

ANALISE E AJUSTE DE FATURAMENTO DE ENERGIA DE UNIDADE CONSUMIDORA ATENDIDA PELO GRUPO A.

DA SILVA CUSTODIO, Rafael¹

PRADO DE CAMPOS, Thiago²

RESUMO: A busca por alternativas que viabilizem a economia na fatura de energia elétrica no Brasil, tem crescido cada vez mais, sendo ela um dos insumos que mais custam dentro de uma indústria. Com o forte avanço tecnológico dentro das indústrias, vem se observando uma grande demanda energética. Com isso, sendo necessário a adaptação e ajustes de acordo com cada setor. Diante disso, há possibilidades de eficiência energética. No caso deste artigo, uma indústria do ramo madeireiro, a qual passou por um período de crescimento, sendo necessário reajuste em sua fatura de energia elétrica. O presente estudo teve como objetivo, analisar os custos-benefícios em instalação de energia solar para impactar diretamente no consumo de energia. E também analisar um reajuste na demanda contratada, os quais atualmente a indústria sofre penalidades por não estar de acordo com o contratado junto a concessionária. O trabalho também propõe um direcionamento para projetos futuros em relação ao excedente de energia reativa.

PALAVRAS-CHAVE: Economia, Energia Elétrica, Energia Solar, Ajuste.

ABSTRACT:

The search for alternatives that enable savings in the electricity bill in Brazil has grown more and more, as it is one of the inputs where it costs the most within an industry. With the strong technological advancement within industries, a great demand for energy has been observed. As a result, it is necessary to adapt and adjust according to each sector. In view of this, there are possibilities for energy efficiency. In the case of this article, an industry in the timber industry, which went through a period of growth, requiring readjustment in its electricity bill. The present study aimed to analyze the cost-benefits in solar energy installation to directly impact energy consumption. And also analyze a readjustment in the contracted demand, which currently the industry suffers penalties for not being in agreement with the contracted with the concessionaire. The work also proposes a direction for future projects in relation to the surplus of reactive energy.

KEYWORDS: Economy, Electrical Energy, Solar Energy, Adjustment.

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um elemento primordial em uma indústria, um estudo divulgado pela CNI (Confederação Nacional da Indústria) aponta que o setor industrial é hoje responsável pelo consumo de 41% de toda a energia produzida no Brasil (Hein, 2024).

O Brasil possui uma das mais caras tarifas de energia elétrica para a indústria, superando o custo de países como a França, Canadá, Turquia, México e Estados Unidos. No ano de 2021, a Associação dos Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres (Abrace) fez uma análise com relação ao consumo e custo da energia Elétrica no Brasil. De acordo com a análise, o aumento da demanda de energia

¹Rafael da Silva Custodio de Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-rafaelcustodio@camporeal.edu.br

²Thiago Prado de Campos Engenheiro Eletricista Universidade Tecnológica do Paraná Campus Pato Branco-PR prof_thiagocampos@camporeal.edu.br

elétrica fez com que o Brasil assumisse o 2^a lugar no ranking mundial do custo de energia elétrica mais cara, ficando atrás apenas da Colômbia (CNI, 2021; Camargo, 2022).

Mediante ao cenário atual para um consumidor em específico de energia faturado no grupo de alta tensão, de uma indústria de fabricação de compensados localizada na cidade de Inácio Martins no Paraná, os custos relacionados à energia elétrica consumida e com a demanda contratada aumentaram significativamente no último ano. O principal fator que contribuiu para o aumento foi o processo de expansão da indústria. O objetivo do trabalho é reduzir os custos de energia elétrica relacionados ao seu consumo e readequar sua demanda contratada de acordo com sua necessidade atual.

Analisando a viabilidade econômica de implantação de geração própria de energia, como a de energia solar fotovoltaica. Readequar valores de demanda contratada e excedente de energia reativa, buscando evitar os pagamentos de multas por seu mal-uso.

2. METODOLOGIA

Este trabalho se refere em um estudo de caso, também exploratória de campo com resultados quantitativos. Envolve um estudo analítico das tarifas de energia elétrica, do faturamento de energia de um consumidor do grupo de alta tensão, visando melhorar a viabilidade financeira e eliminar prejuízos financeiros na conta de energia. Esta pesquisa foi realizada em uma fábrica de Lâminas e Compensados no estado do Paraná.

Através de uma visita técnica/comercial, foi abordado uma empresa que atua na área de fabricação de lâminas e compensados na cidade de Inácio Martins no sul do Paraná, a qual solicitou que fosse realizada uma análise em sua fatura de energia, com intuito de reduzir os custos de faturamento de energia elétrica.

De acordo com sua fatura de energia, a unidade consumidora é classificada no grupo A4 industrial, atendida na tensão 13,8 kV, atualmente com um transformador de 225 Kva instalado. Foram observados alguns pontos na fatura, os quais poderiam ser readequados conforme seu perfil de consumo atual.

