

## **Uma investigação para redução de custo da energia elétrica: estudo de caso para uma indústria madeireira de pequeno porte\***

*An investigation for reducing electricity costs: a case study for a small wood industry*

**Clayton Lima dos Santos**

Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO

[claytonlimasantos@hotmail.com](mailto:claytonlimasantos@hotmail.com)

**Amarildo Hersen**

Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO

[amarildo@unicentro.br](mailto:amarildo@unicentro.br)

**Resumo:** O preço da energia elétrica vem despertando preocupação e estimulando empresários a pensar alternativas para mitigar sua participação no custo de produção. O objetivo da pesquisa foi analisar se há viabilidade econômica na substituição da aquisição de energia elétrica junto à distribuidora local pela Geração Distribuída, para uma indústria madeireira paranaense de pequeno porte, utilizando como fonte a biomassa florestal resultante de seu próprio processo produtivo. A pesquisa é de natureza aplicada, de objetivo exploratório e descritivo, com procedimento técnico denominado estudo de caso. Para a análise de viabilidade econômica utilizou-se VPL, TIR, Razão Benefício-Custo, Pay-back descontado e TMA de 10% aa. Os resultados da pesquisa indicam que, para o caso estudado, a geração de energia elétrica em central termoeletrica instalada no pátio da empresa, com potência bruta de 0,200MW, mostra-se economicamente inviável. Conclui-se que não há viabilidade econômica na adesão à GD, na configuração explorada nessa pesquisa, devido principalmente ao elevado custo de oportunidade e operacional do projeto, contudo a pesquisa teve importante papel elucidativo à empresa estudada, possibilitando informações que podem evitar a realização de investimento não atrativo sob o ponto de vista econômico.

**Palavras-chave:** pequena empresa; energia; fonte renovável; engenharia econômica.

**Abstract:** The price of electricity has been arousing concern and encouraging entrepreneurs to think about alternatives to mitigate their participation in the cost of production. The objective of the research was to analyze whether there is economic viability in replacing the purchase of electricity from the local distributor with Distributed Generation, for a small wood industry of Paraná, using as a source the forest biomass resulting from its production process. The research is of an applied nature, with an exploratory and descriptive objective, with a technical procedure called a case study. For the analysis of economic viability, NPV, IRR, Benefit-Cost Ratio, discounted Pay-back and TMA of 10% py were used. The research results indicate that, for the case studied, the generation of electric energy in a thermoelectric plant installed in the company's yard, with a gross power of 0.200MW, is economically unfeasible. It is concluded that there is no economic viability in adhering to DG, in the configuration explored in this research, mainly due to the high opportunity and operational cost of the project, however the research had an important elucidating role for the company studied, providing information that could prevent the carrying out of unattractive investment from an economic perspective.

**Keywords:** small business; energy; renewable source; economic engineering.

---

\* Recebido em 06 de novembro de 2022, aprovado em 14 de agosto de 2024, publicado em 17 de junho de 2025.

## 1.Introdução

O preço da energia elétrica tem se elevado no Brasil, dados da Empresa de Pesquisa Energética (2020) apontam que as tarifas médias para o setor industrial e comercial tiveram um aumento de 86,2% e 76,2%, respectivamente, entre os anos de 2012 e 2019. Somado ao aumento das tarifas, a energia elétrica se destaca no custo de produção, principalmente para as indústrias energointensivas. Estudo conduzido por Hersen (2020), direcionado para indústrias do setor madeireiro, que investigou 32 indústrias no interior do estado do Paraná, identificou que a energia elétrica representa em média 10,6% do custo total dessas indústrias, podendo chegar a 15% em alguns casos.

No ano de 2010 a tarifa de energia elétrica industrial no Brasil já apresentava variação de 63%, entre a unidade federativa de maior preço (Mato Grosso) e a de menor preço (Roraima). Tamanha diferença reflete não só os diferentes custos de produção, distribuição e transmissão, mas também o peso dos encargos setoriais e dos tributos. Ainda, a tarifa média para a indústria no Brasil é quase 50% superior à média encontrada para um conjunto de 27 países que possuem dados disponíveis na Agência Internacional de Energia. (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2011)

A Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (2018) divulgou um estudo onde aponta que a tarifa média de energia elétrica paga pela indústria brasileira é 127,3% maior do que a tarifa cobrada das indústrias instaladas nos Estados Unidos e 94,9% maior do que a tarifa paga por indústrias instaladas no Canadá. Para o Tribunal de Contas da União (2023), no ano de 2021 a situação de altas tarifas foi agravada pela crise hidroenergética, com consequente aumento do custo de geração de energia, proveniente acionamento de termelétricas. Soma-se ainda os custos decorrentes da pandemia causada pela covid-19, que ainda constam das tarifas e surtirão efeitos financeiros por vários anos.

Nesse cenário de elevadas tarifas de energia elétrica e crise hidroenergética, o setor empresarial brasileiro deve buscar alternativas para alcançar estabilidade, previsibilidade e redução no preço do insumo. Empresas do setor florestal e de maior porte passaram a investir na geração de energia. Conforme descrito em Funchal (2021), termelétricas alimentadas com licor negro (subproduto da celulose) e subprodutos da madeira (cavaco, costaneira, maravalha, etc.) autorizadas ou em processo para autorização somam mais de cem unidades geradoras. Já as empresas de menor porte do setor necessitam analisar com cautela as possibilidades existentes no mercado, para evitar investimentos que possam frustrar suas expectativas de redução do custo com energia elétrica.

Diante de elevados preços, instabilidade tarifária e crescente insegurança decorrente da crise hidroenergética no país, o empresariado necessita de informações precisas para tomar decisões coerentes e que efetivamente proporcionem resultados mais interessantes, comparativamente aos resultados até então alcançados. Para contribuir nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi analisar se há viabilidade econômica na substituição da aquisição de energia elétrica junto à distribuidora local pela Geração Distribuída, tendo como estudo de caso uma indústria madeireira paranaense de pequeno porte, utilizando como fonte de energia a biomassa florestal em forma de cavaco, resultante de seu processo produtivo.

Para o alcance do objetivo proposto, o trabalho está organizado em seis seções, sendo a primeira essa introdução. Na segunda seção é realizada uma revisão bibliográfica onde se apresenta o entendimento sobre Geração Distribuída (GD) e breve retrospecto das normas de GD vigentes no Brasil. Na terceira seção são apresentados os procedimentos metodológicos, seguidos pelos resultados encontrados. Por fim, tem-se as considerações finais e as referências utilizadas para realização da pesquisa.

## 2.Revisão da literatura

### 2.1 Geração Distribuída

A GD não tem uma definição específica podendo variar de acordo com a legislação vigente em cada país. Dentro de um conceito geral, segundo Ackermann et al. (2001, p. 203), GD é a “geração de energia elétrica ligada diretamente na rede de distribuição ou próximo da unidade consumidora”.

