

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS  
FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Deives Antonio Budel**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2017**

# **VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS**

**POR**

**Deives Antonio Budel**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

**Orientador: Cristiano Roos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2017**

# VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS

DEIVES ANTONIO BUDEL (UFSM)

deivesbudel@gmail.com

CRISTIANO ROOS (UFSM)

cristiano.roos@ufsm.br

## RESUMO

*A energia solar fotovoltaica é uma das principais fontes renováveis de geração de energia elétrica. Porém, o elevado custo de instalação ainda é considerado a principal limitação para a difusão desse tipo de fonte de energia. O presente trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos conectados à rede na geração de energia elétrica em residências na cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Para que isto seja possível, foram criados diferentes cenários de cálculo que alternam entre o custo da tarifa cobrada pela concessionária de energia elétrica e a potência efetiva de cada sistema fotovoltaico instalado. Os métodos de análise empregados foram Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, Payback Simples e Payback Descontado, além do método do Custo Nivelado da Eletricidade. Dentre os cenários analisados, todos mostraram-se economicamente viáveis. Contudo, devido ao VPL baixo ou ao excesso de energia elétrica gerada, alguns cenários são menos atrativos. Como principal conclusão, obteve-se que o dimensionamento de um sistema fotovoltaico não deve exceder o consumo médio da residência. Isto porque para sistemas maiores a energia elétrica excedente gerada não necessariamente implicará em lucro devido ao tempo previsto em lei para o consumo deste excedente.*

*Palavras-chave:* ENGENHARIA ECONÔMICA; SISTEMA FOTOVOLTAICO; RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR; ANÁLISE DE INVESTIMENTO.

# ***ECONOMIC VIABILITY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN RESIDENCES***

**DEIVES ANTONIO BUDEL (UFSM)**

deivesbudel@gmail.com

**CRISTIANO ROOS (UFSM)**

cristiano.roos@ufsm.br

## **ABSTRACT**

*Actually, the photovoltaic solar energy is one of the main renewable sources of electricity. Although the inherent advantage of being renewable, the relative high cost is still a drawback for its use. The present study aims to analyze the economic viability of grid-connected photovoltaic systems in the generation of electric energy for residences in the Santa Maria City, Rio Grande do Sul State, Brazil. To make it possible, different calculation scenarios have been considered alternating the costs of the concession of electric energy and the effective power of each installed photovoltaic system. The analysis employed were Net Present Value, Internal Rate of Return, Simple Payback and Discounted Payback, in addition to the Levelized Cost of Electricity method. Among the scenarios analyzed, all were economically viable. However, due to low NPV or the excess of generated electricity, some scenarios are not attractive. As a main conclusion, it was obtained that the scaling of a photovoltaic system should not exceed the average energy consumption of the residence. This is due for larger systems that generates an excess of electric energy would not necessarily result in profit due to the time provided by law for consumption of this surplus.*

**Keywords:** ECONOMIC ENGINEERING; PHOTOVOLTAIC SYSTEM; UNIFAMILIARY RESIDENCE; INVESTMENT ANALYSIS.

## 1 INTRODUÇÃO

Com uma tecnologia capaz de fornecer eletricidade sustentável e reduzir a carga de combustíveis fósseis no meio ambiente, os Sistemas Fotovoltaicos (SFV) têm atraído cada vez mais atenção nos últimos anos. A indústria de geração de energia elétrica a partir da fonte solar pode ser considerada definitivamente a melhor opção para a demanda de energia no futuro, uma vez que é superior em termos de disponibilidade, custo-eficácia, acessibilidade, capacidade e eficiência em comparação com outras fontes de energia renováveis (KANNAN; VAKEESAN, 2016).

Seguindo os moldes de alguns países desenvolvidos, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou em 2015 a Resolução Normativa Número 687, na qual alterou o artigo 2º da Resolução Normativa Número 482/2012, possibilitando a utilização de sistemas fotovoltaicos conectados à rede em residências para a geração de energia elétrica. A esse respeito, Torres (2012) diz que a utilização de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica pode contribuir para a redução de picos de demanda diurnos, mesmo sendo gerada junto ao ponto de consumo.

O território brasileiro possui uma incidência solar muito superior a países como a Alemanha, por exemplo. Enquanto no Brasil, a radiação solar varia entre 1.500 e 2.500 kWh/m<sup>2</sup> em qualquer região do território, países da Europa possuem níveis entre 900 e 1.250 kWh/m<sup>2</sup> (EPE, 2012). Essa grande incidência de radiação solar possibilitou a criação da primeira usina fotoelétrica situada no nordeste brasileiro, surgindo desta forma um novo mercado nacional no fornecimento de energia elétrica.

Apesar da implantação de sistemas fotovoltaicos possuírem um custo relativamente elevado, incentivos governamentais na isenção de impostos aliados ao aumento do custo da energia elétrica nos últimos anos, fizeram dessa tecnologia uma alternativa com grande potencial. Davi et al. (2016), argumentam que a viabilidade do investimento pode ser promissora, no entanto devem ser mantidos os incentivos financeiros em correspondência com a redução de preços anuais da tecnologia fotovoltaica.

Neste contexto, o presente trabalho tem como origem um problema de pesquisa de ordem prática. A principal questão que impulsionou a realização deste estudo é se a utilização de um sistema fotovoltaico conectado à rede pode ser economicamente atrativa em residências unifamiliares na cidade de Santa Maria? Esta oportunidade de pesquisa pode se sustentar pelo fato de haver poucos trabalhos práticos que envolvem estudos de viabilidade econômica de utilização de sistemas fotovoltaicos em residências.

As principais justificativas neste trabalho são as crescentes utilizações de fontes renováveis na geração de energia elétrica, principalmente a solar com placas fotovoltaicas. Segundo Ribeiro, Rezende e Dalmácio (2008), o estudo da viabilidade de implantação da energia solar é de extrema importância nos tempos atuais. Isto decorre, principalmente, da necessidade de utilização de novas fontes de energia renováveis, uma vez que as fontes de energia atuais, em sua maioria não renováveis, contribuem expressivamente para impactos ambientais negativos. Aliado a isto, tem-se como justificativa adicional deste trabalho a expectativa que os resultados podem influenciar as pessoas a adquirirem um sistema fotovoltaico, mostrando o real retorno econômico no futuro como viável ou inviável.

Dessa maneira, o objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo de viabilidade econômica, envolvendo a utilização de sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica em residências unifamiliares na cidade de Santa Maria.

Na próxima seção apresenta-se o embasamento teórico através do estudo bibliográfico. A terceira seção descreve o método de pesquisa, apresentando o cenário, a classificação e as etapas desta pesquisa. Sequencialmente, a quarta seção expõe os dados coletados, os cálculos e resultados obtidos. Por fim, a quinta seção contém as conclusões deste estudo, bem como o apontamento de futuras oportunidades de pesquisa.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O referencial teórico abordado neste estudo trará definições de energia fotovoltaica e de engenharia econômica, em específico, definições de Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, Payback Simples e Payback Descontado. Na sequência serão apresentados os sistemas fotovoltaicos em diferentes aplicações, bem como, variáveis e métodos que podem ser analisadas economicamente.

### **2.1 Energia fotovoltaica**

Conforme Rütther e Zilles (2011), a conversão direta da luz solar em eletricidade com sistemas fotovoltaicos ligados à rede leva a uma série de benefícios para o sistema elétrico e o meio ambiente. A principal vantagem técnica é a possibilidade de produzir energia elétrica limpa e renovável perto dos consumidores ou até mesmo no local de uso, além de poder integrar geradores fotovoltaicos em edifícios ou em áreas urbanas. No estudo elaborado pela EPIA (*European Photovoltaic Industry Association*), publicado em junho de 2015, a produção mundial de energia solar fotovoltaica no ano de 2014 chegou a 178 GWp<sup>1</sup>, cerca de 30% maior

---

<sup>1</sup> Wp (watt – pico) – é a unidade de potência de saída de um gerador fotovoltaico, sob as condições padrões de ensaio.

que no ano de 2013. A previsão para os próximos cinco anos é que a potência instalada ultrapasse os 450 GWp.

A possibilidade de gerar energia elétrica através do sol chama-se efeito fotovoltaico. Esse fenômeno ocorre quando a luz, ou a radiação eletromagnética do sol, incide sobre uma célula composta de materiais semicondutores com propriedades específicas (VILLALVA, 2015). Kannan e Vakeesan (2016) mencionam que os sistemas fotovoltaicos consistem de muitos componentes, como células, módulos e matrizes para a geração de energia elétrica. Além disso, vários meios de regulação, dispositivos eletrônicos, ligações elétricas e dispositivos mecânicos são utilizados para melhorar a eficiência operacional.

Segundo a *International Energy Agency* (1999), há dois tipos de sistemas utilizados atualmente: *grid-connected* (conectado à rede) e *stand-alone* (isolado). No caso dos conectados à rede, a energia produzida é introduzida na rede pública de energia elétrica ou consumida na casa onde o sistema está instalado. Já nos sistemas isolados, a energia produzida é armazenada em uma bateria separada do mesmo, podendo ficar contida nela por um longo período de tempo. De acordo com Campos et al. (2014), os sistemas conectados à rede são utilizados em áreas urbanas, uma vez que existe a disponibilidade de fornecimento de eletricidade em tempos de baixa produtividade e, também, é possível converter a quantidade de energia excedente em crédito para ser utilizado pelo consumidor em suas próximas faturas de energia. A Figura 1 representa a instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede em uma residência.



Figura 1 – Esquema de instalação de um sistema fotovoltaico em uma residência

Fonte: REAL SOLAR (2017)

Os fótons provenientes da luz solar são absorvidos pelas células fotovoltaicas transferindo sua energia para os elétrons que então ganham a capacidade de se movimentar. Esse movimento dos elétrons é responsável pela formação da corrente elétrica (RÜTHER, 2004). A corrente gerada pela movimentação dos elétrons flui para o inversor, o qual é responsável por transformar corrente contínua em corrente alternada, e a partir dele, a energia

elétrica é direcionada para o medidor de energia, o qual direciona a energia elétrica de volta para a residência ou distribui para a rede elétrica.

## 2.2 Engenharia econômica

Newnan e Lavelle (2000) alegam que diferentes técnicas de engenharia podem ser usadas na tomada de decisão para investimentos em projetos, mas os aspectos econômicos dominam o problema, sendo, portanto, preponderantes na determinação da melhor solução. Conforme Gomes (2013), a análise e a avaliação de projetos são feitas com base nos fluxos de caixa gerados pelos mesmos. Os critérios de análise mais usuais são: Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, Payback Simples e Payback Descontado.

O método do Valor Presente Líquido (VPL) tem como finalidade determinar um valor no instante inicial a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e despesas (HIRSCHFELD, 2016). Segundo Ehrlich e Moraes (2013), com o VPL é possível decidir qual a melhor alternativa de investimento calculando os valores atuais equivalentes às séries correspondentes e comparando-os, no qual o resultado com o maior valor positivo é o mais rentável. O cálculo do VPL, conforme Brom e Balian (2007), pode ser obtido através da Equação 1.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - FC_0 \quad (1)$$

Onde: VPL é o fluxo de caixa do investimento [R\$];  $FC_t$  é a entrada ou fluxo de caixa de cada período  $t$  [R\$];  $i$  é Taxa Mínima de Atratividade (TMA) esperada pelo investidor [% ao período];  $n$  é o período estimado para o projeto.