O objetivo desse estudo é reduzir os custos com a fatura de energia da fábrica, pois atualmente muitas empresas não estão em conformidade com as normas das concessionárias de energia elétrica, dessa forma, causando prejuízos financeiros e até mesmo males ao meio ambiente. Para melhores entendimentos, serão apresentados conceitos e definições com relação aos componentes, termos e expressões de uma fatura

de energia elétrica. E ainda, apresentado a situação da planta referente a cada conceito apresentando.

3. DESENVOLVIMENTO

Perante a situação em que a fábrica de lâminas e compensados se encontra em relação ao faturamento de energia, através de análises realizadas e perante as normas que regem o sistema elétrico nacional, serão apresentadas algumas opções para a redução de custos com a fatura de energia deste estudo de caso, visando o retorno financeiro e a sustentabilidade.

A fatura de energia é composta pelos grupos tarifários, modalidade tarifária e postos tarifários. Os grupos tarifários são sendo o grupo A e o grupo B. Grupo A o qual a unidade consumidora é atendida em alta-tensão, sendo de 2,3Kv à 230Kv, geralmente nos casos das indústrias e grandes comércios. E o Grupo B é a unidade consumidora atendida em baixa tensão, ou seja, abaixo de 2,3Kv, sendo assim residências, comércios de pequeno e médio porte, classe rural, entre outros (ANEEL, 2021).

Conformem as considerações da normativa nº 1.000/21, no Art. 2 incisos XXIII e XXIV. O Grupo A definem-se conforme as seguintes tensões, demonstradas no quadro 1.

Quadro 1 – Subgrupos tarifários.

Subgrup o A1	Tensão de conexão maior ou igual a 230 kV
Subgrup o A2	Tensão de conexão maior ou igual a 88 KV e menor ou igual a 138 kV
Subgrup o A3	Tensão de conexão igual a 69 kV
Subgrup o A3a	Tensão de conexão maior ou igual a 30 kV e menor ou igual a 44 kV
Subgrup o A4	Tensão de conexão maior ou igual a 2,3 kV e menor ou igual a 25 kV
Subgrup o AS	Tensão de conexão menor que 2,3 KV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição

Fonte: Adaptado ANEEL (2021).

No quadro 2 é possível observar os consumidores que se enquadram a este grupo serão tarifados nas modalidades Horário Azul e Horário Verde.

Quadro 2 – Modalidades tarifárias.

Horário Azul	Horário Verde
As tarifas são diferenciadas de consumo de energia elétrica e da demanda de potência tanto horário de ponta como fora de ponta, de acordo com as horas de utilização durante o dia (postos tarifários). Disponibilizada para todos os subgrupos do grupo A.	As tarifas são diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários), e de uma única tarifa de demanda de potência. Disponível para os subgrupos A3a, A4 e AS.

Fonte: Adaptado de ANEEL (2021).

A unidade consumidora apresentada neste estudo de caso, pertence ao subgrupo A4, pois sua tensão primária de atendimento pela concessionária é 13,8 kV, se enquadrando então na tarifa de horário verde, pois é faturada pelo consumo de horário de ponta e fora de ponta e a demanda medida cobrada é apenas no horário fora de ponta.

A composição do faturamento da energia elétrica, compõe-se da Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição (TUSD). A (TE) é o valor pago pela energia gerada por usinas, consumida mensalmente, na fatura de energia, sendo assim, determinada pela Aneel em R\$/kWh. Já a (TUSD) é a tarifa cobrada pelo uso do sistema de distribuição, ou seja, por todas as despesas que a concessionária tem para levar a energia desde a geração até o consumidor final. Nela, estão inclusos os custos de instalações, equipamentos e componentes das redes de distribuição como as subestações, transformadores e postes (Barros et al., 2020).

A TUSD é composta por dois componentes chamados Fio A e Fio B, os quais respectivamente correspondem os custos de manutenções e operações das linhas de transmissão, o Fio B está relacionado aos custos da distribuição de energia, infraestrutura da rede até o consumidor final (DACHERY, 2022).

Conforme ilustrado no quadro 3 abaixo é possível visualizar as porcentagens médias as quais compõe as tarifas de energia de uma fatura.

Quadro 3 – Composição média da tarifa de energia.

TE (tarifa de energia)		TUSD (tarifa de uso do sistema de distribuição)			
ENERGIA	ENCARGOS	FIO A (trans.)	FIO B (distri.)	Encargos	Perdas
38%	12%	6%	28%	8%	8%

Fonte: adaptado de DACHERY (2022).