Entende-se como GD, a variedade de tecnologias que geram eletricidade no local ou em suas proximidades, podendo atender estruturas simples, como uma empresa ou fazer parte de um microgrid, ligado ao sistema de distribuição, a exemplo de uma grande instalação industrial, constituída de estrutura mais complexa. Quando conectada à linha de distribuição, contribui no fornecimento de energia a outros consumidores e na redução de perdas de eletricidade ao longo das linhas de transmissão e distribuição (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2021).

Para a Empresa de Pesquisa Energética (2018), a GD está inserida no entendimento de recursos energéticos distribuídos, que são definidos como tecnologias de geração e/ou armazenamento de energia elétrica, e localizados dentro dos limites da área de uma determinada concessionária de distribuição, normalmente junto a unidades consumidoras.

Com o início do século XXI se observou um crescente interesse pela GD no mundo todo, resultado de uma série de fatores que sustentam o crescimento da GD. A International Energy Agency (2002) lista cinco principais fatores de atração para a GD, sendo eles: as preocupações com relação às mudanças climáticas; o crescente desenvolvimento das tecnologias para geração distribuída; as restrições com relação à construção de novas linhas de transmissão; o aumento da demanda dos clientes por energia elétrica altamente confiável; e a liberalização do mercado de eletricidade.

### 2.2 Normas da Geração Distribuída no Brasil

No Brasil, a GD é incentivada para centrais geradoras de mini e microgeração dentro do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e apesar de ter surgido em termos de legislação a partir do Artigo 14 do Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004, o marco regulatório da mini e microgeração distribuída se consolida com a Resolução nº 482/2012-ANEEL. De acordo com a resolução, as unidades consumidoras com micro ou minigeração distribuída (até 100kW ou 1 MW de potência instalada respectivamente), a partir de fonte hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, podem compensar seu consumo de energia. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012)

Em 2015 a ANEEL promoveu alterações na RN nº 482/2012, por meio da RN nº 687/2015-ANEEL. As principais alterações foram a expansão da micro e minigeração distribuída para empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras e de geração compartilhada, sob forma de consórcio ou cooperativa para consumidores da mesma área de concessão do serviço de distribuição de energia elétrica. Outras alterações de destaque foram o aumento do limite da capacidade instalada de minigeração de 1MW para 5MW e a ampliação do período de compensação dos créditos gerados de 36 para 60 meses. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015)

Com a publicação da RN nº 687/2015-ANEEL a minigeração e microgeração distribuída se tornou mais atraente, incrementando modalidades adicionais de geração, ampliando o prazo de utilização dos créditos e o limite da capacidade instalada. Na prática a nova resolução expandiu o perfil dos empreendimentos passíveis de adesão à GD.

Outro incentivo à GD no Brasil foi o Convênio ICMS nº 16/2015, aprovado no âmbito do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ). O convênio autorizou os Estados signatários, mediante edição de legislação específica, a concederem isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora. A isenção se dá na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora ou por outra unidade do mesmo titular, por meio de GD, com capacidade instalada de até 1 MW, nos termos da RN nº 482/2012. Segundo Oliveira (2016), os incentivos com relação ao ICMS representam uma grande vitória para o desenvolvimento da energia elétrica no Brasil.

Outra importante medida de incentivo à GD, essa por parte do governo federal, foi a isenção do PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social). A medida se deu por intermédio da Lei nº 13.169/2015, em que, a partir de sua publicação, os tributos federais citados passaram a incidir apenas sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada pela unidade consumidora com micro e minigeração distribuída.

Dentro da microgeração e minigeração distribuída o sistema de compensação pode ocorrer em quatro diferentes modalidades de compensação. A primeira, a forma clássica onde a geração e o consumo ocorrem na mesma unidade consumidora. Já a segunda modalidade é o autoconsumo remoto e a compensação dos créditos gerados podem ocorrer em outras unidades consumidoras, desde que estejam sob a abrangência da mesma distribuidora e mesma titularidade (CPF ou CNPJ). Já a terceira modalidade é o empreendimento em múltiplas unidades consumidoras, onde se enquadram os condomínios (residenciais, comerciais, industriais). A energia gerada e injetada na rede pode ser rateada entre os participantes e as instalações para atendimento das áreas de uso comum dos condôminos que constituem uma unidade consumidora distinta e de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento. Por fim, a quarta modalidade é a geração compartilhada e nesta os consumidores podem se organizar sob forma de cooperativa ou consórcio, pessoa física ou jurídica, a fim de compartilhar energia elétrica de um gerador e com isso participar do sistema de compensação de energia elétrica. (HERSEN, 2020)

No Brasil, a GD é utilizada exclusivamente para a compensação de energia elétrica na tarifa da unidade consumidora ou outra unidade consumidora de mesma titularidade e na mesma área de concessão da distribuidora. Os “prosumidores” (consumidores que produzem energia elétrica) não têm suas faturas zeradas mesmo estando no sistema de compensação de energia. O consumidor do grupo B (baixa tensão) deve pagar um valor referente ao custo de disponibilidade de energia e o consumidor do grupo A (alta tensão) paga pela demanda contratada. (BAJAY et al., 2018)

Para o consumidor do grupo B, o custo de disponibilidade varia de acordo com o tipo de instalação sendo: monofásicas, 30 kWh/mês; bifásico, 50 kWh/mês; e trifásico, 100 kWh/mês. Já o consumidor do grupo A, a fatura de energia é decomposta em demanda e consumo, portanto a energia despachada na rede abate apenas a parcela referente ao consumo de energia, essa parcela pode ser zerada, porém a parcela referente à demanda contratada será faturada normalmente. (HERSEN, 2020)

### 3. Metodologia

O estudo foi desenvolvido em Guarapuava-PR, em uma indústria madeireira, de codinome Ômega ( $\Omega$ ), que processa madeira para estrado (paletes). A escolha de uma empresa do setor madeireiro para realização da pesquisa se justifica na importância que a indústria de base florestal representa para o município. De acordo com Bravin (2011), o setor madeireiro

está concentrado nas regiões Sudeste, Sul, Sudoeste e Central do Estado e possui raízes históricas que remetem desde a ocupação do território paranaense.

Historicamente a indústria da madeira sempre manteve posição de importância no município. De acordo com o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2019), juntos os subsetores da madeira, mobiliário, papel, papelão, editorial e gráfica somam 120 estabelecimentos e geram um total de 3.727 empregos com carteira assinada, o que corresponde a 8,57% do total de emprego formal no município.

A empresa  $\Omega$  está classificada no setor da indústria definido como Indústria de Fabricação de Produtos de Madeira, uma divisão da indústria de transformação. Conta com o trabalho de 74 funcionários e com base no número de pessoas ocupadas se classifica, de acordo com o Sebrae (2014), como indústria de pequeno porte. A madeira utilizada no processo produtivo é o pinus. Atualmente o principal mercado de atuação da empresa é o mercado externo, destino de 90% de seu produto, principalmente América do Norte e Ásia.