Conforme Hess et al. (1992), a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) apresenta um forte grau de subjetividade, uma vez que parte do investidor qual deverá ser o rendimento requerido para o projeto. Camloffski (2014) alega que um investidor de perfil conservador ou moderado pode considerar taxas próximas à taxa básica de juros, ou seja, oferecidas por bancos em aplicações financeiras de baixo risco, satisfatórias. Porém um investidor de perfil mais agressivo não se contentará com um rendimento significativamente baixo.

A Taxa Interna de Retorno (TIR), segundo Gomes (2013) e Camloffski (2014), é a taxa de juros que torna o valor presente do fluxo de caixa igual à zero, ou seja, é a rentabilidade projetada do investimento estimando quanto se deseja executar um projeto de acordo com o fluxo de caixa definido. Os investimentos com o resultado TIR maior que o valor da TMA são considerados rentáveis e são passíveis de análise (CASAROTTO; KOPITTKKE, 2010). A Equação 2 proposta por Camargos (2013) expressa o cálculo da TIR.



$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - FC_0 \quad (2)$$

Onde:  $FC_0$  é o investimento realizado no momento zero [R\$];  $FC_t$  é a entrada ou fluxo de caixa de cada período  $t$  [R\$];  $k$  é a TIR [% ao período];  $n$  é o período estimado para o projeto.

A característica particular dos problemas de engenharia econômica decorre do fato de as alternativas de investimento envolverem entradas e saídas de caixa diferentes, em instantes de tempo diferentes (HESS et al., 1992). Conforme Newnan e Lavelle (2000), a quantia disposta no presente é equivalente ao valor disposto em uma data futura, sendo esta equivalência denominada como Taxa de Juros Equivalentes. Taxas equivalentes são taxas de juros que, mesmo pertencendo a diferentes períodos de capitalização, quando incidem sobre um mesmo capital, resultam em rendimentos ou valores acumulados idênticos, ao fim de um mesmo período financeiro (FERREIRA, 2014). Newnan e Lavelle (2000) utilizam a Equação 3 para o cálculo da Taxa de Juros Equivalente:

$$i_{eq} = (1 + i_n)^{-n} - 1 \quad (3)$$

Onde:  $i_{eq}$  é a taxa de juros equivalente ao período desejado [% ao período];  $i_n$  é a taxa de juros no período  $n$  [% ao período];  $n$  é o número de períodos.

O Período de Recuperação do Capital ou Payback Simples, é o período de tempo em que ocorre o retorno do investimento, sendo calculado no fluxo de caixa da vida útil (BRITO, 2011). Para Frezatti (2008), a aceitação de um projeto com base no Payback Simples é válida desde que o período de recuperação do capital seja inferior ao período máximo proposto inicialmente. Vale ressaltar que Blank e Tarquin (2011) afirmam que o período de recuperação do capital nunca deve ser considerado como o principal indicador para definição de uma alternativa, mas sim como uma ferramenta para prover uma triagem inicial ou uma informação complementar em conjunto com uma análise realizada pelo VPL ou outro método.

Embora não deixe de representar um parâmetro de análise, o Payback Simples não pode ser considerado do ponto de vista financeiro, visto que, simplesmente não leva em conta o princípio básico das finanças, que é o valor do dinheiro no tempo (CAMLOFFSKI, 2014). Para a realização dessa análise considerando o rendimento do dinheiro ao longo do tempo, deve-se utilizar o Payback Descontado (PD). No PD, somam-se os valores das entradas de caixa descontadas até que se igualem ao investimento inicial, ou as saídas de caixa também descontadas do projeto, em função do tempo gasto (CAMARGOS, 2014).

## 2.3 Sistemas fotovoltaicos aplicados

A fim de entender os sistemas fotovoltaicos, fez-se uma revisão teórica procurando em outros trabalhos circunstâncias e aplicações que se assemelham com o estudo proposto neste trabalho. Para tanto, dividiu-se esta seção em geração de energia elétrica com SFV, viabilidade econômica na geração de energia elétrica com SFV, dados utilizados em estudos de viabilidade econômica e métodos de análise econômica empregados.

### 2.3.1 Geração de energia elétrica com SFV

Originalmente desenvolvidos para fornecer energia elétrica para o programa espacial no meio do século passado, os SFV foram posteriormente sendo aplicados em diversas áreas durante os últimos 30 e 40 anos (JACKSON; OLIVER, 2000). No estudo de Parida, Iniyar e Goic (2011), os autores afirmam após analisarem 159 artigos, que os sistemas fotovoltaicos podem ser utilizados em diversos lugares, com o intuito de produzir energia elétrica. Suas aplicações vão desde microssistemas, como os utilizados em calculadoras, até sistemas maiores, como os de usinas elétricas capazes de suprir a demanda de uma pequena cidade. Como exemplo, Fernandez-Gonzalez et al. (2015), propuseram o uso de um SFV para o processo de dessalinização de água salobra por meio de eletrodialise.

O uso em áreas urbanas está cada vez mais comum, pois a sociedade já nota os reais benefícios que esta tecnologia pode proporcionar. Para Wu et al. (2016), a utilização de um SFV como alternativa para a obtenção de energia elétrica tem o potencial para atender a uma proporção significativa das necessidades de consumo de edifícios, podendo os módulos estarem integrados ou montados sobre a estrutura da construção. A este respeito, Pal et al. (2016) citam a utilização de painéis fotovoltaicos integrados a janelas de edifícios, reduzindo a transferência de calor do ambiente externo e auxiliando na redução de custos com a geração de energia elétrica. Rüther e Zilles (2011) alegam que os sistemas fotovoltaicos conectados à rede distribuída em áreas urbanas podem oferecer uma alternativa atraente para compor a matriz energética de países em desenvolvimento.

Outro fator a destacar é como este sistema pode auxiliar na área rural. Nesse sentido, Jones et al. (2016), alegam que sistemas, em pequena escala, impulsionados por painéis fotovoltaicos, representam atualmente uma solução rentável em processos agrícolas de bombeamento de água em regiões isoladas, uma vez que o custo é inferior a sistemas que utilizam um gerador, movido por um motor à combustão. Mehmood, Wagas e Mahmood (2015), analisaram o bombeamento de água com um SFV para a agricultura nas cinco principais cidades do Paquistão e concluíram que a utilização desse sistema contribuiria para um grande alívio no consumo de energia, melhorando as condições do setor agrícola do país.

No mesmo contexto, Kantamneni et al. (2016), realizaram um estudo no norte de Michigan (EUA) analisando o verdadeiro potencial que o uso de um SFV tem sobre a população de baixa renda, residente em regiões isoladas. Concluíram que em regiões desse tipo, com custos de serviços públicos elevados, a energia fotovoltaica traria benefícios econômicos para famílias que possuíssem baixa ou alta demanda de energia. Corroborando a afirmação supracitada, Byrnes et al. (2016), afirmam que a energia renovável fotovoltaica é atraente para as comunidades isoladas, porque ela atua como um facilitador de escolha, que capacita as comunidades a agir por sua própria iniciativa, melhorando os meios de subsistência e desenvolvimento, a fim de aumentar a independência da comunidade.

Obydenkova e Pearce (2016) realizaram um estudo sobre a utilização de um SFV em comunidades indígenas nômades remotas no norte da Noruega e da Rússia. O principal motivo da utilização desses sistemas nesse contexto é a substituição da geração de energia elétrica, que atualmente é provida por um gerador movido à gasolina e nas estações mais frias, o acesso ao fornecimento de combustível fica praticamente inviável devido à grande quantidade de neve acumulada nas estradas.

Alguns estudos foram realizados em ambientes mais incomuns nos quais se observa a relevância deste sistema. Kuang et al. (2016) fizeram uma análise dos tipos de energias renováveis que são empregados em ilhas, sendo a fotovoltaica a mais comum aplicada em escolas, residências e comunidades, especialmente as com acesso remoto. Kymakis, Kalykakis e Papazoglou (2009) estudaram o desempenho de um parque fotovoltaico conectado à rede, instalado desde 2002 na ilha grega de Creta. Ao final do seu estudo, concluíram que este tipo de energia renovável, com a rede de transmissão, é considerado satisfatório, fornecendo 13% da geração total de eletricidade em uma base anual.

### 2.3.2 Viabilidade econômica na geração de energia elétrica com SFV

De acordo com Kebede (2015) estudar a viabilidade econômica dos painéis fotovoltaicos informa aos investidores e políticos quais são os benefícios de utilizar esse tipo de tecnologia. Jackson e Oliver (2000), inteiram tal afirmação analisando que é evidente a partir da história da política energética que a viabilidade de uma tecnologia de energia particular não pode ser julgada puramente na base de recursos físicos, mas sim com uma dinâmica complexa de fatores econômicos, técnicos, ambientais, institucionais e sociais. Em uma economia de livre mercado, uma usina fotovoltaica, assim como qualquer outra empresa, tem que obter lucro sobre o investimento (KHALID; JUNAIDI, 2013).

Alguns estudos foram realizados com a intenção de ponderar qual o ponto mais satisfatório, economicamente, para a instalação de usinas. Desta forma, El-Shimy (2009) propôs

uma análise da viabilidade econômica da instalação de uma usina fotovoltaica de 10 MW no território do Egito, comparando diferentes regiões do país a fim de estabelecer qual seria o melhor local para o empreendimento. Bustos et al. (2016) analisaram a instalação de uma planta fotovoltaica de 30 MW no território do Chile. Já Harder e Gibson (2011) definiram uma área próxima ao aeroporto de Abu Dabhi (Emirados Árabes Unidos), para a instalação de uma usina solar com SFV de 10 MW. Em ambos os estudos, os indicadores econômicos Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback foram utilizados como parâmetro, com o intuito de obter os resultados sobre a viabilidade de cada usina.

Tendo em vista os resultados obtidos por grandes SFV, outros estudos buscaram avaliar se pequenos sistemas residenciais também dariam tal retorno. Ayompe et al. (2010) preveem uma análise de diferentes cenários econômicos para a aquisição de SFV residenciais na Irlanda, mantendo o VPL, Payback e o custo da energia como seus principais indicadores na análise de viabilidade econômica.

Li, Boyle e Reynolds (2011), argumentaram que a falta de informação sobre a verdadeira economia gerada pela energia solar fotovoltaica de uso doméstico continua sendo o maior obstáculo para a expansão de instalações dos sistemas em residências. Os autores Ren, Gao e Ruan (2009), Holdermann, Kissel e Biegel (2014) e Mitscher e Rütther (2012) realizaram estudos de viabilidade econômica de pequenos SFVs residenciais e comerciais, atribuindo o VPL juntamente com o custo da energia como indicadores de viabilidade econômica dos sistemas.

### 2.3.3 Dados utilizados em estudos de viabilidade econômica

Em estudos de viabilidade econômica podem-se utilizar diferentes variáveis, tendo relação direta com o método de análise empregado. Branker, Panthak e Pearce (2011) definem que dentre os dados existentes nos estudos de viabilidade econômica em um SFV, os principais utilizados são a taxa de desconto, o preço médio do sistema, o método de financiamento, o tempo médio de vida do sistema e a degradação de geração de energia ao longo da vida. Já Ramadham e Naseeb (2011), incorporaram para a análise o índice de radiação solar e de eficiência das células fotovoltaicas, juntamente com o custo capital da planta, a taxa de desconto e os custos anuais de operação e de manutenção. Os autores concluíram que a eficiência das células e as taxas de desconto são responsáveis diretamente pelo custo final do KWh, interferindo diretamente na viabilidade econômica do sistema.