Conforme afirma Kosow (2005) a energia ativa é a potência ativa, ou seja, é o que o consumo de energia durante um intervalo de tempo uma certa potência, é a energia que realiza o trabalho, sua unidade de medida é kWh (quilowatt-hora). Conforme o caso da indústria apresentada, a energia ativa faturada é em consumo de horário de ponta e horário fora de ponta, pois trata-se de uma unidade consumidora atendida pelo grupo A, conforme já apresentado.

Segundo a ANEEL (2022), nas modalidades faturadas no Grupo A, é aplicado os horários de ponta e fora ponta. Os postos tarifários são definidos por distribuidora, no seu processo de revisão tarifária periódica (a cada 4 ou 5 anos), de acordo com a Resolução Normativa (REN) nº 1.000/2021 e os Procedimentos de Regulação Tarifária – Proret.

Horário de ponta (P): período durante os dias de semana, de 3h consecutivas das 18h até 21h, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais; horário fora de ponta (FP): período diário que corresponde ao consumo durante o dia composto pelas horas consecutivas e complementares ao horário de ponta e intermediário. Os postos tarifários são determinados pelas áreas de concessão ou permissão. Contudo, existem exceções para algumas distribuidoras, as quais constam na resolução que homologa a revisão tarifária da distribuidora (ANEEL, 2021).

Através da fatura de energia referente ao último mês, neste caso foi utilizado o mês de agosto de 2024 como referência, através do histórico dos últimos 12 meses da indústria abordada neste estudo de caso, foi possível obter as informações presentes na tabela 3, onde demonstra o consumo em kWh/mês dos períodos de fora ponta (FP) e ponta (P), valores medidos pela COPEL, concessionária responsável pela unidade consumidora.

Na tabela 1 é possível observar o consumo em kWh da fábrica nos períodos de horário fora de ponta (FP) e horário de ponta (P).

Tabela 1 – Consumo de energia em kWh/mês.

Meses	Consumo em kWh	
	Consumo (FP)	Consumo (P)
Ago/24	13.500,00	1.252,00
Jul/24	12.320,00	1.053,00
Jun/24	12.898,00	1.030,00
Mai/24	11.488,00	993,00
Abr/24	11.138,00	786,00

Mar/24	10.773,00	664,00
Fev/24	10.507,00	877,00
Jan/24	6.635,00	509,00
Dez/23	9.988,00	658,00
Nov/23	8.914,00	672,00
Out/23	7.894,00	612,00
Set/23	9.571,00	875,00
Média	10.640,00	830,50

Fonte: adaptado de COPEL (2024).

Na tabela 2, apresentam-se os valores da TUSD e TE cobrados pela companhia (COPEL) que atende a fábrica mencionada no estudo de caso.

Tabela 2 – Valores em R\$ dos kWh baseado no mês agosto de 2024.

Descrição	Valores kWh Fora Ponta	Valores kWh Ponta
TE	R\$ 0,376	R\$ 0,590
TUSD	R\$ 0,129	R\$ 1,528
Valor total R\$ kWh/mês	R\$ 0,505	R\$ 2,118

Fonte: adaptado de COPEL (2024).

Já a tabela 3 representa os dados retirados da fatura de energia da fábrica, os quais sendo os valores faturados pelo consumo de energia do último ano, em R\$ kWh/mês, nos consumos no horário fora ponta (FP) e horário de ponta (P).

Tabela 3 – Valores kWh vezes R\$.

Meses	Consumo (FP)	Consumo (P)
Ago/24	R\$ 6.813,72	R\$ 2.651,16
Jul/24	R\$ 6.218,15	R\$ 2.229,77
Jun/24	R\$ 6.509,88	R\$ 2.181,07
Mai/24	R\$ 5.798,22	R\$ 2.102,72
Abr/24	R\$ 5.621,57	R\$ 1.664,39
Mar/24	R\$ 5.437,35	R\$ 1.406,05
Fev/24	R\$ 5.303,09	R\$ 1.857,09
Jan/24	R\$ 3.348,82	R\$ 1.077,83
Dez/23	R\$ 5.041,14	R\$ 1.393,34
Nov/23	R\$ 4.499,07	R\$ 1.422,99
Out/23	R\$ 3.984,26	R\$ 1.295,94
Set/23	R\$ 4.830,68	R\$ 1.852,85

Fonte: adaptado de COPEL (2024).

Diante das informações retiradas da fatura de energia da fábrica, referente ao mês de agosto de 2024, pode-se observar um consumo crescente em relação aos últimos doze meses. O principal motivo do aumento de consumo é a ampliação da fábrica e a maior demanda de trabalho da indústria.

Com isso, uma das opções de reduzir os custos com a energia elétrica, é adotar meios de geração própria, como o caso de energia solar. Através da resolução 1.059/2023, a qual tem função de regulamentar a micro e mini geração distribuída, as quais permitem que os consumidores produzam sua própria energia e obtenham economia na sua fatura de energia através de um sistema de compensação de créditos com a concessionária (ANEEL, 2023).