Os dados utilizados nesta pesquisa são de natureza primária e o critério utilizado para levantar as informações necessárias foi de entrevista do tipo estruturada, detalhada em Lasta (2018) e Prodanov e Freitas (2013), realizada em 28 de fevereiro de 2022. A realização da entrevista, conhecimento da estrutura da empresa, coleta de informações referente à biomassa disponível, espaço para instalação da central termelétrica e levantamento do histórico de consumo de energia elétrica contou com a colaboração do gerente administrativo/financeiro da empresa  $\Omega$ . Após a tabulação dos dados se recorreu a empresa de engenharia e soluções integradas para plantas industriais e geração de energia, A1 Engenharia, a fim de levantar as especificações técnicas e orçamento para o projeto.

A pesquisa configura-se como sendo de natureza aplicada. Silveira e Cordoava (2009) ressaltam que o objetivo da pesquisa de natureza aplicada é gerar conhecimentos para aplicação prática, focados na solução de problemas específicos. Com relação à forma de abordagem, a pesquisa foi quantitativa, pois fez uso de recursos e técnicas de análises de investimentos. Segundo Gerhartdt e Silveira (2009), a pesquisa quantitativa é centrada na objetividade e recorre à linguagem matemática com a finalidade de descrever as causas de um fenômeno ou as relações entre as variáveis. No tocante aos objetivos, a pesquisa foi classificada como exploratória e descritiva. Segundo Lasta (2018), a pesquisa exploratória é uma pesquisa empírica e voltada para a realidade. Já Gerhartdt e Silveira (2009), lembram que a pesquisa descritiva exige uma série de informações sobre o tema de pesquisa e visa descrever os fatos e fenômenos de uma determinada realidade.

Quanto aos procedimentos técnicos, fez-se uso de estudo de caso que segundo Lasta (2018) se caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um objeto de pesquisa, com a intenção de se conhecer de maneira ampla e detalhada. A Figura 1 sintetiza o enquadramento classificatório dos procedimentos realizados na pesquisa.

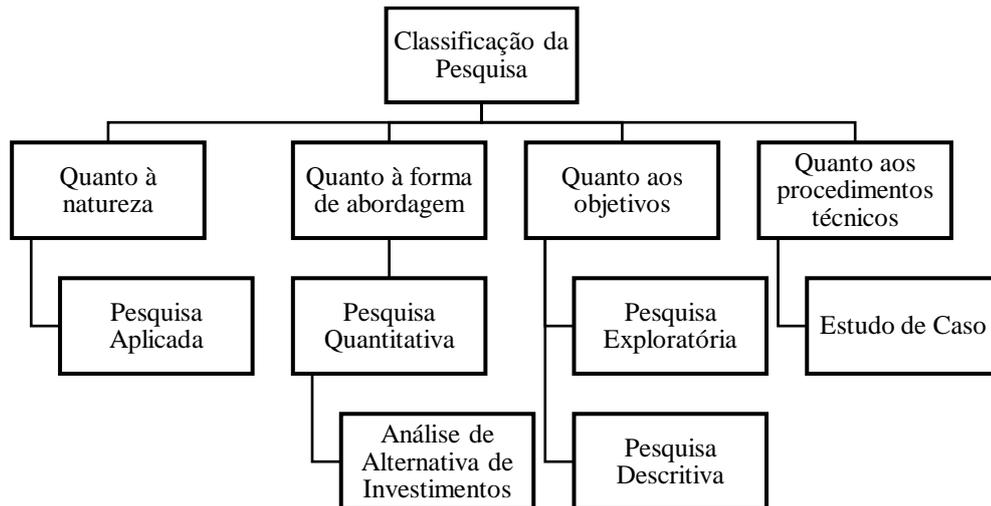


Figura 1. Classificação da pesquisa  
Fonte: Os autores (2022).

Para definir a potência da planta de geração foi necessário levantar junto a empresa o histórico do consumo de energia elétrica para um período de doze meses (ano 2021). De posse dos dados de consumo de energia elétrica, calculou-se a média aritmética simples (do consumo), conforme sugerido por Sartoris (2003). De posse da medida de energia média consumida mensalmente (kWh) foi possível identificar a medida de potência (kW). Segundo Lemes (2019), a medida de potência é dada pelo quociente entre a energia (kWh) e intervalo de tempo (horas).

Definida a potência de geração da central geradora o passo seguinte consistiu na realização de orçamento junto a empresa especializada na fabricação e comercialização dos equipamentos e componentes para a geração de energia elétrica a partir da queima da biomassa. Dado que empresas do setor focam principalmente em projetos de geração de maior magnitude, a única empresa que se mostrou disposta a elaborar orçamento para o projeto de geração foi a A1 Engenharia.

Para o projeto de investimento se trabalhou com ciclo de vida determinado (25 anos), compatível com as pesquisas de Ribeiro (2018), Hersen (2020) e com os contratos de empreendimentos de geração de fonte termelétrica à biomassa resultantes dos leilões de geração, promovidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (2020). Já, no que se refere à composição das saídas de recursos no fluxo de caixa, foi considerado o entendimento de Tolmasquim (2016), em que os desembolsos relacionados à geração de energia elétrica podem ser classificados em dois grupos: investimentos e custos de geração (operação e manutenção e relacionados ao consumo de combustível).

De acordo com a empresa A1 Engenharia (2022), para a planta de geração há a necessidade de um barracão pré-fabricado, com área construída de 855,20 m<sup>2</sup> e área total do projeto de 2 mil m<sup>2</sup>. Uma vez que sobre a área construída incide o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), estimou-se também seu valor a preço constante de janeiro de 2022 sendo, para fins de fluxo de caixa, segundo Guarapuava (2001) o valor a recolher anualmente, a título de imposto predial, corresponde à alíquota de 0,55% sobre seu valor venal. O custo unitário básico (CUB) é normalmente utilizado para identificação do custo do m<sup>2</sup> construído. Nessa pesquisa fez-se uso do CUB referente a janeiro/22, padrão Galpão Industrial (GI), disponível em Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2022). Os bens, imóvel e equipamentos, necessários à execução do projeto foram orçados com frete e montagem inclusos, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Detalhamento dos investimentos necessários

Tipo	Quantidade	Item	Vida Útil	Depreciação Anual
Imóvel	1	Barracão pré-fabricado	25 anos	4%
Equipamento	1	Conjunto de equipamentos: moega de recebimento com fundo móvel; transportador de calha; painel eletrônico para acionamento e comando; componentes do sistema de geração de energia elétrica (ciclo rankine).	10 anos	10%

Fonte: O autor com base em Receita Federal (2017).