Os dados empregados em estudos podem ser agrupados a fim de otimizar os cálculos ou analisados diretamente. Chandel et al. (2014), Bakos (2009), Hrayshat (2009) e Rehman, Bader e Al-Moallem (2007) agruparam as variáveis utilizadas em custos iniciais, estudos de

viabilidade técnica, desenvolvimento, engenharia, equipamentos fotovoltaicos, custos anuais e custos operacionais. Essa união possibilitou um melhor entendimento sobre quais os reais custos envolvidos em um projeto com um SFV, tornando desta forma os cálculos de viabilidade econômica mais confiáveis.

Bernal-Augustín e Dufo-López (2006) e Mondal e Islam (2011) utilizaram em seus estudos os custos iniciais, o tamanho do investimento, a duração do investimento, o fluxo de caixa líquido para o ano, a taxa de inflação e a taxa de juros. Para alguns autores, dentre eles Al-Soud e Hrayshat (2009), Khalilpour e Vassalo (2015) e Jones et al. (2016), os dados de inflação e taxa de juros não devem ser utilizados diretamente, uma vez que políticas governamentais alternam constantemente influenciando no resultado final do estudo.

#### 2.3.4 Método de análise econômica empregado

A literatura mostra a utilização de diferentes métodos quando se está resolvendo situações que tenham análises econômicas aplicadas. Dentre estes, vale destacar o *Levelized Cost of Electricity* (LCOE), o qual é o mais citado ao se analisar o levantamento bibliográfico do presente trabalho.

O método LCOE é uma avaliação econômica do valor real do custo de produção de uma unidade geradora de energia, sendo expresso em moeda por quilowatt-hora (KOZLOVSKI; BAWAH, 2015). Conforme Mitscher e Rüther (2012), seus conceitos permitem uma comparação dos custos de geração ao longo do ciclo de vida de projetos de diferentes tamanhos, duração ou tamanho de investimento. Porém, por apenas considerar os custos de geração, e não os de receitas, pode dar uma impressão da eficiência de geração de eletricidade, mas não será capaz de dar informações sobre o desempenho econômico de um projeto de geração. A fim de melhor entender os procedimentos do método, recomenda-se a publicação de Pawel (2014).

Ramadhan e Naseeb (2011) definem o cálculo deste método utilizando o custo de instalação do SFV multiplicado por um fator de recuperação do capital (CRF – sigla em inglês para *Capital Recovery Factor*) para o período analisado, sendo esse fator obtido através da Equação 4.

$$CRF = \frac{i * (1 + i)^n}{[(1 + i)^n - 1]} \quad (4)$$

Onde:  $i$  é a taxa de juros aplicada [% ao período];  $n$  é o período de análise [períodos].

Ao valor resultante desta multiplicação é acrescido o somatório do custo de manutenção e, logo após esse processo, divide-se tudo pela produção total do equipamento conforme a Equação 5.

$$LCOE = \frac{(CI * CRF) + \sum_n CM}{\sum_n PT} \quad (5)$$

Onde: CI é o custo de instalação [R\$]; CRF é o fator de recuperação do capital; n é o número de períodos [períodos]; CM é o custo de manutenção [R\$]; e PT é a produtividade total [KWh].

A comparação entre diferentes fontes de energia muitas vezes fica dificultada por não haver uma forma de equiparar custos. Ueckerdt et al. (2013) alegam que o método de cálculo do LCOE ajuda a compreender e resolver os desafios de integrar fontes de energia renováveis, podendo orientar pesquisas na realização de um sistema energético sólido e confiável economicamente. Byrnes et al. (2016), Chandel, Naik e Chandel (2015) e Kantamneni et al. (2016) compararam a geração de energia elétrica de SFV e de geradores movidos a diesel em locais isoladas, sendo que em nenhum dos casos a energia fotovoltaica por si só se provou economicamente viável, mas fatores como dificuldade de comunicação com outras regiões civilizadas abriu uma oportunidade de certa independência energética das comunidades.

No estudo de Holdermann, Kissel e Biegel (2014), foram analisados o custo do kWh das 63 distribuidoras de energia elétrica no Brasil, com geração a partir de hidroelétricas, e nivelado com a total substituição por energia elétrica proveniente de SFV. Como resultado desta análise, em nenhuma das distribuidoras comprovou-se ser viável a troca de tecnologia, porém, com a introdução de opções de financiamento, a energia fotovoltaica seria economicamente viável em cerca de um terço das distribuidoras.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seção de procedimentos metodológicos irá apresentar o cenário, o método e a etapa de desenvolvimento da pesquisa.

#### 3.1 Cenário

O local escolhido para a realização deste estudo é a cidade de Santa Maria. Localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria possui aproximadamente 261 mil habitantes (IBGE, 2010) e um PIB per capita de aproximadamente 21 mil reais (IBGE, 2013). A sua principal e única distribuidora de energia elétrica é a RGE Sul, antiga AES Sul, atendendo a 449.321 consumidores em 52 municípios da região centro-oeste (AES SUL, 2013).

A cidade conta com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais localizado dentro das instalações da Universidade Federal de Santa Maria. Esse centro de pesquisa é o principal órgão civil responsável pelo desenvolvimento das atividades espaciais no país, sendo referência em ensaios e pesquisas na área (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2016).

Este instituto analisa a incidência solar na região. A radiação solar média ao longo do ano em Santa Maria é de  $0,900 \text{ W/m}^2$ , sendo no período estival os meses com maior valor de incidência e, no período invernal, os meses com o menor valor (BURIOL et al., 2012).

### **3.2 Método de pesquisa**

Esta pesquisa é classificada quanto à natureza: aplicada, pois engloba conteúdos de Engenharia de Produção na aplicação de métodos dirigidos à solução de um problema prático específico. Quanto aos objetivos: pesquisa descritiva, pois conforme Gil (2016) visa à identificação de possíveis relações entre variáveis. Quanto aos procedimentos técnicos: modelagem e simulação, pois utilizará variáveis de controle em simulações na obtenção de um modelo que compreenda as necessidades para a solução do problema proposto. Quanto à abordagem de pesquisa: quantitativo, pois segundo Pinheiro (2010) esse tipo de abordagem realiza a quantificação da coleta de informações, tratamento dos dados e uso estatístico nas análises.

Quanto ao método de pesquisa: axiomático, pois de acordo com Miguel (2012) a pesquisa produz conhecimento sobre o comportamento de certas variáveis do modelo, baseada em premissas sobre o comportamento de outras variáveis do modelo.

### **3.3 Etapas de pesquisa**

O desenvolvimento da pesquisa de campo foi a etapa na qual se decidiu pela criação de doze cenários distintos. Para a montagem destes cenários, optou-se por uma configuração de três equipamentos (sistemas fotovoltaicos) com diferentes potências instaladas e a tarifa da energia elétrica conforme a bandeira vigente no período. A potência instalada de cada equipamento foi baseada no rendimento médio mensal na proporção de 50%, 100% e 200% do consumo médio mensal residencial individual de energia elétrica. Estes dados foram obtidos por meio de pesquisa no site da ANEEL e têm como base o consumo dos últimos 10 anos na região sul do país. O equipamento utilizado em cada cenário dimensionou-se conforme a potência efetiva requerida. Os rendimentos de cada sistema fotovoltaico, bem como, os custos com manutenção ao longo da vida útil, foram fornecidos por meio de uma empresa que disponibilizou os dados para este trabalho de pesquisa. Para os cálculos econômicos, utilizou-se a média histórica da taxa da inflação dos últimos 10 anos com base no IPC-A fornecido pelo IBGE. O rendimento médio mensal da poupança dos últimos 5 anos foi adotado como TMA. Para a coleta dos dados da inflação e rendimento da poupança utilizou-se a Calculadora do Cidadão, a qual é uma ferramenta online fornecida pelo Banco Central do Brasil.

Com relação à análise dos dados, utilizou-se o Microsoft Excel para os devidos cálculos e os resultados obtidos foram estudados a fim de verificar a viabilidade econômica dos SFV em

residências. Para tal utilizou-se os métodos VPL, TIR, Payback e Payback Descontado. Os resultados obtidos foram relacionados com o método do LCOE. Ao final deste texto tem-se a conclusão a partir dos resultados alcançados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção irá abordar os dados coletados e os resultados obtidos ao longo de quatro subseções. Inicialmente apresentar-se-á um levantamento histórico de custos e variáveis energéticas para a definição de cenários de cálculos. Na segunda e terceira subseção estão, respectivamente, os cálculos de viabilidade econômica para os cenários e a aplicação do método LCOE. Logo após, na última subseção, estão as discussões dos resultados obtidos.

### 4.1 Coleta de dados

A fim de melhorar o entendimento do processo de coleta dos dados, esta subseção será dividida em quatro partes. Primeiramente será abordado o consumo de energia elétrica e a tarifa sobre esse consumo. Posteriormente serão analisados os sistemas fotovoltaicos na construção de cada cenário e, por fim, as taxas de juros e a inflação.

#### 4.1.1 Consumo mensal de energia elétrica

Para definir qual a estimativa de consumo mensal em residências, analisaram-se os dados históricos referentes ao consumo residencial na região sul do Brasil. Estes dados estão disponíveis no site da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017). Para um melhor entendimento, o período de tempo total coletado foi de 10 anos, sendo isto demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Histórico do consumo residencial na região sul

Ano	Consumo residencial (MWh)
2016	20.714.542,31
2015	20.352.642,71
2014	21.278.414,00
2013	19.670.947,00
2012	18.689.752,53
2011	17.740.158,00
2010	17.121.123,00
2009	16.310.177,00
2008	15.424.300,00
2007	14.935.194,00

Fonte: Adaptado de EPE (2017)

A média anual de energia elétrica gasta em residências nos últimos 10 anos foi de 18.223.725,06 MWh com uma taxa de aumento no consumo total de 38,70%. Percebe-se que



entre os anos de 2007 e 2014 ocorre um crescimento no consumo, porém no ano de 2015 há uma redução, voltando a crescer novamente no ano de 2016.

Entretanto, no período de tempo em que foi analisado o consumo, o número de clientes também alterou, oscilando o real consumo individual por residência. Para resolver essa questão, buscaram-se os dados históricos dos últimos 10 anos do número de consumidores residenciais na região sul, conforme disponibilizado na Tabela 2.

Tabela 2 - Histórico de consumidores residenciais na região sul

<b>Ano</b>	<b>Consumidores residenciais</b>
<b>2016</b>	9.663.740,83
<b>2015</b>	9.433.765,92
<b>2014</b>	9.190.412,33
<b>2013</b>	8.888.091,67
<b>2012</b>	8.601.781,58
<b>2011</b>	8.340.449,00
<b>2010</b>	8.077.841,17
<b>2009</b>	7.828.612,17
<b>2008</b>	7.633.085,67
<b>2007</b>	7.422.163,50

Fonte: Adaptado de EPE (2017)

O número médio de consumidores durante o período analisado é de 8.507.994,38. Diferentemente do histórico do consumo de energia elétrica, o número de consumidores aumentou entre os anos de 2007 e 2016, tendo um acréscimo total de 30,20% no período.

Para um real valor do consumo médio mensal residencial, fez-se uma relação entre o consumo de cada período e o número de consumidores. Essa relação possibilita também que se obtenha o percentual médio anual de crescimento do consumo de energia elétrica de cada consumidor. A Tabela 3 mostra essa relação.