Denomina-se microgeração distribuída sistema de até 75kW de potência instalada, acima de 75kW até 3MW se enquadra em minigeração distribuída. (Lei nº 14.300/2022).

Em 2022 houve algumas alterações em relação a tarifação da energia solar, o qual foi estabelecida pela lei 14.300/2022, criando o Marco Legal da GD. A principal mudança foi no sistema de compensação de crédito de energia, ou seja, na tarifação para o excedente de energia que é injetada na rede da distribuidora, a qual retorna para a unidade consumidora em forma de crédito na fatura de energia. A tarifação foi em relação a TUSD Fio B (distribuição), na tabela 4 é possível observar as porcentagens de cobrança na tarifa (Lei 14.300/2022).

Tabela 4 – Tarifação TUSD Fio B.

TUSD Fio B	
Ano	Porcentagem
2023	15%
2024	30%
2025	45%
2026	60%
2027	75%
2028	90%

Fonte: Adaptado de Lei 14.300/2022

No presente estudo de caso, a unidade consumidora no valor do kWh fora ponta, paga-se R\$ 0,129 de TUSD + R\$ 0,385 de TE. Considerando a instalação do sistema fotovoltaico ainda no ano de 2024, o valor a ser descontado em relação a energia injetada na rede seria de: $0,129 - 30\% = 0,0903$ R\$. Somando esse valor com a TE, os valores de seus créditos por kWh gerado seriam de R\$ 0,475. E o valor pago por kWh utilizado da concessionária é de R\$ 0,505 (COPEL, 2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realizar o dimensionamento e o orçamento do sistema de energia solar, foi utilizado como método, a média do consumo em kWh dos últimos doze meses. Sendo assim, retirados os dados necessários para que fosse dimensionado o sistema (Mamede, 2023).

Para o dimensionamento além da visita técnica até a planta de instalação, conformem os dados levantados abordados na tabela 5, foram levados em consideração o histórico de consumo do horário de ponta e fora ponta, a demanda contratada, localização geográfica da empresa, tipo de telhado e médias em metro, orientação do telhado, entrada de energia, tensão interna da empresa.

Tabela 5 - Dados considerados para o dimensionamento do sistema fotovoltaico.

Aplicação	Industrial
Cidade	Inacio Martins
Radiação solar	4,24 kWh/m ²
Tipo de telhado	Zinco, terça metálica
Orientação de telhado	Norte
Area do telhado	1.650 m ²
Area prevista para instalação	690 m ²
Transformador da unidade consumidora	225 Kva
Disjuntor da entrada de energia	350 A
Tensão da rede interna	380/220V
Consumo médio (P e FP)	11.470 kWh/mês

Fonte: Autoria própria.

Na tabela 6 apresentam-se os materiais a serem aplicados para a instalação do sistema solar fotovoltaico e o custo total para a instalação.

Tabela 6 – Materiais utilizados para o sistema de microgeração fotovoltaica.

Sistema gerador fotovoltaico com potência de 112,2 kWp		
Quantidade	Unidade	Descrição de materiais
170	Und.	Painel fotovoltaico 660 W monocristalino
1	Und.	Inversor solar 75,0/112,5kW trif. 380 V 8MPPT 16E
600	Mts.	Cabo solar 6,0mm ² preto e vermelho
1	kit	Materiais para fixação dos painéis
1	kit	Materiais p/ infraestrutura CC e CA do sistema
1	kit	Mão de obra

1	kit	Projeto e homologação junto a concessionária
Custo		R\$ 205.000,00 (Duzentos e cinco mil reais)

Fonte: Autoria própria.

Conforme as informações levantadas, materiais utilizados para a instalação do sistema, a média anual de geração do sistema fotovoltaico 11.998 kWh/mês. O sistema foi dimensionado com aproximadamente 3,8% de geração a mais em relação ao consumo atual. Pois, segundo os proprietários a empresa encontra-se em regime permanente.

Conforme a norma técnica da COPEL (NTC 9005200) que afirma que quando a unidade consumidora é faturada como grupo de alta-tensão, como neste caso, onde será prevista a instalação de um inversor solar de 75 kW, a demanda contratada não deve ser menor do que a potência nominal do inversor fotovoltaico. Sendo assim, a demanda contratada deve ser reajustada para 75 kW.

Segundo a ANEEL, as concessionárias têm um prazo de até 30 dias para realizar a análise e devolver o parecer de viabilidade, solicitar ajustes ou a aprovação. O tempo aproximadamente estimado para o sistema já estar em funcionamento, é de 60 a 90 dias após contratação.