Para realizar o cálculo da depreciação, foi utilizado o método linear aplicado por regime de caixa, conforme Timofeiczky Junior (2004). Os reinvestimentos – aquisições necessárias para a substituição dos investimentos deteriorados ou ultrapassados (no horizonte de planejamento de 25 anos) – são efetuados no espaço de tempo predeterminado pela vida útil dos diferentes tipos de bens. No estudo se levou em consideração que a empresa não dispõe de capital próprio para realização do projeto utilizando, portanto, capital de terceiros. Os cálculos foram realizados considerando financiamento total por meio linha de crédito “BNDES Crédito Pequenas Empresas” com período de carência de um ano e prazo de pagamento de cinco anos, com taxa de juros anual de 11,23%, conforme Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2022).

O capital de giro não foi considerado na análise. Como afirma Timofeiczky Junior (2004), o capital de giro é necessário em projetos de investimentos onde as despesas antecedem às receitas. No caso dessa pesquisa, assim que o projeto se inicia, a empresa  $\Omega$  sofre uma desoneração na compra da energia elétrica junto à distribuidora local, já que passa a gerar a sua própria energia. Como a desoneração é imediata, as despesas não antecedem as receitas.

Levantou-se também, junto à empresa de engenharia e soluções integradas para plantas industriais e geração de energia as especificações referentes ao número de funcionários e respectivos cargos, para composição do custo operacional do projeto. Já para determinação dos salários dos funcionários foi utilizado como referência o Termo Aditivo a Convenção Coletiva de Trabalho 2020/2021 divulgado pelo Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de Guarapuava (2021). No referido termo, não há uma especificação referente à remuneração diferenciada para um operador de caldeira frente à remuneração de um auxiliar. No entanto, é prática comum nas empresas do ramo, o operador realizar curso de capacitação e ser remunerado de forma diferenciada na função, portanto fez-se uso dos parâmetros usais médios adotado pela empresa que é a remuneração adicional de 20% (vinte por cento) para o operador de caldeira.

Não foi objetivo da pesquisa calcular o “custo do trabalho” para cada posto de trabalho que forma o quadro de funcionários do projeto em estudo, a fim de estabelecer um valor. Para fins de cálculo foi utilizado o trabalho já existente e consolidado na literatura que é o de Pastore (1996), baseado na Constituição Federal e na Consolidação das Leis do Trabalho, CLT, onde o autor concluiu que um trabalhador da indústria custa 102,06%, além do registro em carteira. Apesar do cálculo de Pastore ter sido realizado na década de 1990, segundo Krein et al. (2019), desde o estudo de Pastore não houve mudanças estruturais na legislação trabalhista brasileira, e conclui que somente com a aprovação da Lei nº 13.467/2017 que o Brasil entrou no grupo dos países que implementaram reformas trabalhistas nas últimas décadas.

No que se refere ao custo de manutenção do projeto, definido pela empresa de engenharia e soluções integradas para plantas industriais e geração de energia, considerou-se 1% ao ano sobre o valor do investimento ou reinvestimento. Para o presente estudo não se considerou custo de transporte da biomassa, dado a previsão de instalação da termoelétrica no pátio de operação da empresa  $\Omega$ .

Na sequência se identificou o custo de oportunidade. O custo de oportunidade é entendido como todo aquele custo ligado às oportunidades que eventualmente serão desperdiçadas caso a empresa não aloque seus recursos da melhor maneira possível (Pindyck e Rubinfeld, 2006). A biomassa utilizada para a geração de energia elétrica, foi considerada como custo de oportunidade, porque a fração que é produzida e não consumida pela empresa é comercializada no mercado. O preço de comercialização da biomassa foi levantado junto à empresa e utilizado para compor o cálculo do custo de oportunidade.

Uma vez definidos todos os critérios de estimação das saídas de caixa do projeto, passou-se a definir os critérios de entrada de caixa. Considerou-se como entrada de caixa a desoneração da fatura de energia elétrica da empresa  $\Omega$ , conforme Quadro 2.

Quadro 2. Detalhamentos para identificação da entrada de caixa

Simplificação de cálculo	Elemento	Descrição ou detalhamento de cálculo
[1]	Empresa	$\Omega$
[2]	Horário de Consumo	Ponta* ou Fora da Ponta
[3]	Média de 12 meses de consumo de energia elétrica (kWh)	Média do Consumo de energia elétrica da empresa (em kWh)
[4]	Grupo de tensão	A (alta tensão)
[5]	Custo de Disponibilidade (R\$)	Aplicável apenas às indústrias conectadas em baixa tensão (Grupo B)
[6]	Tarifa com Tributos (R\$)	Tarifa com ICMS, PIS e COFINS
[7 = 3x6]	Valor Total do Consumo de energia elétrica com Tributos (R\$)	Produto entre a média de 12 meses de consumo de energia elétrica (kWh) com a tarifa com tributos (R\$)
[8]	ICMS (R\$)	Produto entre o valor total do consumo da energia elétrica com tributos (R\$) com a alíquota de ICMS (29% no Paraná)
[9]	PIS (R\$)	Produto entre o valor total do consumo da energia elétrica com tributos (R\$), descontado o (R\$) do ICMS [8]. Alíquota de PIS=0,6671%
[10]	COFINS (R\$)	Produto entre o valor total do consumo da energia elétrica com tributos (R\$), descontado o (R\$) do ICMS [8]. Alíquota de COFINS=3,0729%
[11]	Novo valor Total do Consumo com GD (R\$)	zero (para alta tensão)
[12 = 7-11]	Desoneração da fatura de energia elétrica, média mensal (R\$)	Diferença entre o valor total do consumo de energia elétrica com tributos (R\$) e o novo valor total do consumo com GD (R\$)
[13 = 12 x (12 meses)]	Desoneração da fatura de energia elétrica, média anual (R\$)	Desoneração da fatura de energia elétrica, média mensal (R\$), vezes 12 (meses).

Fonte: O autor, com base em Agência Nacional de Energia Elétrica (2012 e 2015).

Nota: (\*) O horário de ponta refere-se ao período composto por três horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora – no caso da Concessionária Energisa é das 18hs às 21hs –, aprovado pela ANEEL para toda a área de concessão, com exceção feita aos sábados, domingos, e feriados nacionais. O horário fora da ponta é o remanescente.

Vale lembrar que a desoneração da fatura de energia elétrica corresponde ao recurso mensalmente disponível no caixa da empresa  $\Omega$ , sendo que antes da implantação do projeto é totalmente destinado ao pagamento da energia elétrica consumida junto à distribuidora local.