Tabela 3 – Relação de consumo por consumidor na região sul do país

<b>Ano</b>	<b>Consumo individual (MWh)</b>
<b>2016</b>	2,143532475
<b>2015</b>	2,157425029
<b>2014</b>	2,315283932
<b>2013</b>	2,213180032
<b>2012</b>	2,172776924
<b>2011</b>	2,127002755
<b>2010</b>	2,119517164
<b>2009</b>	2,083405929
<b>2008</b>	2,020716218
<b>2007</b>	2,012242657

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

O consumo médio individual por ano no período analisado foi de 2,136508311 MWh, ou seja, aproximadamente 178,04 KWh por mês. Igualmente como no histórico de consumo da região sul, no período de 2007 até 2014 houve um crescimento no consumo individual de 15,06%. Porém, nos anos de 2015 e 2016, houve um decréscimo de 8,54%. No período de 10 anos teve-se um crescimento total de 6,52%, ou seja, um crescimento médio anual de 0,67729%.

#### 4.1.2 Tarifa da energia elétrica

Os dados referentes à tarifa de energia elétrica foram coletados por meio de pesquisa eletrônica no site da ANEEL (2017), sendo considerado o período de 2007 a 2016. Os valores coletados podem ser vistos na Tabela 4, onde não estão inclusos impostos, taxas de iluminação e encargos de capacidade emergencial.

Tabela 4 – Histórico das tarifas de energia elétrica no Rio Grande do Sul

<b>Ano</b>	<b>Valor (em reais)</b>
<b>2016</b>	R\$ 0,47876
<b>2015</b>	R\$ 0,48035
<b>2014</b>	R\$ 0,33793
<b>2013</b>	R\$ 0,26224
<b>2012</b>	R\$ 0,33135
<b>2011</b>	R\$ 0,31497
<b>2010</b>	R\$ 0,29637
<b>2009</b>	R\$ 0,30011
<b>2008</b>	R\$ 0,26362
<b>2007</b>	R\$ 0,29117

Fonte: Adaptado de ANEEL (2017)

Analisando-se a Tabela 4, nota-se que o valor da tarifa do ano de 2007 ao ano de 2012 tem um acréscimo médio de 2,44% ao ano, que pode ser considerado como uma correção pela inflação do período. No ano de 2013 há uma redução brusca na tarifa de 20,86%. Porém, no ano de 2014 devido à crise hídrica no sistema dos reservatórios das hidroelétricas, há um reajuste de 28,86%. Logo após, no ano seguinte, um novo ajuste de 42,14%. Ao final do período analisado, a tarifa da energia elétrica no Rio Grande do Sul teve um acréscimo total de 64,43%, ou seja, aproximadamente um acréscimo médio 5,10% ao ano.

Em março de 2015, o Sistema de Bandeiras Tarifárias começou a vigorar regulamentada sob a Resolução Normativa nº. 547/13 (ANEEL, 2013). Esse novo sistema permitiu que houvesse um acréscimo no custo do KWh conforme as condições de geração de energia elétrica do país. As bandeiras tarifárias possuem três cores (verde, amarela e vermelha), sendo que na

categoria vermelha, existem o patamar 1 e o patamar 2. A Figura 2 ilustra como é realizada a correção da tarifa conforme a bandeira vigente no período.



Figura 2 – Bandeiras tarifárias da energia elétrica

Fonte: RGE SUL (2017a)

Conforme a Figura 3, na bandeira verde não se tem nenhuma alteração no valor da tarifa. Na bandeira amarela é acrescentado R\$ 2,00 a cada 100 KWh, ou seja, R\$ 0,02 a cada quilowatt consumido. O mesmo tem-se para os patamares 1 e 2 na bandeira vermelha, com acréscimo de R\$ 3,00 e R\$ 3,50, respectivamente, a cada 100 KWh consumidos. Como o sistema de bandeiras é recente, aproximadamente 2 anos, esta análise não irá considerar o histórico das mesmas na simulação dos cenários.

A tarifa da energia elétrica atual (ano de 2017) no Rio Grande do Sul (desconsiderando impostos, taxas de iluminação e encargos de distribuição) pode ser vista na Tabela 5.

Tabela 5 – Tarifa de energia elétrica no Rio Grande do Sul

Bandeira	Tarifa KWh (em reais)
Verde	R\$ 0,452
Amarela	R\$ 0,472
Vermelha Patamar 1	R\$ 0,482
Vermelha Patamar 2	R\$ 0,487

Fonte: Adaptado de RGE SUL (2017b)

As tarifas das bandeiras possuem uma diferença de aproximadamente 7,75% quando feita a comparação entre a de menor valor e a de maior valor. Na construção dos cenários é acrescido na tarifa de cada bandeira o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), o qual possui uma taxa de 30% conforme a Lei N° 14.743 (RIO GRANDE DO SUL, 2013).

#### 4.1.3 Sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos, neste trabalho, foram divididos conforme a potência instalada. Com isso, puderam-se criar doze cenários de cálculos nesta pesquisa. Os custos dos equipamentos foram obtidos por meio de uma empresa especializada na área de energia fotovoltaica localizada na cidade de Santa Maria. Para a definição da potência instalada de cada cenário, solicitou-se que fosse fornecido o rendimento mensal médio de geração de energia elétrica em KWh, a qual denominou-se potência efetiva. Foram considerados, portanto, sistemas fotovoltaicos comerciais, tornando esta pesquisa representativa da realidade.

No valor que compõe cada sistema estão inclusos o inversor, as placas, o projeto e a instalação. As configurações detalhadas de cada equipamento, como rendimento médio, mínimo e máximo, número de placas fotovoltaicas e disposição da montagem também foram fornecidas pela empresa. A potência efetiva de cada sistema considera que não haja obstrução na frente dos painéis, uma vez que isso impossibilitaria gerar um valor médio mensal de produção de energia elétrica. Desta forma, a Tabela 6 resume a configuração de cada um dos doze cenários ao longo desta pesquisa.

Tabela 6 – Sistemas fotovoltaicos e distribuição dos cenários

<b>Cenário</b>	<b>Potência nominal (KWh)</b>	<b>Potência instalada (KWp)</b>	<b>Custo do SFV (em reais)</b>	<b>Número de painéis (260 Wp)</b>	<b>Potência efetiva (KWh)</b>
<b>1 – 4 – 7 – 10</b>	89	0,78	R\$ 5.765,93	3	90,26
<b>2 – 5 – 8 – 11</b>	178	1,56	R\$ 9.752,99	6	179,2
<b>3 – 6 – 9 – 12</b>	356	3,12	R\$ 14.990,02	12	358,4

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

A potência nominal de cada sistema fotovoltaico consiste na relação entre o consumo de energia elétrica médio, obtido na Tabela 3, e o fator de multiplicação de 50%, 100% e 200%, definidos na seção dos métodos de pesquisa. Sendo assim, para o cenário 1, 4, 7 e 10, a potência nominal mensal esperada é de 89 KWh. Para esta potência, optou-se por um SFV com potência instalada de 0,78 KWp que irá fornecer em média 90,26 KWh mensais de potência efetiva. Os cenários 2, 5, 8 e 11 necessitam de uma potência nominal de 178 KWh mensais, a qual foi atendida com um equipamento com potência instalada de 1,56 KWp que gerará 179,2 KWh mensais em média. O último equipamento tem uma potência instalada de 3,12 KWp com uma potência efetiva mensal de 358,4 KWh, atendendo desta forma a potência nominal de 356 KWh exigida nos cenários 3, 6, 9 e 12. A relação entre as potências nominais e efetivas dos três equipamentos é inferior a 2%, ou seja, em todos os cenários a potência nominal será atendida, não havendo excedente significativo de produção de energia elétrica.

A manutenção dos equipamentos consiste nas limpezas das placas, nas trocas do dispositivo contra surto (DPS) e nas trocas do inversor. A limpeza das placas deve ser realizada semestralmente com água e sabão, uma vez que as placas só acumulam poeira em sua superfície. O custo da limpeza é correspondente ao número de placas de cada equipamento. O DPS possui a função de evitar que descargas elétricas atmosféricas atinjam o equipamento e passem para a rede elétrica. A troca dele sempre se faz necessária depois de ativado por algum motivo, ou seja, realiza-se uma manutenção corretiva para este item. Com base no histórico da empresa, o período médio de troca deste item é de 5 anos. O inversor possui uma vida útil média de 10 anos em todos os modelos, sendo recomendada pelo fabricante a sua troca posteriormente a este período, ou seja, realiza-se uma manutenção preventiva para este item. Os valores projetados referentes à manutenção de cada equipamento podem ser vistos na Tabela 7.

Tabela 7- Manutenção preventiva dos SFV

Serviço de manutenção	Frequência (em anos)	Custo por potência instalada (em reais)		
		0,78 KWp	1,56 KWp	3,12 KWp
Limpeza das placas	0,5	R\$ 30,00	R\$ 60,00	R\$ 120,00
Troca do dispositivo contra surto	5	R\$ 250,00	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Troca do inversor	10	R\$ 2.780,00	R\$ 3.610,00	R\$ 7.220,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Os custos referentes às limpezas das placas e às trocas do DPS são mínimos quando comparados aos custos das trocas do inversor. Desta forma, a relação entre o custo para substituição dessa peça e o valor de um SFV novo é de 48,21% no equipamento com potência instalada de 0,78 KWp, 37,01% no de 1,56 KWp de potência instalada e 48,17% para o sistema com potência instalada de 3,12 KWp. Devido a essa relação significativa, a troca dos inversores pode ser considerada um investimento ao logo da vida útil e, desta forma, os valores das duas substituições dos inversores foram trazidos para o valor presente, ou seja, foram somados ao custo do equipamento no período zero.

#### 4.1.4 Taxa de juros do investimento e inflação

Para a realização do estudo adotou-se para a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) o histórico da poupança nos últimos 5 anos na variação 51. Foi decidido pela poupança por ser um investimento que não precisa descontar Imposto de Renda e ser de comum uso entre os brasileiros. Para a coleta de dados, utilizou-se a Calculadora do Cidadão (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017a). O período de tempo escolhido deve-se pelo fato de não ser possível mais realizar depósitos em outra variação da poupança, uma vez que a variação 51 foi implementada em 4 de maio de 2012 conforme a Lei Nº 12.703 (BRASIL, 2012). A Tabela 8 mostra os valores referentes ao período.

Tabela 8 – Histórico de rendimento da poupança

Ano	Rendimento da Poupança (ao ano)
2016	7,61%
2015	8,34%
2014	7,26%
2013	6,46%
2012	5,40%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Do ano de 2012 ao ano de 2016 o rendimento total foi de 41,15%. O rendimento médio mensal utilizando a fórmula da Taxa de Juros Equivalente é de 0,56723%.

O período de inflação analisado foi de 10 anos, do ano de 2006 ao ano de 2016. Para a coleta dos dados, também se utilizou a Calculadora do Cidadão (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017a) tendo como correção o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPC-A) do IBGE. Os dados obtidos da inflação no período analisado podem ser vistos na Tabela 9.

Tabela 9 – Histórico da inflação

Ano	Inflação pelo IPC-A (ao ano)
2016	6,69195%
2015	12,07905%
2014	7,72707%
2013	6,49333%
2012	6,74878%
2011	7,09953%
2010	6,78811%
2009	5,09437%
2008	6,41064%
2007	5,02140%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

A inflação total do período analisado é de aproximadamente 84,37%, tendo como taxa média anual 6,3087%, calculada pela equação da Taxa de Juros Equivalente. A não utilização da Taxa Global de Juros deu-se porque a poupança já considera uma correção monetária.