Ao realizar uma avaliação de investimento, é necessário investigar o que se está aplicando. Investir envolve renunciar de uma quantia específica, na expectativa de que essa transação produzirá um retorno positivo no futuro. Em síntese, trata-se de abrir mão de desembolsar recursos em um bem de consumo para direcioná-los a algo que trará um retorno posterior (Mamede, Kopittke; 2010).

Para a aquisição deste projeto do presente estudo de caso, foi considerado recurso financeiro próprio. Considerando então a média de consumo atual e a média de geração estimada, é possível calcular o período para que o custo de instalação haja um retorno financeiro e comece a gerar lucro. Para o cálculo de retorno financeiro, utiliza-se o método conforme a equação 1 (Mamede, 2023).

Equação (1)

$$\text{Retorno Financeiro Anual} = \frac{\text{Custo do sistema R\$}}{\text{média geração mensal kWh} \times 12 \text{ (meses)} \times \text{tarifa de energia R\$}}$$

Através da equação citada acima, foi possível calcular o retorno da instalação do sistema de energia solar é de aproximadamente três anos. É válido ressaltar que para realizar o cálculo, que nesse caso foi considerado o valor da tarifa de fora ponta, pois é

onde a geração de energia impacta por conta do horário de geração e que representa quase 93% do custo do consumo em kWh/, também considerando impostos e as tarifas conformem a lei 14.300/2022.

A energia reativa é o componente de energia que não realiza o trabalho, ou seja, é usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas, sendo necessários para quando entrarem em funcionamento, sua unidade de medida é kVAr. Os equipamentos mais comuns que consomem esse tipo de energia são os transformadores, motores elétricos, etc (Barros et al., 2020).

O fator de potência (FP) é a relação de energia ativa e reativa horária, a partir de leituras dos respectivos equipamentos de medição. Quando o fator de potência é baixo, surge uma série de inconvenientes elétricos para uma indústria e para a rede elétrica como um todo, assim gerando prejuízos financeiros a unidade consumidora (Medeiros; Silva, 2012).

Conforme Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021- Seção VIII, artigo 302 afirma que: “Art. 302. O fator de potência, indutivo ou capacitivo, tem como limite mínimo permitido o valor de 0,92 para a unidade consumidora atendidas pelo grupo A.”

No caso da fábrica de lâminas e compensados, nos últimos doze meses, foram medidos pela concessionária excedente de energia reativa, tendo uma média de 5 kVAr, um valor consideravelmente baixo, em relação ao perfil da unidade consumidora. Onde o valor é de R\$ 29,38 por kVAr injetado na rede, custando em média R\$ 146,85 (Cento e quarenta e seis reais e oitenta e cinco centavos) por mês.

De acordo com a resolução 414 da ANEEL (2010), a demanda é a média das potências ativas ou reativas, solicitadas ao sistema pela carga instalada em operação, durante um intervalo de tempo específico expressa em kW.

A demanda contratada é a potência ativa disponibilizada obrigatoriamente pela concessionária, assim como também o valor e o período descrito no contrato com a distribuidora local. A demanda será paga em sua totalidade, e é representada em kW. A demanda ultrapassada, é o valor de demanda a qual ultrapassa os 5% do valor contratado com a concessionária, onde o valor da multa de ultrapassagem no caso da Companhia Paranaense de Energia (COPEL) chega a ser quase duas vezes o valor do kW contratado.

A demanda anotada é o maior valor de potência ativa medida em um intervalo de 15 minutos durante o período de faturamento sendo expressa em kW. Considerando-se um ciclo de faturamento de trinta dias, com 2880 intervalos de 15 minutos em um total

de 72 horas mensais. A demanda máxima é o maior valor de potência ativa verificada num período de tempo, se dividindo em duas maneiras: máxima fora de ponta e máxima de ponta, os quais são estabelecidos em contratos (VIANA et al., 2012).

Diante a esse estudo de caso, a fábrica foi fundada em 2022 com um número de máquinas e equipamentos inferior com o que há atualmente. Sendo assim, foi contratado a demanda mínima, que perante a resolução normativa da ANEEL n 414, de 9 de setembro de 2010, afirma que a demanda mínima a ser contratada é de 30 kW, sendo o suficiente perante a situação da época para a unidade consumidora (ANEEL, 2010).

A seguir na tabela 7, seguem os dados retirados da demanda medida da fatura de energia elétrica da unidade consumidora referente ao mês de agosto de 2024, utilizando como base o período dos últimos doze meses, com dados medidos e valores cobrados em R\$ por kW da COPEL. Observa-se que a demanda contratada pela empresa é de 30 kW, com a tolerância chega a 31,5 kW porém, em alguns períodos do ano, a demanda medida ultrapassada chega ser dobrada em relação ao contratado.