Além da desoneração da fatura de energia elétrica, a entrada de caixa do projeto foi composta por valores residuais e parcialmente depreciados de (re)investimentos. Após definição da composição do fluxo de caixa, projetou-se o fluxo de caixa, com especificação das saídas e entradas, ao longo da vida útil do projeto, com a finalidade de verificar se o projeto é atrativo sob o ponto de vista econômico, com valores referentes a janeiro de 2022.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é a taxa considerada a mínima possível para um investimento ser atrativo. Para Cury (2011) a TMA, é definida como a taxa de juros que o capital seria remunerado em uma outra alternativa de utilização, desconsiderando o projeto em estudo. Quando se trata do setor elétrico, Gonçalves (2015) considera que as taxas de retornos previstas ficaram aquém do necessário para atrair os investimentos necessários. O autor entende que as taxas internas de retornos calculadas e oferecidas a partir de uma média que contabiliza diversas fontes de financiamento estão distantes da realidade para remunerar adequadamente tais investimentos, levando em conta seu nível de risco.

Reforçam o entendimento de Gonçalves (2015), os trabalhos de Ribeiro (2018) – que após realizar uma análise técnica e econômica da produção de energia termelétrica utilizando como fonte a biomassa florestal, destacou que projetos de energia usam com frequência uma TMA real de 10% a 12% ao ano – e Hersen (2020), que realizou um estudo de viabilidade econômica da geração distribuída e compartilhada de energia elétrica proveniente da biomassa florestal no município de Guarapuava, utilizando TMA real de 9% ao ano. Visando uma razoabilidade entre os autores citados e o cenário econômico brasileiro até dezembro de 2021, optou-se para esse estudo utilizar TMA de 10% ao ano.

Para a análise de viabilidade econômica, utilizou-se o método do Valor Presente Líquido (VPL). A finalidade do método é medir o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil (SAMANEZ, 2009). Seu procedimento de cálculo é dado por:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (1)$$

Sendo:

$FC_t$  = Fluxo de caixa no t-ésimo período;

$I$  = Investimento inicial;

$K$  = Custo do capital;

$\Sigma$  = Somatório, da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados ao período inicial.

O critério de decisão do indicador diz respeito à sua grandeza, se  $VPL > 0$  entende-se que o projeto é economicamente viável. Samanez (2009) afirma que o objetivo do VPL é encontrar alternativas de investimento que valham mais do que custam para os patrocinadores, alternativas que apresentem um VPL positivo.

Adicionalmente, utilizou-se a Taxa Interna de Retorno (TIR) para encontrar a taxa intrínseca de rendimento do projeto. A TIR é a taxa que torna o VPL de um fluxo de caixa igual a zero. Por definição a TIR é a taxa de retorno do investimento e sua grandeza para Samanez (2009) é dada por:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + i^*)^t} \quad (2)$$

Sendo:

$FC_t$  = Fluxo de caixa no t-ésimo período;

$I$  = Investimento inicial;

$\Sigma$  = Somatório, da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados ao período inicial;  
 $i^*$  = Taxa hipotética que anula o VPL (TIR).

A análise da TIR se dá comparando-a com a TMA, na esperança da primeira ser maior que a segunda, indicando que o projeto em estudo apresenta maior taxa de retorno.

Adicionalmente se fez uso do Índice Benefício/Custo (IBC), uma medida de quanto se ganha por unidade de capital investido. O IBC é a razão entre o Fluxo Esperado de Benefícios de um determinado projeto e o Fluxo Esperado de Investimentos que serão necessários para realizá-lo. A equação do IBC é descrita por Souza e Clemente (2015), da seguinte maneira:

$$IBC = \frac{\sum_{j=1}^n (CF_j)/(1+i)^j}{CF_0} \quad (3)$$

Em que:

$CF_j$  = Fluxo de caixa no tempo j;

$i$  = taxa de desconto ou TMA.

$CF_0$  = Fluxo de caixa na data zero (inicial).

De acordo com Souza e Clemente (2015) a análise do IBC, para decisão de aceitar ou rejeitar um projeto de investimento, é feita em função da própria recuperação do investimento, ou seja, se  $IBC > 1$  o projeto apresenta retorno, caso contrário  $IBC < 1$ .

Por fim buscou-se medir o período de recuperação do capital. O Período de Recuperação do Investimento (Pay-back) é definido por Camargo (2007), como o tempo que um determinado investimento inicialmente despendido leva para ser plenamente recuperado. Eletrobrás et al. (2008) lembram que o tempo de retorno do capital pode ou não ser descontado. Quando se utiliza o Pay-back descontado, se leva em consideração o custo do dinheiro no tempo, sendo que os fluxos são descontados pela TMA. Assim o Pay-back descontado é atingido quando o Valor Presente dos fluxos positivos se igualar ao Valor Presente dos fluxos negativos. Dessa forma, espera-se que o investimento seja recuperado dentro período de vida útil do projeto.

#### 4.A Pesquisa com Resultados e Análises

No levantamento de dados junto a empresa madeireira, identificou-se que o consumo mensal médio de energia elétrica para o ano de 2021 foi de 106.601,42 kWh, sendo que 4,68% se referem a consumo na ponta e 95,32% fora da ponta. Apesar do consumo na ponta, horário das 18h as 21h, representar em média menos de 5% do consumo total, cabe lembrar que o preço da energia chega a quase quadruplicar nesse horário, quando comparado com o horário fora da ponta. De acordo com o gestor da empresa, o impacto da energia elétrica no custo total é significativo e corresponde a aproximadamente 6,5% do custo total.

Com base no consumo médio mensal de energia elétrica apurou-se que a potência mínima (líquida) de geração é de 148,06 kW e recorreu-se à empresa de engenharia e soluções integradas para plantas industriais e geração de energia, A1 Engenharia, para as definições técnicas do projeto, cujo resultado consta na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações técnicas do projeto

Elemento	Descrição	Projeto $\Omega$	Unid.
Potência de geração	Potência bruta de geração	0,200	MW
	Fator de consumo Interno	0,13	(%)
	Fator de indisponibilidade	0,10	(%)
	Horas no mês	720	h

	Potência líquida	0,154	MW
	Energia líquida gerada (mês)	110,88	MWh
	Energia líquida gerada (ano)	1.330,56	MWh
Caldeira (*)	Temperatura	350	°C
Combustível (**)	Umidade na base seca	0,45	(%)
	PCI (***)	2.200	kcal/kg
	Consumo específico de combustível	2,55	t/MWh
	Consumo de combustível	0,51	t/h
	Combustível por mês	367,20	t
	Combustível por ano	4.406,40	t

Fonte: Proposta comercial da empresa de engenharia e soluções integradas para plantas industriais e geração de energia, A1 Engenharia (2022).

Nota: (\*) Caldeira tipo Flamotubular; (\*\*) Combustível considerado é o cavaco de madeira proveniente da indústria participante da pesquisa; (\*\*\*) Poder Calorífico Inferior.