#### 4.2 Viabilidade econômica

Para a realização dos cálculos de viabilidade econômica utilizou-se o Microsoft Excel, um software de gerenciamento de planilhas eletrônicas. Os valores obtidos baseiam-se nos rendimentos mensais de cada equipamento, nos custos de manutenção e nas lucratividades esperadas nos períodos analisados. Os cálculos de lucratividades são feitos multiplicando-se o rendimento mensal de cada SFV pelo custo tarifário com imposto da bandeira vigente e, desse valor, subtrai-se o custo de manutenção relativo a cada período. A tarifa da energia é corrigida

anualmente em conformidade com o índice de ajuste calculado no histórico de tarifas, conforme a Tabela 4. Os custos de manutenção também sofrem correção anualmente por meio do índice da inflação obtido na Tabela 9.

A bandeira verde, conforme Resolução Normativa nº. 547/13 (ANEEL, 2013), é a que possui o menor custo de geração de energia elétrica com uma tarifa atual por KWh consumido de R\$ 0,5876 incluindo o ICMS. Tendo esse custo definido, puderam-se realizar os cálculos de viabilidade econômica para esta bandeira. Os resultados obtidos são demonstrados na Tabela 10. As planilhas parciais dos cálculos podem ser vistas nos Apêndices A, B e C.

Tabela 10 – Resultados relacionados à bandeira verde

<b>Cenário</b>	<b>Payback simples (em meses)</b>	<b>Payback descontado (em meses)</b>	<b>TIR (ao mês)</b>	<b>VPL (em reais)</b>
<b>1</b>	183	346	0,59%	R\$ 402,30
<b>2</b>	141	227	0,81%	R\$ 7.338,59
<b>3</b>	125	188	0,93%	R\$ 20.257,75

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Durante um período de 360 meses analisados, as três configurações de cenários foram viáveis, uma vez que os VPLs encontrados são positivos. O payback simples ocorre entre os meses de número 125 e 183. Já o payback descontado somente ocorre no mês 188 (15 anos e 8 meses) no cenário 3, enquanto que o cenário 1 só atingirá o payback descontado no mês 346 (28 anos e 10 meses). Essa diferença de 158 meses entre os cenários 1 e 3 ocorre principalmente devido ao baixo rendimento médio mensal do SFV do cenário 1 e a baixa tarifa da bandeira verde.

A bandeira amarela tem uma tarifa por KWh consumido de R\$ 0,6136 com o ICMS incluído. Os resultados dos cálculos de viabilidade econômica podem ser observados na Tabela 11. Os cálculos podem ser vistos em parte nos Apêndices D, E e F.

Tabela 11 – Resultados relacionados à bandeira amarela

<b>Cenário</b>	<b>Payback simples (em meses)</b>	<b>Payback descontado (em meses)</b>	<b>TIR (ao mês)</b>	<b>VPL (em reais)</b>
<b>4</b>	171	325	0,62%	R\$ 1.036,12
<b>5</b>	136	214	0,85%	R\$ 8.596,95
<b>6</b>	119	176	0,97%	R\$ 22.857,34

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Na análise do sistema com a bandeira amarela vigente, os três cenários também foram considerados viáveis economicamente, uma vez que os resultados dos VPLs foram positivos ao final do período. O payback simples ficou entre o mês 119 (9 anos e 11 meses) e o mês 171 (14 anos e 3 meses), sendo o SFV do cenário 6 o melhor resultado. A configuração do resultado do

payback descontado segue a mesma lógica que o do payback simples, tendo o cenário 6 em primeiro e o cenário 4 em último.

A bandeira vermelha patamar 1 tem o segundo maior custo de tarifa atualmente, com um valor de R\$ 0,6266 KWh consumidos. Os resultados obtidos com essa tarifa podem ser analisados na Tabela 12. Os cálculos podem ser vistos em parte nos Apêndices G, H e I.

Tabela 12 – Resultados relacionados à bandeira vermelha patamar 1

Cenário	Payback simples (em meses)	Payback descontado (em meses)	TIR (ao mês)	VPL (em reais)
7	168	314	0,64%	R\$ 1.353,03
8	134	208	0,86%	R\$ 9.226,14
9	117	172	0,99%	R\$ 24.032,84

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

O resultado obtido da análise da bandeira vermelha patamar 1 corrobora com os resultados das outras análises realizadas até o momento. Todos os cenários comprovaram ser viáveis com base na TIR e VPL, além de seguirem a mesma ordem no payback simples e payback descontado.

Por fim, analisou-se a bandeira vermelha patamar 2, sendo esta a bandeira com a tarifa mais cara entre todas. O custo do kWh consumido com o ICMS incluso é de R\$ 0,6331 e os valores obtidos estão presentes na Tabela 13. Os cálculos estão parcialmente apresentados nos Apêndices J, K e L.

Tabela 13 – Resultados relacionados à bandeira vermelha patamar 2

Cenário	Payback simples (em meses)	Payback descontado (em meses)	TIR (ao mês)	VPL (em reais)
10	166	310	0,65%	R\$ 1.511,48
11	133	206	0,87%	R\$ 9.540,73
12	116	170	1,00%	R\$ 24.662,03

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

A bandeira vermelha patamar 2 provou ser a de melhor retorno econômico no período analisado. Os resultados da TIR e do VPL foram os maiores dentre as 4 bandeiras em comparação direta entre os SFVs utilizados.

### 4.3 Método LCOE

Para o cálculo do CRF utilizou-se a taxa média de rendimento da poupança (0,5672% a.m.) e o período de vida útil do SFV (360 meses), tendo como resultado a constante de valor igual a 0,006523769. Esse valor será utilizado no cálculo do LCOE dos três SFV utilizados, uma vez que para todos os sistemas fotovoltaicos a taxa de juros e a vida útil são as mesmas.

As variáveis utilizadas para o cálculo do LCOE juntamente com os resultados obtidos para cada SFV podem ser observadas na Tabela 14.



Tabela 14 – Cálculo do LCOE

Potência instalada (KWp)	Potência efetiva (KWh)	Custo de instalação (em reais)	Custo de manutenção (em reais)	LCOE (R\$/KWh)
0,78	90	R\$ 5.765,93	R\$ 8.060,00	0,2738
1,56	179	R\$ 9.752,99	R\$ 12.320,00	0,1920
3,12	359	R\$ 14.990,02	R\$ 23.140,00	0,1801

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Os valores do LCOE de cada sistema seguem a mesma tendência da viabilidade econômica, a qual os cenários que utilizam potências instaladas superiores são mais atrativos do ponto de vista econômico. O SFV com potência instalada de 3,12 KWp tem um custo por KWh gerado de R\$ 0,1801, enquanto que os SFVs com potência instalada de 1,56 KWp e 0,78 KWp possuem, respectivamente, R\$ 0,1920 e R\$ 0,2738 por KWh gerados. Se comparado o sistema com o menor custo e com o de maior custo do KWh, a diferença será de 52%.

#### 4.4 Discussão dos Resultados

A partir da análise dos resultados, pode-se observar que, no final do período da vida útil dos sistemas fotovoltaicos, o consumo mensal médio de cada residência, de acordo com a taxa de crescimento do consumo obtido na Tabela 3, é de 217 KWh. Esse consumo é 140,4% maior que a potência efetiva do menor sistema fotovoltaico. Contudo, se comparado aos sistemas de 1,56 KWp e 3,12 KWp, o consumo é de 21% maior para o primeiro e 39,5% menor para o segundo sistema.

De modo complementar, a Figura 3 apresenta a TIR resultante ao final do período para cada cenário conforme as bandeiras tarifárias e os SFV instalados.

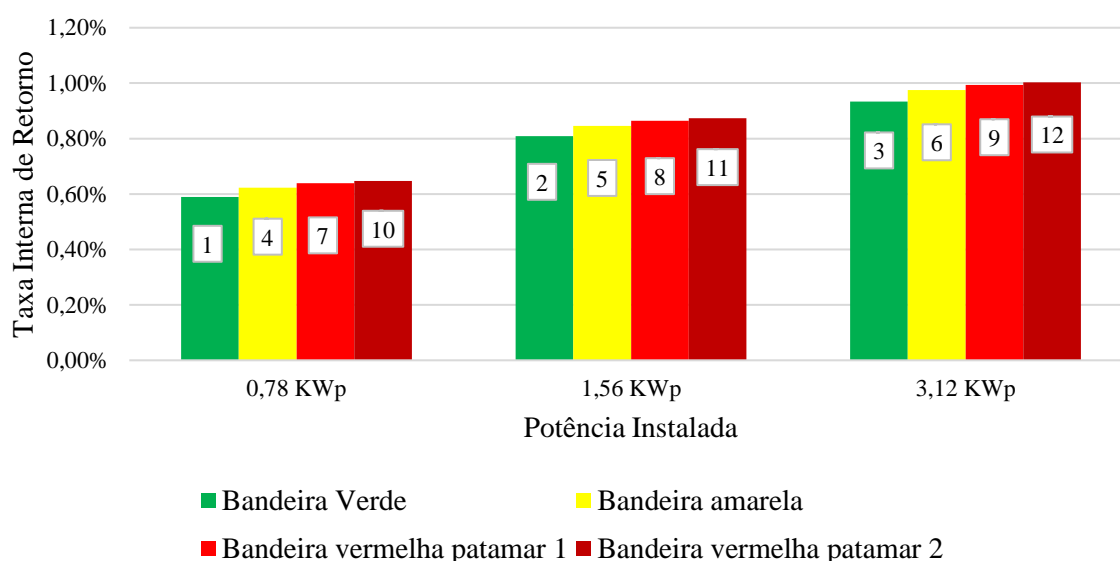


Figura 3 – Taxa Interna de Retorno por equipamento instalado

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Observa-se que conforme a potência instalada, a TIR cresce proporcionalmente. Esse crescimento também pode ser verificado em relação às bandeiras tarifárias. A diferença da TIR entre os equipamentos para a mesma bandeira é de 56,4% em média. Já a comparação da TIR entre os cenários com o mesmo equipamento, alternando a tarifa cobrada, resultou em uma diferença de 8,4% em média.

De modo análogo, realizou-se uma comparação entre os VPLs de cada cenário e o custo unitário por KWh gerado a fim de identificar se há alguma relação ente os dados. A Figura 4 expressa essa comparação.