Um adendo em relação ao mês de maio de 2024, o qual através de contato com o gerente operacional da fábrica, o qual ressalta que foi um mês atípico para a empresa, onde ocorreram algumas falhas na produção, impactando diretamente no faturamento de energia elétrica.

Tabela 7 – demanda medida em kW pela concessionária.

Meses	Demanda medida em kW			
	Demanda Fora Ponta	Demanda Contratada	Tolerância	Demanda Ultrapassada Fora Ponta
Ago/24	64,89	30	31,5	34,89
Jul/24	65,78	30	31,5	35,78
Jun/24	68,28	30	31,5	38,28
Mai/4	117,93	30	31,5	87,93
Abr/24	71,48	30	31,5	41,48
Mar/4	55,79	30	31,5	25,79
Fev/24	56,38	30	31,5	26,38
Jan/24	56,53	30	31,5	26,53
Dez/23	64,74	30	31,5	34,74
Nov/23	54,36	30	31,5	24,36
Out/23	54,51	30	31,5	24,51
Set/23	53,28	30	31,5	23,28
Média Anual	60,635			30,635

Fonte: adaptado de COPEL (2024)

A tabela 8 demonstra os valores faturados da demanda medida nos últimos doze meses, é válido ressaltar que o valor da demanda contratada medida é de R\$ 29,38 e a demanda ultrapassada é de R\$ 58,75.

Tabela 8 – Valores pagos em R\$ por kW de demanda medida.

Meses	Demanda FP	Demanda Ultrapassada	Valor total pago
Ago/24	R\$ 2.075,82	R\$ 2.049,44	R\$ 3.956,26
Jul/24	R\$ 2.104,30	R\$ 2.101,72	R\$ 4.034,69
Jun/24	R\$ 2.184,27	R\$ 2.248,57	R\$ 4.255,02
Mai/24	R\$ 3.772,57	R\$ 5.165,01	R\$ 8.630,67
Abr/24	R\$ 2.286,64	R\$ 2.436,54	R\$ 4.537,03
Mar/24	R\$ 1.784,72	R\$ 1.514,90	R\$ 3.154,27
Fev/24	R\$ 1.803,59	R\$ 1.549,56	R\$ 3.206,27
Jan/24	R\$ 1.808,39	R\$ 1.558,37	R\$ 3.219,49
Dez/23	R\$ 2.071,03	R\$ 2.040,63	R\$ 3.943,04
Nov/23	R\$ 1.738,97	R\$ 1.430,91	R\$ 3.028,25
Out/23	R\$ 1.743,77	R\$ 1.439,72	R\$ 3.041,47
Set/23	R\$ 1.704,42	R\$ 1.367,47	R\$ 2.933,07
Total			R\$ 47.939,51
Média			R\$ 3.581,26

Fonte: adaptado de (COPEL, 2024)

Só no último período dos doze meses, a empresa foi penalizada por ultrapassar a demanda no valor de R\$ R\$ 24.907,06 (Vinte e quatro mil e novecentos e sete reais e seis centavos). É válido ressaltar que, nos casos que a demanda medida for menor que a contratada, é cobrado o valor da diferença entre a demanda medida e a contratada, sendo ela o valor do kW contratado (ANEEL, 2010).

Segundo Mamede (2023) e também conforme apresenta Campos (2016), a demanda pode ser analisada considerando um fator essencial dentro de uma unidade consumidora, a sazonalidade, pois o consumo não é linear, característico para empresa com esse perfil. Em casos que ocorram a sazonalidade para realizar o ajuste, como uma forma de análise pode-se efetuar uma média, utilizando pelo menos os últimos 12 meses das demandas medidas e assim levantar uma curva de custo-benefício da demanda. E assim, avaliar os custos com o reajuste definido.

Neste estudo de caso foi aplicado o método utilizando o consumo de kW dos últimos doze meses, assim fazendo uma média do consumo atual e simulando com os valores de média, assim calculando a melhor viabilidade econômica para a unidade consumidora. Foi utilizado como base para os cálculos as últimas doze demandas medidas pela COPEL, com isso, obteve-se melhor custo-benefício contratando 65 kW de

demanda, tendo em vista o crescimento da empresa e o aumento da produção dos últimos doze meses.

Na tabela 9, simula os valores pagos de demanda contratada, já considerando a demanda medida, tolerância, demanda não utilizada. E os números que estão negativos simulam a ultrapassagem de demanda.

Tabela 9 – Análise de custos contratando 65 kW de demanda.