De acordo com orçamento realizado junto a A1 Engenharia (2022), o investimento referente barracão (área construída de 855,20 m<sup>2</sup>) e conjunto de equipamentos, ambos já instalados, equivale a R\$3,00 milhões. Com relação a definição do número de trabalhadores, funções e salários, que compõem o custo operacional do projeto, os resultados encontrados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Identificação do custo operacional do projeto

Cargo	Piso Salarial (R\$)	Adicional Para Função Com Exigência de Capacitação (%)	Custo do Trabalho		Custo Operacional Mensal (R\$)	Custo Operacional Anual (R\$)
			Salário de Registro em Carteira de Trabalho (R\$)	Custo do Trabalho Além do Registrado em Carteira (R\$)		
Operador 1	1.487,20	20	1.784,60	1.831,00	19.886,10	238.633,20
Operador 2	1.487,20	20	1.784,60	1.831,00		
Operador 3	1.487,20	20	1.784,60	1.831,00		
Auxiliar 1	1.487,20	0	1.487,20	1.525,90		
Auxiliar 2	1.487,20	0	1.487,20	1.525,90		
Auxiliar 3	1.487,20	0	1.487,20	1.525,90		

Fonte: O autor a partir de A1 Engenharia (2022) e Termo Aditivo a Convenção Coletiva de Trabalho 2020/2021 divulgada pelo Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de Guarapuava (2021).

O custo de manutenção do projeto foi definido em 1% ao ano sobre o valor do investimento e reinvestimento. Já no que se refere ao custo de oportunidade, esse se refere a biomassa florestal produzida pela empresa em forma de cavaco (de pinus), previsto no projeto para ser utilizado como combustível para geração de energia elétrica. A Tabela 3 sintetiza a produção de biomassa da empresa.

Tabela 3. Produção e destino da biomassa

Resíduo (coproduto)	Quantidade mensal	Unid. de medida	Destino	Preço de venda em R\$
Cavaco	1.200	ton.	venda	75/ton.
Cavaco	360	ton.	consumo próprio	—
Casca	120	ton.	doação	—
Serragem	1.000	m <sup>3</sup>	venda	10/m <sup>3</sup>

Serragem	100	m <sup>3</sup>	consumo próprio	—
Maravalha	240	m <sup>3</sup>	venda	22/m <sup>3</sup>

Fonte: Dados da pesquisa.

De um total de 3.020 toneladas geradas mensalmente de biomassa na empresa  $\Omega$ , 2.440 toneladas (80,8%) são destinadas ao mercado e 460 toneladas (15,23%) utilizadas internamente na geração de calor. O restante, 120 toneladas (3,97%) tem como destino a doação. Essa disponibilidade de biomassa está diretamente relacionada com o potencial de geração de energia elétrica do projeto.

De acordo com os detalhamentos técnicos fornecidos por A1 Engenharia (2022), para atender o consumo mensal de energia elétrica da empresa em estudo, estima-se uma queima mensal de 367,2 toneladas de cavaco (ver tabela 1). Dessa forma, nota-se que a empresa  $\Omega$  tem capacidade de produzir todo o combustível necessário para a geração da anergia elétrica que consome, o que corresponde a 30,6% do volume de cavaco vendido no mercado. Considerando que a empresa realiza a venda do cavaco, o produto entre a quantidade mensal (367,2 ton.) e o preço unitário (R\$75/ton.) configura-se como custo de oportunidade do projeto, por ser uma receita que deixa de existir a partir da implantação do projeto.

De posse dos detalhamentos técnicos do projeto, identificação dos investimentos e reinvestimentos necessários, custo do financiamento do projeto, levantamento dos custos operacional, manutenção e de oportunidade, foi possível elaborar o fluxo de caixa estimado para o projeto, este apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Fluxo de caixa estimado para o projeto

Período	ENTRADA	ENTRADA	SAÍDA	SAÍDA	SAÍDA	SAÍDA	SAÍDA	SAÍDA
	Desoneração da fatura de energia elétrica	Valor residual de (re)investimentos	Capital de terceiro	Juros sobre capital de terceiro	IPTU	Custo operacional	Custo manutenção	Custo de oportunidade (combustível-cavaco)
0	0	0	3.000.000,00	0	0	0	0	0
1	747.696,33	0		-319.957,66	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
2	747.696,33	0		-241.356,84	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
3	747.696,33	0		-153.928,76	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
4	747.696,33	0		-56.682,04	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
5	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
6	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
7	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
8	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
9	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
10	747.696,33	60.000	-2.054.593,50	0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
11	747.696,33	0		-319.957,66	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
12	747.696,33	0		-241.356,84	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
13	747.696,33	0		-153.928,76	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
14	747.696,33	0		-56.682,04	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
15	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
16	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
17	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
18	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
19	747.696,33	0		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
20	747.696,33	60.000	-2.054.593,50	0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
21	747.696,33	0		-319.957,66	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
22	747.696,33	0		-241.356,84	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
23	747.696,33	0		-153.928,76	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
24	747.696,33	0		-56.682,04	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480
25	747.696,33	1.518.908,13		0	-1.335,83	-238.633,2	-30.000	-330.480

Fonte: Dados da pesquisa.

Para analisar a viabilidade econômica do projeto, fez uso das métricas expostas na seção de métodos. O conjunto de indicadores está sintetizado na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado dos indicadores

Indicador	Grandeza
Potência Bruta (MW)	0,200
Valor do Projeto (R\$)	3.000.000,00
Vida Útil do Projeto (ANOS)	25
TMA (% a.a.)	10
VPL (R\$)	-3.577.821,29
TIR (%)	-8,50
IBC	-1,19
Pay-back descontado (ANOS)	Não identificado dentro do período de execução do projeto

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o projeto se identificou VPL de R\$ -3.577.821,29, que de acordo com o critério de análise,  $VPL < 0$ , indica que o valor presente do projeto é menor do que o valor do aporte inicial, sendo assim o projeto não é viável financeiramente. No que se refere a TIR também reforça a inviabilidade do projeto, sendo menor que a TMA ( $-8,5\% < 10\%$ ). O esperado para um projeto viável é uma TIR com grandeza superior à TMA estabelecida para o estudo. Já o IBC, que expressa o retorno sobre a unidade de capital investido, mostrou-se menor que 1 (um) e negativo ( $-1,19 < 1$ ), revelando que cada unidade de capital investido, além de não proporcionar retorno algum, demanda um aporte complementar equivalente a R\$ 1,19. O indicador ratifica o que os demais indicadores demonstram. Também não se identificou existência de recuperação do capital investido dentro da vida útil do projeto (Pay-back descontado).