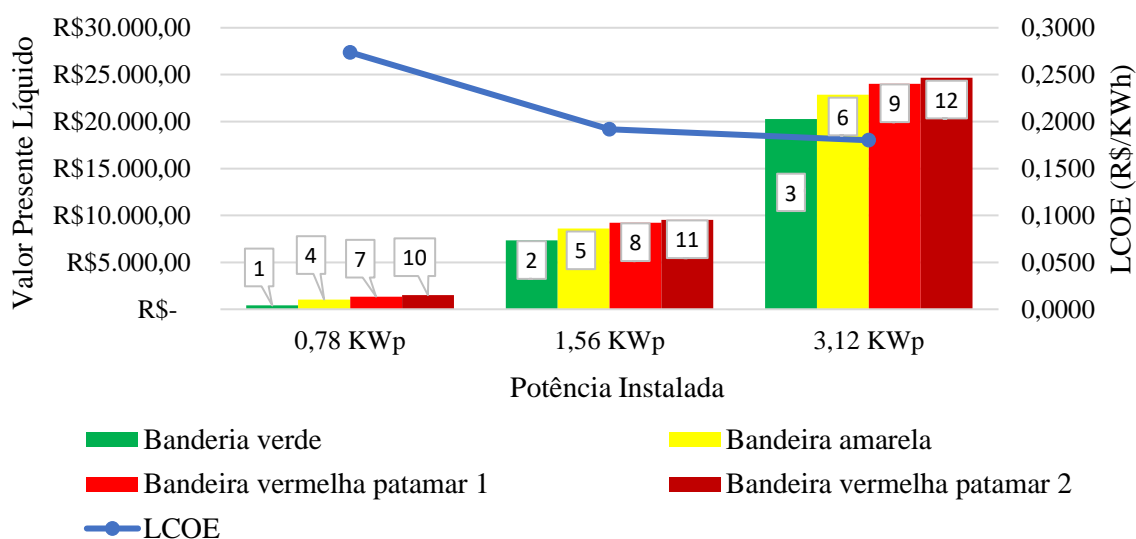


Figura 4 – Relação do VPL com o LCOE

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Os cenários 3, 6, 9 e 12 obtiveram um VPL em média 165% maior que os cenários que utilizaram o SFV com 1,56 KWp de potência instalada e; 2034% maior que os cenários que utilizaram o sistema com 0,78 KWp. Comparando os resultados do VPL com os do LCOE, nota-se que a relação entre eles é inversamente proporcional, ou seja, conforme o VPL aumenta de acordo com a potência instalada de cada equipamento, o custo unitário por KWh gerado diminui.

Conforme demonstrado na Tabela 5, o custo da energia elétrica no Rio Grande do Sul sem o ICMS varia entre R\$ 0,452 e R\$ 0,487 por KWh consumido. Comparando o custo unitário da energia elétrica com o custo nivelado da energia elétrica proveniente de sistemas fotovoltaicos temos que a energia elétrica fotovoltaica é em média 55,76% mais barata que a fornecida pela concessionária. Porém, conforme a Resolução Normativa Número 687 (ANEEL, 2015), a energia elétrica excedente gerada não poderá ser vendida para a concessionária, mas sim, retornar como forma de crédito de energia elétrica. Estes créditos podem ser abatidos da conta do consumidor conforme a necessidade e possuem prazo de validade de 60 meses, sendo

descartados após este prazo. Desta forma, aqui temos um argumento muito relevante para a conclusão deste trabalho, isto é, o valor do quilowatt gerado não pode ser considerado por si só como o fator definitivo para a viabilidade econômica do projeto. Assim, na conclusão deste texto será retomada esta discussão.

Para complementar as discussões finais, os valores para a geração de energia elétrica com os SFV, através do método do LCOE, foram próximos dos obtidos em outros casos da literatura. Adotando como taxa de conversão o valor do dólar comercial do dia 2 de junho de 2017 (1 Dólar dos EUA/USD = 3,2401005 Real Brasil/BRL) (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017b), os valores do LCOE para os equipamentos com potência efetiva de 90 KWh, 179 KWh e 159 KWh são, respectivamente, US\$ 0,084, US\$ 0,059 e US\$ 0,055. Branker, Panthak e Pearce (2011) compararam os custos da energia elétrica gerada com SFV de 49 projetos implementados principalmente nos Estados Unidos e no Canadá, tendo como valor mínimo US\$ 0,062 por quilowatt gerado e, como valor máximo US\$ 0,80 por quilowatt gerado. Essa diferença é explicada pelo fato de vários investimentos possuírem encargos financeiros de empréstimos e uma TMA elevada em relação a outros. Chandel et al. (2014) obtiveram valores entre US\$ 0,22 e US\$ 0,29 no custo do KWh gerado na instalação de uma usina fotovoltaica com capacidade de 2,5 MWh na cidade de Jaipur, na Índia.

## **5 CONCLUSÃO**

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo realizar um estudo de viabilidade econômica envolvendo a utilização de sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica em residências unifamiliares na cidade de Santa Maria. Para isso, foram utilizados os métodos de análise VPL, TIR, Payback Simples e Payback Descontado, além do método de nivelamento de custo de energia elétrica (LCOE). Foram construídos doze cenários de cálculos alternando as potências instaladas dos sistemas e os valores das tarifas vigentes.

Concluiu-se que, para os doze cenários analisados, os cenários 2, 5, 8 e 11 possuem o melhor resultado econômico em comparação aos demais. Com uma potência efetiva de 179,2 KWh mensais, o sistema atendeu a potência nominal exigida sem exceder a projeção de consumo médio de energia elétrica no período de 60 meses. Os cenários 3, 6, 9 e 12, apesar de terem os melhores resultados para o VPL, utilizam um SFV que ultrapassa em 100% a potência nominal exigida. Assim, o SFV destes cenários não é indicado, justamente por não trazer retorno econômico com a energia elétrica excedente gerada. Vale ressaltar que este trabalho considera um crescimento no consumo conforme os dados históricos dos últimos 10 anos. Por último, com o VPL baixo e com o custo de energia por quilowatt gerado mais alto entre os

cenários analisados, o SFV considerado nos cenários 1, 4, 7 e 10 não é economicamente atrativo, apesar de ser economicamente viável.

Diferentemente de uma fatura de energia elétrica, na qual quanto menor for a tarifa do KWh, melhor será para o cliente, a utilização de um SFV para a geração de energia elétrica terá maior retorno econômico quanto maior for o custo do KWh da concessionária de energia elétrica. Esse argumento foi comprovado neste trabalho pelos cálculos dos Valores Presentes Líquidos para cada SFV. Contudo, a principal conclusão desta pesquisa é que economicamente o melhor SFV será aquele com o menor custo (investimento) por capacidade de geração do sistema. Entretanto, sempre será necessário observar o consumo médio da residência onde o SFV será instalado, isto é, recomenda-se a adoção de um sistema em que a geração de energia elétrica não exceda a projeção de consumo médio para o período de 60 meses, pois o crédito de energia gerado e não consumido será descartado.

De todo modo, este trabalho cumpriu com o objetivo inicialmente proposto, mostrando que sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica já são viáveis economicamente na cidade de Santa Maria. Foram consideradas todas as variáveis envolvidas em um projeto de instalação de um SFV na cidade, desde custos de manutenção até custos de oportunidade. Por último, vale destacar que as limitações deste trabalho não comprometem em nenhum grau os resultados, mas pesquisas futuras podem aperfeiçoar as análises realizadas.

## REFERÊNCIAS

AES SUL. **Informações Gerais Sobre a AES Sul**. Grupo AES Sul, 2013. Disponível em: <<https://www.aessul.com.br/site/empresa/Concessao.aspx>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

AL-SOUD, M.; HRAYSHAT, E. A 50 MW concentrating solar power plant for Jordan. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 6, p. 625 – 635, 2009.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa N°482/2012**. Brasília, 2012.

\_\_\_\_\_ **Resolução Normativa n°. 547/2013**. Brasília, 2013.

\_\_\_\_\_ **Resolução Normativa N° 687/2015**. Brasília, 2015.

\_\_\_\_\_ **Tarifas médias por classe de consumo e região**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/dados/tarifas>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

AYOMPE, L. et al. Projected costs of a grid-connected domestic PV system under different scenarios in Ireland, using measured data from a trial installation. **Energy Policy**, v. 38, n. 7, p. 3731 – 3743, 2010.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Calculadora do Cidadão**. 2017a. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>>. Acesso em: 10 maio 2017.

\_\_\_\_\_ **Conversão de Moedas**. 2017b. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

BAKOS, G. Distributed power generation: A case study of small scale PV power plant in Greece. **Applied Energy**, v. 86, n. 9, p. 1757 – 1766, 2009.

BERNAL-AUGUSTÍN, J.; DUFO-LÓPEZ, R. Economical and environmental analysis of grid connected photovoltaic systems in Spain. **Renewable Energy**, v. 31, n. 8, p. 1107 – 1128, 2006.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. 6 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

BRANKER, K.; PANTHAK, M.; PEARCE, J. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 9, p. 4470 – 4482, 2011.

BRASIL. Lei N° 12.703, de 7 de agosto de 2012. **Conversão da Medida provisória n° 567, de 2012**. Brasília, 2012.

BRITO, P. **Análise e Viabilidade de Projetos de Investimentos**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BROM, L.; BALIAN, J. **Análise de Investimentos e Capital de Giro: conceitos e aplicações**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BURIOL, G. et al. Estimativa da radiação solar global a partir dos dados de insolação, para Santa Maria – RS. **Ciência Rural [online]**, v. 42, n. 9, p. 1563 – 1567, 2012.

BUSTOS, F. et al. Sensitivity analysis of a photovoltaic solar plant in Chile. **Renewable Energy**, v. 87, p. 145 – 153, 2016.

BYRNES, L. et al. Reviewing the viability of renewable energy in community electrification: The case of remote Western Australian communities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 470 – 481, 2016.

CAMARGOS, M. **Matemática Financeira: aplicada a produtos financeiros e à análise de investimentos**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

CAMLOFFSKI, R. **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. São Paulo: Atlas, 2014.

CAMPOS, H. et al. Study of technical feasibility and the payback period of the invested capital for the installation of a grid-connected photovoltaic system at the library of the Technological Federal University of Paraná. **International Journal of Energy and Environment**, v. 5, n. 6, p. 643 – 654, 2014.

CASAROTTO, N.; KOPITKE, B. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial**. 11 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CHANDEL, M. et al. Techno-economic analysis of solar photovoltaic power plant for garment zone of Jaipur city. **Case Studies in Thermal Engineering**, v. 2, p. 1 – 7, 2014.

CHANDEL, S.; NAIK, M.; CHANDEL, R. Review of solar photovoltaic water pumping system technology for irrigation and community drinking water supplies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 1084 – 1099, 2015.

DAVI, G. et al. Energy performance evaluation of a net plus-energy residential building with grid-connected photovoltaic system in Brazil. **Energy and Buildings**, v. 120, p. 19 – 29, 2016.

EHRlich, P.; MORAES, E. **Engenharia Econômica: avaliação e seleção de projetos de investimentos**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

EL-SHIMY, M. Viability analysis of PV power plants in Egypt. **Renewable Energy**, v. 34, n. 10, p. 2187 – 2196, 2009.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_ **Consumo mensal de energia elétrica por classe (regiões e subsistemas) – 2004-2017**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse\(regi%C3%B5esesubistemas\)%E2%80%932011-2012.aspx](http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse(regi%C3%B5esesubistemas)%E2%80%932011-2012.aspx)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

EPIA. EUROPIAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION. **Global Market Outlook: For Solar Power / 2015 – 2019**. Bélgica: Solar Power Europe, 2015.

FERREIRA, R. **Matemática Financeira Aplicada**: mercado de capitais, análise de investimentos, finanças pessoais e tesouro direto. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2014.

FERNANDEZ-GONZALEZ, C. et al. Sustainability assessment of electro dialysis powered by photovoltaic solar energy for freshwater production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 47, p. 604 – 615, 2015.

FREZATTI, F. **Gestão da viabilidade econômico-financeira dos projetos de investimento**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Gil, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

GOMES, J. **Elaboração e análise de viabilidade econômica de projetos**: tópicos práticos de finanças para gestores não financeiros. São Paulo: Atlas, 2013.