Período	Demanda Medida	Demanda F Ponta em kW			Valor total a pagar
		Demanda a contratar	Tolerância	Diferença em relação contratado	
Ago/24	64,89	65	68,25	0,11	R\$ 1.909,05
Jul/24	65,78	65	68,25	-0,78	R\$ 1.954,87
Jun/24	68,28	65	68,25	-3,28	R\$ 2.101,72
Mai/24	117,93	65	68,25	-52,9	R\$ 5.018,16
Abr/24	71,48	65	68,25	-6,48	R\$ 2.289,69
Mar/24	55,79	65	68,25	9,21	R\$ 1.909,05
Fev/24	56,38	65	68,25	8,62	R\$ 1.909,05
Jan/24	56,53	65	68,25	8,47	R\$ 1.909,05
Dez/23	64,74	65	68,25	0,26	R\$ 1.909,05
Nov/23	54,36	65	68,25	10,64	R\$ 1.909,05
Out/23	54,51	65	68,25	10,49	R\$ 1.909,05
Set/23	53,28	65	68,25	11,72	R\$ 1.909,05
Total					R\$ 26.636,83
Média	65,33				R\$ 2.219,74

Fonte: Autoria própria.

Os procedimentos são distintos para aumento e redução de demanda atualmente contratada. No caso se for aumento de demanda, deve-se solicitar com trinta dias de antecedência e se for inferior a 5% ou início do fornecimento, a unidade consumidora tem direito a 3 ciclos de faturamento como período de testes, nessa ocasião será faturada a demanda medida, podendo ser solicitados novos acréscimos de demanda (COPEL, 2024).

Para o caso de redução de demanda contratada a unidade consumidora precisa realizar um pedido por escrito e com antecedência mínima de noventa dias para consumidores pertencentes ao grupo A4, e no início de faturamento a ser considerado com o novo valor contratado. Aos demais grupos, são cento e oitenta dias, não sendo permitida mais de uma redução de demanda durante um período de 12 meses, nesse caso não há períodos de testes (Rosiak, Ribeiro, 2013; ANEEL 2010).

No período de testes, é permitido novos acréscimos de demanda e no final do período de testes uma redução de até 50% da demanda adicional ou inicial contratada, não podendo resultar em um montante inferior a 106% da demanda contratada anteriormente (COPEL, 2024).

No presente estudo de caso foram apresentadas opções para a redução de custos com o faturamento de energia. Sendo ela com um investimento o qual depende de uma mobilização financeira do empresário e a opção de reajuste de demanda contratada.

Para o caso da energia solar, como abordado no presente artigo, será necessário um investimento de R\$ 205.000,00 (Duzentos e cinco mil reais), para que haja a implantação do projeto. Com isso, conforme o cálculo apresentado a unidade consumidora, terá um retorno financeiro em aproximadamente três anos. Tendo como uma economia média anual de R\$ 68.333,33 (Sessenta e oito mil e trezentos e trinta e três reais e trinta e três centavos).

Na demanda contratada da indústria mencionada no estudo de caso, como já havia um histórico de consumo da unidade consumidora e utilizando o método referenciado no artigo, é possível reajustar o valor da demanda de 30 kW que é o contratado hoje, para 65 kW. Onde terá uma redução de custos médio mensal de R\$ 2.219,74 (Dois mil duzentos e dezenove reais e setenta e quatro centavos), lembrando que para esta opção, não serão necessários investimentos.

Se a empresa optar pela instalação do sistema fotovoltaico, a demanda contratada automaticamente será de 75 kW, conforme a potência necessária para compensar 100% do seu consumo atual. Na tabela 10 será apresentada a situação da demanda contratada considerando a implantação do sistema de geração distribuída.

Tabela 10 – Análise de custos contratando 75 kW de demanda.

DEMANDA F PONTA					
Período	Demanda Medida	Demanda a contratar	Tolerância	Diferença em relação contratado	Valor total a pagar
Ago/24	64,89	75	78,75	10,11	R\$ 2.202,75
Jul/24	65,78	75	78,75	9,22	R\$ 2.202,75
Jun/24	68,28	75	78,75	6,72	R\$ 2.202,75
Mai/24	117,93	75	78,75	-42,9	R\$ 4.724,46
Abr/24	71,48	75	78,75	3,52	R\$ 2.202,75
Mar/24	55,79	75	78,75	19,21	R\$ 2.202,75
Fev/24	56,38	75	78,75	18,62	R\$ 2.202,75
Jan/24	56,53	75	78,75	18,47	R\$ 2.202,75

Dez/23	64,74	75	78,75	10,26	R\$ 2.202,75
Nov/23	54,36	75	78,75	20,64	R\$ 2.202,75
Out/23	54,51	75	78,75	20,49	R\$ 2.202,75
Set/23	53,28	75	78,75	21,72	R\$ 2.202,75
Total					R\$ 28.954,71
Média	65,33				R\$ 2.412,89

Fonte: Autoria própria.

Mesmo a demanda contratada sendo maior do que a proposta neste estudo, pode-se observar que mesmo aumentando a demanda para 75 kW por conta da instalação da energia solar, a economia que a unidade consumidora terá é consideravelmente alta com o que paga atualmente de demanda.

5. CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo abordar e analisar a viabilidade econômica financeira do faturamento da energia elétrica. Para tal, realizou-se uma pesquisa exploratória de campo em uma indústria de lâminas e compensados localizada na cidade de Inácio Martins no estado do Paraná. Para que fossem obtidos dados para análises e resultados, foram necessárias reuniões, visitas técnicas na indústria e a fatura de energia.

Os resultados apresentados, são obtidos através de duas opções as quais revelam reduções de custos significativas no faturamento de energia do estudo de caso apresentado. A primeira sendo a instalação de geração de energia fotovoltaica, a qual há uma redução média mensal de R\$ 5.694,44 (Cinco mil e seiscentos e noventa e quatro reais e quarenta e quatro centavos), e a opção do aumento da demanda contratada, a qual prevista uma redução de R\$ 21.298,44 (Vinte e um mil duzentos e noventa e oito reais e quarenta e quatro centavos) anual.

Optando pela opção da instalação da energia solar, a unidade consumidora, automaticamente terá que aumentar sua demanda contratada para 75 kW, com isso ainda tendo seu retorno financeiro com a geração de energia em horário fora de ponta e uma economia de grande impacto em relação ao faturamento da demanda contratada.

Como recomendação para futuros trabalhos, propõe-se a instalação de um gerenciador de energia o qual tem a função monitorar o consumo, controlando a demanda contratada, diminuindo os riscos com a ultrapassagem de demanda e também controlando o excedente de energia reativa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. 2010. **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução ANEEL n. 414/2010, setembro de 2010.** Disponível em:

<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.html>. Acesso em 20 de Agosto de 2024.

ANEEL. 2021. **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução ANEEL n. 1.000/2021, dezembro de 2021.** Disponível em:

<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em 20 de Agosto de 2024.

ANEEL. 2022. **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução ANEEL n. 14.300/2022, janeiro de 2022.** Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm. Acesso em 7 de setembro de 2024.

ANEEL. 2023. **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução ANEEL n. 1.059/2023, fevereiro de 2023.** Disponível em:

<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231059.pdf> Acesso em 7 de setembro de 2024.

Barros, Benjamim Ferreira de. **Gerenciamento de energia: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica.** – Cap. 3. p. 32-36. 3. ed. - São Paulo : Érica, 2020.

Campos, Thiago Prado de. Trabalho de Conclusão de curso de **Análise da viabilidade econômica de instalação de um grupo gerador diesel na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campos Pato Branco** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campos Pato Branco, 2016.

COPEL 2022. COPEL 2022. Companhia Paranaense de Energia (COPEL). **Norma Técnica 905100 Geração distribuída (NTC 905100), 2022.** Disponível em: <https://www.copel.com/site/fornecedores-e-parceiros/geracao-distribuida/>. Acesso em: 20 de julho de 2024.

COPEL 2024. Companhia Paranaense de Energia (COPEL). **Fatura de energia, 2024.** Disponível em: <https://www.copel.com/avaweb/paginaLogin/login.jsf> Acesso em: 19 de julho de 2024.

Dachery, J. M. Fio A e Fio B, **entenda tudo sobre, 2022.** Disponível em: <https://energes.com.br/fio-a-e-fio-b/> Acesso em: 25 de agosto de 2024.

FILHO, Nelson Casarotto; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos.** 11 ed. São Paulo: Atlas S.A, 2010.

Mamede, João Mamede Filho. **Instalações elétricas industriais** / . Cap. 14. p. 647-679.- 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2023.

Hein, Henrique. Notícia. **Indústrias são responsáveis pelo consumo de 41% da energia produzida no país.** Disponível em: <https://canalsolar.com.br/industrias-consumo-energia-produzida-brasil/>. Acesso em: 15 de julho de 2024.

Medeiros, Silva, PAULLUS TARSIS PINHEIRO DA ROCHA CORDEIRO E SILVA THAYANE MEDEIROS. Trabalho de Conclusão de Curso de **Utilização de medidores**

eletrônicos de energia na supervisão e controle do fator de potência – Universidade Federal do Paraná Campus Curitiba, 2020.

Rosiak, Ribeiro, Renato Georgiadis, José Luis Duarte Ribeiro. Artigo científico. **Redução de Custos no gerenciamento de energia elétrica: otimização da demanda contratada por unidades consumidoras de alta-tensão.** Universidade Tecnológica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2013.

Viana, A. N. C.; BORTONI, E. C.; NOGUERA, F. J. H.; HADDAD, J.; NOGUEIRA, L. A. H.; VENTURINI, O. J.; YAMACHITA, R. A. **Eficiência energética: fundamentos e aplicações.** Campinas: Elektro, UNIFEI, EXCEN, FUPAI, 2012. 314 p.