O valor do projeto equivale a R\$ 15.000,00/kW de potência instalada. Na literatura é possível encontrar estudos de viabilidade econômica de Projetos com geração distribuída de energia elétrica em que a biomassa é utilizada como combustível, cujos resultados são compatíveis com esta pesquisa. Hersen (2020) conclui que a inviabilidade econômica de projetos com potência de geração de energia elétrica de até 1 MW pode ser associada ao fato desses projetos apresentarem maior investimento por unidade de potência nominal. Silva (2016), observou que quanto menor a capacidade de geração de uma termoeletrica que utiliza como fonte a biomassa, maior é o seu custo por kW produzido.

Ao analisar o fluxo de caixa do projeto é possível identificar alguns componentes que influenciam de maneira importante seu resultado, como o custo de oportunidade e custo operacional. O primeiro componente que influenciou significativamente a inviabilidade econômica do projeto foi o custo de oportunidade, que no caso estudado é o valor que se renuncia da venda da biomassa no mercado, dado que no projeto proposto passa-se a utilizar o cavaco como fonte de energia na termoeletrica, representando R\$ 330.480,00/ano. A título de comparação, só esse valor corresponde a 44,20% da receita teórica do projeto (desoneração anual da fatura de energia elétrica). O valor mostra-se expressivo também porque vem ocorrendo importante aumento do preço do cavaco no mercado. De acordo com a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (2016; 2021), o preço do cavaco (sujo) no município de Guarapuava aumentou aproximadamente 70% entre out/16 e nov/21.

Já o custo operacional, que representa os gastos com os salários dos operadores da termoeletrica, totaliza R\$ 238.633,20/ano. Quando comparado com o gasto anual da empresa com energia elétrica, tal custo representa 31,91%. De acordo com o trabalho de Hersen et al. (2023) o custo operacional, por se tratar de um custo fixo, torna-se mais representativo em plantas de geração de menor porte e, assim, um elevado custo operacional em relação à

capacidade de geração de energia elétrica inevitavelmente contribui para inibir a viabilidade econômica do projeto.

Com o estudo de viabilidade se identificou que a desoneração da fatura não se traduz em investimento com taxa de retorno superior a 10% a.a. e sim em ampliação do desembolso anual da empresa com o insumo energia elétrica. Assim, os resultados apresentados corroboram para o entendimento de que a migração para a GD, no formato especificado na presente pesquisa, corresponde à ampliação do custo com energia elétrica para a empresa  $\Omega$ , quando comparada à continuidade da aquisição de energia elétrica junto à distribuidora local.

## 5. Conclusões

No Brasil a GD surge em termos de legislação, a partir do Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004 e o marco regulatório da mini e microgeração distribuída surge com a Resolução 482/2012 da ANEEL, que estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, além de instituir o sistema de compensação de energia elétrica. De acordo com a resolução, as unidades consumidoras com micro ou minigeração distribuída (até 100kW ou 1 MW de potência instalada respectivamente), a partir de fonte hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, podem compensar seu consumo de energia. A partir de 2015 a ANEEL promoveu alterações na RN nº 482/2012, por meio da RN nº 687/2015. Com as alterações se permitiu que a mini e microgeração distribuída no Brasil fossem exploradas por empreendimento de múltiplas unidades consumidoras e de geração compartilhada e elevou o limite de capacidade instalada de minigeração para até 5 MW.

A partir da publicação dessas normas, as empresas passam a ter autorização para gerar a energia elétrica que consomem, junto à unidade fabril (GD). Essa possibilidade pode contribuir para a redução do custo da energia elétrica, que no Brasil mostra-se elevado quando se compara as diferentes unidades federativas e principalmente quando se compara com outros países. O elevado custo do insumo força os gestores a buscarem alternativas de investimentos, economicamente viáveis, que possibilitem sua redução, maior previsibilidade de preço e segurança de fornecimento.

Para auxiliar na análise de alternativa de investimentos dessa natureza, o objetivo da pesquisa foi analisar se há viabilidade econômica na adesão à GD para uma indústria madeireira paranaense, utilizando como fonte a biomassa florestal (cavaco), resultante de seu processo produtivo. Os resultados da pesquisa indicam que, para o caso estudado, a geração de energia elétrica em central termoelétrica instalada no pátio da empresa, com potência bruta de 0,200MW, tendo como combustível o cavaco de pinus, mostra-se inviável sob o ponto de vista econômico. A inviabilidade é explicada pelos resultados dos indicadores de viabilidade econômica, sendo o seu VPL R\$-3.577.821,29, TIR -8,5%, IBC de -1,19 e inexistência de retorno do investimento dentro do período de execução do projeto.

Desse modo, a presente pesquisa cumpriu com o objetivo proposto ao identificar que não há viabilidade econômica na substituição da aquisição de energia elétrica junto à distribuidora local pela Geração Distribuída, no formato estudado. Os resultados encontrados estão relacionados principalmente ao fato de se tratar de uma planta de geração de menor porte, com elevado custo de oportunidade e custo operacional.

Recomenda-se à empresa empreender novos estudos para alcançar seu objetivo de reduzir o custo com energia elétrica. Uma alternativa a ser avaliada seria o ingresso em consórcio de geração de energia elétrica, modalidade possível dentro da GD, este organizado junto ao sindicato que representa os empresários do setor madeireiro, com a participação de outras empresas do setor. Um consórcio de geração teria a vantagem de aumentar a potência de

geração da central geradora e ainda ratear os custos da geração entre as empresas participantes, o que poderia resultar em redução do custo de geração quando comparado com a geração no pátio da empresa. Outra alternativa para a empresa seria realizar um estudo de migração para o Ambiente de Contratação Livre (ACL). O caminho a ser seguido é inicialmente estabelecer contato com uma comercializadora afim de buscar propostas contratuais.

Essa pesquisa buscou estudar a geração de energia elétrica com uso da biomassa produzida pela própria empresa estudada. Dessa forma, mostra-se como uma limitação o fato de não realizar comparações de projetos de investimentos que utilizam outras fontes previstas na Geração Distribuída, como por exemplo a solar. Assim, sugere-se a trabalhos futuros dessa natureza que explorem outras fontes de geração na tentativa de encontrar soluções dentro da própria Geração Distribuída.

Conclui-se que a presente pesquisa teve importante papel no sentido de esclarecer à empresa  $\Omega$  sua inquietude sobre existência de viabilidade, do ingresso na modalidade de GD de energia elétrica com uso da biomassa resultante de seu processo produtivo. Apesar de não se identificar viabilidade econômica do projeto, no formato estudado, com o presente estudo a empresa dispõe de informações até então inexistente, que lhe auxiliarão em novas decisões relacionadas a intenção de redução do custo da energia elétrica consumida.

## 6.Referências

A1 ENGENHARIA. **Proposta comercial**. Araucária: A1 Engenharia, 2022.