HARDER, E.; GIBSON, J. The costs and benefits of large-scale solar photovoltaic power production in Abu Dhabi, United Arab Emirates. **Renewable Energy**, v. 36, n. 2, p. 789 – 796, 2011.

HESS, G. et al. **Engenharia Econômica**. 21 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 1992.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimento e administradores. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

HOLDERMANN, C.; KISSEL, J.; BIEGEL, J. Distributed photovoltaic generation in Brazil: An economic viability analysis of small-scale photovoltaic systems in the residential and commercial sectors. **Energy Policy**, v. 67, p. 612 – 617, 2014.

HRAYSHAT, E. Viability of solar photovoltaics as an electricity generation source for Jordan. **Renewable Energy**, v. 34, n. 10, p. 2133 – 2140, 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/1OM>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2013. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/1OM>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Conheça o INPE. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações**. 2016. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/inpe>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Stand-Alone Photovoltaic Applications: Lessons Learned**. Londres: James & James, 1999.

JACKSON, T.; OLIVER, M. The viability of solar photovoltaics. **Energy Policy**, v. 28, n. 14, p. 983 – 988, 2000.

- JONES, M. et al. Economic analysis of photovoltaic (PV) powered water pumping and desalination without energy storage for agriculture. **Desalination**, v. 387, p. 35 – 45, 2016.
- KANNAN, N.; VAKEESAN, D. Solar energy for future world: - A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 1092 – 1105, 2016.
- KANTAMNENI, A. et al. Emerging economic viability of grid defection in a northern climate using solar hybrid systems. **Energy Policy**, v. 95, p. 378 – 389, 2016.
- KEBEDE, K. Viability study of grid-connected solar PV system in Ethiopia. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 10, p. 63 – 70, 2015.
- KHALID, A.; JUNAIDI, H. Study of economic viability of photovoltaic electric power for Quetta – Pakistan. **Renewable Energy**, v. 50, p. 253 – 258, 2013.
- KHALILPOUR, R.; VASSALO, A. Leaving the grid: An ambition or a real choice?. **Energy Policy**, v. 82, p. 207 – 221, 2015.
- KOZLOVSKI, E.; BAWAH, U. A financial decision support framework for the appraisal of renewable energy infrastructures in developing economies. **International Journal of Energy Sector Management**, v. 9, n. 2, p. 176 – 203, 2015.
- KUANG, Y. et al. A review of renewable energy utilization in islands. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 504 – 513, 2016.
- KYMAKIS, E.; KALYKAKIS, S.; PAPAZOUGLOU, T. Performance analysis of a grid connected photovoltaic park on the island of Crete. **Energy Conversion and Management**, v. 50, p. 433 – 438, 2009.
- LI, Z.; BOYLE, F.; REYNOLDS, A. Domestic application of solar PV systems in Ireland: The reality of their economic viability. **Energy**, v. 36, n. 10, p. 5865 – 5876, 2011.
- MEHMOOD, A.; WAGAS, A.; MAHMOOD, H. Economic Viability of Solar Photovoltaic Water Pump for Sustainable Agriculture Growth in Pakistan. **Materials Today: Proceedings**, v. 2, n. 10, p. 5190 – 5195, 2015.
- MIGUEL, P. (Org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- MITSCHER, M.; RÜTHER, R. Economic performance and policies for grid-connected residential solar photovoltaic systems in Brazil. **Energy Policy**, v. 49, p. 688 – 694, 2012.
- MONDAL, A.; ISLAM, S. Potential and viability of grid-connected solar PV system in Bangladesh. **Renewable Energy**, v. 36, n. 6, p. 1869 – 1874, 2011.
- NEWNAN, D.; LAVELLE, J. **Fundamentos de Engenharia Econômica**. 1 ed. Rio de Janeiro: JC, 2000.



OBYDENKOVA, S.; PEARCE, J. Technical viability of mobile solar photovoltaic systems for indigenous nomadic communities in northern latitudes. **Renewable Energy**, v. 89, p. 253 – 267, 2016.

PAL, S. et al. Energy performance and economic viability of advanced window technologies for a new Finnish townhouse concept. **Applied Energy**, n. 162, p. 11 – 20, 2016.

PARIDA, B.; INIYAN, S.; GOIC, R. A review of solar photovoltaic Technologies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 3, p. 1625 – 1636, 2011.

PAWEL, I. The Cost of Storage – How to Calculate the Levelized Cost of Stored Energy (LCOE) and Applications to Renewable Energy Generation. **Energy Procedia**, v. 46, p. 68 – 77, 2014.

PINHEIRO, J. **Da Iniciação Científica ao TCC: Uma Abordagem para os cursos de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.

RAMADHAM, M.; NASEEB, A. The cost benefit analysis of implementing photovoltaic solar system in the state of Kuwait. **Renewable Energy**, v. 36, n. 4, p. 1272 – 1276, 2011.

REAL SOLAR. **Os sistemas conectados à rede (on grid)**. 2017. Disponível em: <<http://real-solar.com/como-funciona.php>>. Acesso em: 12 maio 2017.

REHMAN, S.; BADER, M.; AL-MOALLEM, S. Cost of solar energy generated using PV panels. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 11, n. 8, p. 1843 – 1857, 2007.

REN, H.; GAO, W.; RUAN, Y. Economic optimization and sensitivity analysis of photovoltaic system in residential buildings. **Renewable Energy**, v. 34, n. 3, p. 883 – 889, 2009.

RGE SUL. **Bandeiras Tarifárias**. 2017a. Disponível em <<https://www.rgesul.com.br/sobre-rge/Paginas/educacao-legislacao-seguranca/bandeiras-tarifarias.aspx>>. Acesso em: 04 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **Tarifas, Taxas e Tributos**. 2017b. Disponível em: <<https://www.rgesul.com.br/clientes-residenciais-comerciais/Paginas/informacoes/tarifas-taxas-tributos.aspx#AT2017>>. Acesso em: 04 maio 2017.

RIBEIRO, M.; RESENDE, A.; DALMÁCIO, F. Uma Análise Multidimensional dos Projetos Brasileiros de MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. **Revista de Contabilidade da UFBA**, v. 2, n. 1, p. 14 – 29, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Nº 14.743, de 24 de setembro de 2015. **Altera a Lei n.º 8.820, de 27 de janeiro de 1989, que institui o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação e dá outras providências**. DOE nº. 184, Porto Alegre, 2015.

RÜTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. 1 ed. Florianópolis: UFSC/LABSOLAR, 2004.

RÜTHER, R.; ZILLES, R. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. **Energy Policy**, v. 39, n. 3, p. 1027 – 1030, 2011.

TORRES, R. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. Dissertação (Mestrado em Térmica e Fluidos) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-18032013-091511/>>. Acesso em: 07 ago. 2016.

UECKERDT, F. et al. System LCOE: What are the costs of variable renewables?. **Energy**, v. 63, p. 61 – 75, 2013.

VILLALVA, M. **Energia solar fotovoltaica: Conceitos e aplicações**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2015.

WU, Y. et al. Smart solar concentrators for building integrated photovoltaic façades. **Solar Energy**, v. 133, p. 111 – 118, 2016.

## APÊNDICE A – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 1

VERDE										
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 1							
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL	
0	0	0			-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93			-R\$ 11.325,93
1	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 11.273,19	-R\$ 11.272,89	-99,53%		-R\$ 11.273,19
2	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 11.220,75	-R\$ 11.219,85	-92,92%		-R\$ 11.220,75
3	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 11.168,60	-R\$ 11.166,81	-82,17%		-R\$ 11.168,60
4	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 11.116,75	-R\$ 11.113,77	-71,61%		-R\$ 11.116,75
5	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 11.065,19	-R\$ 11.060,73	-62,48%		-R\$ 11.065,19
6	0	178	R\$ 30,00	R\$ 53,04	R\$ 23,04	-R\$ 11.042,92	-R\$ 11.037,70	-58,17%		-R\$ 11.042,92
7	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 10.991,94	-R\$ 10.984,66	-49,84%		-R\$ 10.991,94
8	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 10.941,25	-R\$ 10.931,62	-43,97%		-R\$ 10.941,25
9	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 10.890,84	-R\$ 10.878,58	-39,30%		-R\$ 10.890,84
10	0	178	R\$ -	R\$ 53,04	R\$ 53,04	-R\$ 10.840,72	-R\$ 10.825,54	-35,43%		-R\$ 10.840,72
58	4	183	R\$ -	R\$ 64,71	R\$ 64,71	-R\$ 8.712,76	-R\$ 8.233,51	-3,59%		-R\$ 8.712,76
59	4	183	R\$ -	R\$ 64,71	R\$ 64,71	-R\$ 8.666,41	-R\$ 8.168,80	-3,48%		-R\$ 8.666,41
60	4	183	R\$ 357,63	R\$ 64,71	-R\$ 292,92	-R\$ 8.875,03	-R\$ 8.461,72	-4,13%		-R\$ 8.875,03
61	5	183	R\$ -	R\$ 68,01	R\$ 68,01	-R\$ 8.826,87	-R\$ 8.393,71	-3,94%		-R\$ 8.826,87
62	5	184	R\$ -	R\$ 68,01	R\$ 68,01	-R\$ 8.778,97	-R\$ 8.325,69	-3,77%		-R\$ 8.778,97
118	9	189	R\$ -	R\$ 82,98	R\$ 82,98	-R\$ 6.502,18	-R\$ 4.519,14	-0,74%		-R\$ 6.502,18
119	9	189	R\$ -	R\$ 82,98	R\$ 82,98	-R\$ 6.459,85	-R\$ 4.436,16	-0,71%		-R\$ 6.459,85
120	9	189	R\$ 485,60	R\$ 82,98	-R\$ 402,62	-R\$ 6.664,08	-R\$ 4.838,78	-0,84%		-R\$ 6.664,08
121	10	189	R\$ -	R\$ 87,21	R\$ 87,21	-R\$ 6.620,09	-R\$ 4.751,57	-0,81%		-R\$ 6.620,09
122	10	190	R\$ -	R\$ 87,21	R\$ 87,21	-R\$ 6.576,35	-R\$ 4.664,35	-0,78%		-R\$ 6.576,35
180	14	196	R\$ 659,36	R\$ 106,41	-R\$ 552,95	-R\$ 4.671,35	-R\$ 260,75	-0,02%		-R\$ 4.671,35
181	15	196	R\$ -	R\$ 111,83	R\$ 111,83	-R\$ 4.631,18	-R\$ 148,92	-0,01%		-R\$ 4.631,18
182	15	197	R\$ -	R\$ 111,83	R\$ 111,83	-R\$ 4.591,23	-R\$ 37,09	0,00%		-R\$ 4.591,23
183	15	197	R\$ -	R\$ 111,83	R\$ 111,83	-R\$ 4.551,51	R\$ 74,74	0,01%		-R\$ 4.551,51
184	15	197	R\$ -	R\$ 111,83	R\$ 111,83	-R\$ 4.512,01	R\$ 186,57	0,02%		-R\$ 4.512,01
185	15	197	R\$ -	R\$ 111,83	R\$ 111,83	-R\$ 4.472,74	R\$ 298,40	0,03%		-R\$ 4.472,74
238	19	202	R\$ -	R\$ 136,44	R\$ 136,44	-R\$ 2.717,11	R\$ 6.140,18	0,33%		-R\$ 2.717,11
239	19	202	R\$ -	R\$ 136,44	R\$ 136,44	-R\$ 2.681,80	R\$ 6.276,63	0,34%		-R\$ 2.681,80
240	19	202	R\$ 895,29	R\$ 136,44	-R\$ 758,85	-R\$ 2.877,06	R\$ 5.517,78	0,31%		-R\$ 2.877,06
241	20	202	R\$ -	R\$ 143,40	R\$ 143,40	-R\$ 2.840,37	R\$ 5.661,18	0,32%		-R\$ 2.840,37
242	20	204	R\$ -	R\$ 143,40	R\$ 143,40	-R\$ 2.803,88	R\$ 5.804,58	0,32%		-R\$ 2.803,88
298	24	209	R\$ -	R\$ 174,96	R\$ 174,96	-R\$ 1.104,67	R\$ 13.668,56	0,49%		-R\$ 1.104,67
299	24	209	R\$ -	R\$ 174,96	R\$ 174,96	-R\$ 1.072,43	R\$ 13.843,52	0,50%		-R\$ 1.072,43
300	24	209	R\$ 1.215,65	R\$ 174,96	-R\$ 1.040,69	-R\$ 1.263,14	R\$ 12.802,83	0,48%		-R\$ 1.263,14
301	25	209	R\$ -	R\$ 183,88	R\$ 183,88	-R\$ 1.229,63	R\$ 12.986,71	0,48%		-R\$ 1.229,63
302	25	211	R\$ -	R\$ 183,88	R\$ 183,88	-R\$ 1.196,31	R\$ 13.170,59	0,49%		-R\$ 1.196,31
342	28	215	R\$ 166,36	R\$ 213,47	R\$ 47,11	-R\$ 94,59	R\$ 19.995,91	0,56%		-R\$ 94,59
343	28	215	R\$ -	R\$ 213,47	R\$ 213,47	-R\$ 63,91	R\$ 20.209,38	0,56%		-R\$ 63,91
344	28	215	R\$ -	R\$ 213,47	R\$ 213,47	-R\$ 33,42	R\$ 20.422,84	0,57%		-R\$ 33,42
345	28	215	R\$ -	R\$ 213,47	R\$ 213,47	-R\$ 3,09	R\$ 20.636,31	0,57%		-R\$ 3,09
346	28	215	R\$ -	R\$ 213,47	R\$ 213,47	R\$ 27,07	R\$ 20.849,78	0,57%		R\$ 27,07
347	28	215	R\$ -	R\$ 213,47	R\$ 213,47	R\$ 57,06	R\$ 21.063,24	0,57%		R\$ 57,06
348	28	215	R\$ 166,36	R\$ 213,47	R\$ 47,11	R\$ 63,64	R\$ 21.110,35	0,57%		R\$ 63,64
349	29	215	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 94,80	R\$ 21.334,70	0,57%		R\$ 94,80
350	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 125,78	R\$ 21.559,05	0,57%		R\$ 125,78
351	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 156,59	R\$ 21.783,40	0,58%		R\$ 156,59
352	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 187,23	R\$ 22.007,75	0,58%		R\$ 187,23
353	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 217,69	R\$ 22.232,10	0,58%		R\$ 217,69
354	29	217	R\$ 176,85	R\$ 224,35	R\$ 47,50	R\$ 224,10	R\$ 22.279,59	0,58%		R\$ 224,10
355	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 254,23	R\$ 22.503,94	0,58%		R\$ 254,23
356	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 284,18	R\$ 22.728,29	0,58%		R\$ 284,18
357	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 313,96	R\$ 22.952,64	0,58%		R\$ 313,96
358	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 343,57	R\$ 23.176,99	0,59%		R\$ 343,57
359	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 373,02	R\$ 23.401,34	0,59%		R\$ 373,02
360	29	217	R\$ -	R\$ 224,35	R\$ 224,35	R\$ 402,30	R\$ 23.625,69	0,59%		R\$ 402,30