ACKERMANN, T.; ANDERSSON, G.; SÖDER, L. Distributed generation: a definition. **Electric Power Systems Research**, v. 57, n. 3, p.195–204, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. **Leilão de energia garante investimento de R\$ 11,2 bilhões**. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/leilao-de-energia-garante-investimento-de-r-11-2-bilhoes/656877?inheritRedirect=false](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/leilao-de-energia-garante-investimento-de-r-11-2-bilhoes/656877?inheritRedirect=false). Acesso em: 12 de set. de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial**, seção 1, p. 53, v. 149, n. 76, 19 de abr. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. **Diário Oficial**, seção 1, p. 45, v. 152, n. 230, 2 de dez. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, ABGD. **Brasil atinge 9 GW de potência instalada em sistemas de geração própria de energia**. Disponível em: <https://www.abgd.com.br/portal/>. Acesso em: 20 de fev. de 2022.

BAJAY, S.; JANNUZZI, G. M.; HEIDEIER, R. B.; VILELA, I. R.; PACCOLA, J. A.; GOMES, R. **Geração distribuída e eficiência energética: reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro**. Campinas: IEI Brasil, 2018.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, BNDES. **BNDES Crédito Pequenas Empresas.** Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-credito-pequenas-empresas>. Acesso em 20 de mar. de 2022.

BRAVIN, N. J. R. **Arranjo espacial das indústrias de Guarapuava - PR:** uma análise a partir dos distritos industriais. 192 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, 2011.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, CBIC. **Custo Unitário Básico:** indicador dos custos do setor da construção civil. Disponível em: <http://www.cub.org.br/>. Acesso em 10 de jan. de 2022.

CAMARGO, C. **Análise de investimentos e demonstrativos financeiros.** Curitiba: Ibpex, 2007.

CURY, M. V. Q. **Análise de Projetos de Investimentos.** Rio de Janeiro: FGV Management, 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Anuário estatístico de energia elétrica 2020.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoesdados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em 20 de abr. de 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Recursos energéticos: potencial dos recursos energéticos no horizonte 2050.** Rio de Janeiro: EPE/MME, 2018.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA, FIESC. **Competitividade das tarifas de energia elétrica no mercado regulado para indústria catarinense.** Florianópolis: FIESC, 2018.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, FIRJAN. **Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil?** Rio de Janeiro: FIRJAN, 2011.

FUNCHAL, M. Maiores produtores de energia elétrica com biomassa florestal do Brasil. **O Papel**, s/v., s/n., p.24-27, mai. de 2021.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa.** Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GONÇALVES, E. Percepção de risco no setor elétrico brasileiro. **Conjuntura Econômica**, p. 54-56, mai. de 2015.

GUARAPUAVA. Lei nº 1.108, de 28 de dezembro de 2001. Institui o código tributário municipal e dá outras providências. **Diário Oficial**, 31 dez. 2001.

HERSEN, A. **Viabilidade econômica da geração distribuída e compartilhada de energia elétrica proveniente da biomassa florestal no município de Guarapuava, PR.** 146f. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, Paraná, 2020.

HERSEN, A.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R.; DA SILVA, J. C. G. L.; DA SILVA, D. A. Viabilidade econômica da geração distribuída e compartilhada de energia elétrica: um estudo de caso com biomassa florestal. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Florestais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, IEA. **Distributed generation in liberalised electricity markets**. Paris: OECD/IEA, 2002.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, IPARDES. **Caderno estatístico**: município de Guarapuava. Curitiba: IPARDES, 2019.

KREIN, J. D.; OLIVEIRA, R. V.; FILGUEIRAS, V. A. As reformas trabalhistas: promessas e impactos na vida de quem trabalha. **Caderno CRH**, Salvador, v.32, n. 86, p. 225-229, 2019.

LASTA, T. T. **Metodologia e técnicas de pesquisa em economia**. Indaial: UNIASSELVI, 2018.

LEMES, A. S. **Eletricidade básica**. 27f. 2019. (Apostila) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus de Presidente Epitácio, Presidente Epitácio, 2019.

OLIVEIRA, M. A. O impacto do ICMS na geração distribuída no Brasil. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Cascavel, v.5, n.3, p.407-417, 2016.

PASTORE, J. **A batalha dos encargos sociais**. São Paulo: Folha de São Paulo, 1996.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 6. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2006.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2.ed. Porto Alegre: FEEVALE, 2013.

RECEITA FEDERAL, RF. Instrução Normativa RFB nº 1700, de 14 de março de 2017. Dispõe sobre a determinação e o pagamento do imposto sobre a renda e da contribuição social sobre o lucro líquido das pessoas jurídicas e disciplina o tratamento tributário da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins no que se refere às alterações introduzidas pela Lei nº 12.973, de 13 de maio de 2014. **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 23, 16 de mar. 2017.

RIBEIRO, G. B. D. **Análise técnica e econômica da produção de energia termelétrica a partir da biomassa florestal**. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

SARTORIS, A. Estatística e introdução à econometria. São Paulo: Saraiva, 2003.

SAMANEZ, Carlos Patricio. **Engenharia Econômica**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Preços de produtos florestais – histórico novembro 2021**. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Preços-de-Produtos-Florestais> . Acesso em 11 de ago. de 2024.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Preços de produtos florestais – histórico outubro 2016.** Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Precos-de-Produtos-Florestais> . Acesso em 11 de ago. de 2024.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. **Participação das micro e pequenas empresas na economia brasileira.** Brasília: UGE/Sebrae, 2014.

SILVA, A. C. M. R. **Correlações de eficiência energética em função da potência de termelétricas a biomassa.** Distrito Federal: Universidade de Brasília. 2016.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. Unidade 2: a pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SINDICATO DOS TRABALHADORES NAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO E DO MOBILIÁRIO DE GUARAPUAVA. Termo aditivo a convenção coletiva de trabalho 2020/2021. Disponível em: [https://www.sticmguarapuava.org.br/ccts/cct\\_gpva\\_x\\_gpva\\_2021\\_2023\\_registrada.pdf](https://www.sticmguarapuava.org.br/ccts/cct_gpva_x_gpva_2021_2023_registrada.pdf). Acesso em 18 de dez. de 2021.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos:** fundamentos, técnicas e aplicações. São Paulo: Atlas, 2015.

TIMOFEICZYK JUNIOR, R. **Análise econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais – um estudo de caso.** 126f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

TOLMASQUIM, M. T. (Coord.). **Energia termelétrica:** gás natural, biomassa, carvão, nuclear. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Lista de alto risco da administração pública federal 2022:** Sustentabilidade tarifária de energia elétrica. Disponível em: [https://sites.tcu.gov.br/listadealtorisco/sustentabilidade\\_tarifaria\\_de\\_energia\\_eletrica.html](https://sites.tcu.gov.br/listadealtorisco/sustentabilidade_tarifaria_de_energia_eletrica.html). Acesso em 14 de out. de 2023.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Distributed generation of electricity and its environmental impacts.** Disponível em: <https://www.epa.gov/energy>. Acesso em 28 de fev. de 2021.