## APÊNDICE B – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 2

VERDE									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 2						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99		-R\$ 16.972,99
1	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.868,28	-R\$ 16.867,69	-99,38%	-R\$ 16.868,28
2	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.764,16	-R\$ 16.762,38	-91,81%	-R\$ 16.764,16
3	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.660,63	-R\$ 16.657,08	-80,28%	-R\$ 16.660,63
4	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.557,69	-R\$ 16.551,78	-69,31%	-R\$ 16.557,69
5	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.455,32	-R\$ 16.446,48	-60,01%	-R\$ 16.455,32
6	0	178	R\$ 60,00	R\$ 105,30	R\$ 45,30	-R\$ 16.411,53	-R\$ 16.401,17	-55,75%	-R\$ 16.411,53
7	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.310,31	-R\$ 16.295,87	-47,45%	-R\$ 16.310,31
8	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.209,67	-R\$ 16.190,57	-41,62%	-R\$ 16.209,67
9	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.109,59	-R\$ 16.085,27	-37,01%	-R\$ 16.109,59
10	0	178	R\$ -	R\$ 105,30	R\$ 105,30	-R\$ 16.010,08	-R\$ 15.979,96	-33,22%	-R\$ 16.010,08
58	4	183	R\$ -	R\$ 128,48	R\$ 128,48	-R\$ 11.788,59	-R\$ 10.837,80	-2,90%	-R\$ 11.788,59
59	4	183	R\$ -	R\$ 128,48	R\$ 128,48	-R\$ 11.696,57	-R\$ 10.709,32	-2,79%	-R\$ 11.696,57
60	4	183	R\$ 395,95	R\$ 128,48	-R\$ 267,47	-R\$ 11.887,06	-R\$ 10.976,79	-3,03%	-R\$ 11.887,06
61	5	183	R\$ -	R\$ 135,03	R\$ 135,03	-R\$ 11.791,43	-R\$ 10.841,76	-2,90%	-R\$ 11.791,43
62	5	184	R\$ -	R\$ 135,03	R\$ 135,03	-R\$ 11.696,35	-R\$ 10.706,73	-2,78%	-R\$ 11.696,35
118	9	189	R\$ -	R\$ 164,75	R\$ 164,75	-R\$ 7.179,65	-R\$ 3.155,29	-0,31%	-R\$ 7.179,65
119	9	189	R\$ -	R\$ 164,75	R\$ 164,75	-R\$ 7.095,61	-R\$ 2.990,54	-0,29%	-R\$ 7.095,61
120	9	189	R\$ 537,63	R\$ 164,75	-R\$ 372,88	-R\$ 7.284,75	-R\$ 3.363,42	-0,34%	-R\$ 7.284,75
121	10	189	R\$ -	R\$ 173,15	R\$ 173,15	-R\$ 7.197,42	-R\$ 3.190,27	-0,32%	-R\$ 7.197,42
122	10	190	R\$ -	R\$ 173,15	R\$ 173,15	-R\$ 7.110,58	-R\$ 3.017,12	-0,29%	-R\$ 7.110,58
139	11	192	R\$ -	R\$ 181,98	R\$ 181,98	-R\$ 5.838,94	-R\$ 350,67	-0,03%	-R\$ 5.838,94
140	11	192	R\$ -	R\$ 181,98	R\$ 181,98	-R\$ 5.756,50	-R\$ 168,70	-0,01%	-R\$ 5.756,50
141	11	192	R\$ -	R\$ 181,98	R\$ 181,98	-R\$ 5.674,53	R\$ 13,28	0,00%	-R\$ 5.674,53
142	11	192	R\$ -	R\$ 181,98	R\$ 181,98	-R\$ 5.593,03	R\$ 195,25	0,01%	-R\$ 5.593,03
143	11	192	R\$ -	R\$ 181,98	R\$ 181,98	-R\$ 5.511,98	R\$ 377,23	0,03%	-R\$ 5.511,98
178	14	196	R\$ -	R\$ 211,25	R\$ 211,25	-R\$ 3.012,06	R\$ 6.604,11	0,34%	-R\$ 3.012,06
179	14	196	R\$ -	R\$ 211,25	R\$ 211,25	-R\$ 2.935,31	R\$ 6.815,36	0,35%	-R\$ 2.935,31
180	14	196	R\$ 730,00	R\$ 211,25	-R\$ 518,75	-R\$ 3.122,72	R\$ 6.296,62	0,33%	-R\$ 3.122,72
181	15	196	R\$ -	R\$ 222,03	R\$ 222,03	-R\$ 3.042,96	R\$ 6.518,64	0,34%	-R\$ 3.042,96
182	15	197	R\$ -	R\$ 222,03	R\$ 222,03	-R\$ 2.963,65	R\$ 6.740,67	0,35%	-R\$ 2.963,65
225	18	201	R\$ -	R\$ 257,75	R\$ 257,75	-R\$ 82,75	R\$ 15.883,98	0,56%	-R\$ 82,75
226	18	201	R\$ -	R\$ 257,75	R\$ 257,75	-R\$ 10,97	R\$ 16.141,73	0,57%	-R\$ 10,97
227	18	201	R\$ -	R\$ 257,75	R\$ 257,75	R\$ 60,41	R\$ 16.399,48	0,57%	R\$ 60,41
228	18	201	R\$ 180,46	R\$ 257,75	R\$ 77,28	R\$ 81,69	R\$ 16.476,76	0,57%	R\$ 81,69
229	19	201	R\$ -	R\$ 270,89	R\$ 270,89	R\$ 155,87	R\$ 16.747,65	0,58%	R\$ 155,87
238	19	202	R\$ -	R\$ 270,89	R\$ 270,89	R\$ 753,83	R\$ 18.993,81	0,61%	R\$ 753,83
239	19	202	R\$ -	R\$ 270,89	R\$ 270,89	R\$ 823,92	R\$ 19.264,70	0,61%	R\$ 823,92
240	19	202	R\$ 991,21	R\$ 270,89	-R\$ 720,32	R\$ 638,58	R\$ 18.544,38	0,60%	R\$ 638,58
241	20	202	R\$ -	R\$ 284,70	R\$ 284,70	R\$ 711,42	R\$ 18.829,08	0,60%	R\$ 711,42
242	20	204	R\$ -	R\$ 284,70	R\$ 284,70	R\$ 783,85	R\$ 19.113,78	0,61%	R\$ 783,85
298	24	209	R\$ -	R\$ 347,36	R\$ 347,36	R\$ 4.154,18	R\$ 34.711,72	0,74%	R\$ 4.154,18
299	24	209	R\$ -	R\$ 347,36	R\$ 347,36	R\$ 4.218,20	R\$ 35.059,08	0,74%	R\$ 4.218,20
300	24	209	R\$ 1.345,90	R\$ 347,36	-R\$ 998,54	R\$ 4.035,21	R\$ 34.060,55	0,73%	R\$ 4.035,21
301	25	209	R\$ -	R\$ 365,07	R\$ 365,07	R\$ 4.101,74	R\$ 34.425,62	0,73%	R\$ 4.101,74
302	25	211	R\$ -	R\$ 365,07	R\$ 365,07	R\$ 4.167,89	R\$ 34.790,69	0,74%	R\$ 4.167,89
351	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 6.851,11	R\$ 51.872,55	0,80%	R\$ 6.851,11
352	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 6.911,94	R\$ 52.317,97	0,80%	R\$ 6.911,94
353	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 6.972,42	R\$ 52.763,39	0,80%	R\$ 6.972,42
354	29	217	R\$ 353,71	R\$ 445,42	R\$ 91,71	R\$ 6.984,80	R\$ 52.855,10	0,80%	R\$ 6.984,80
355	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 7.044,60	R\$ 53.300,52	0,80%	R\$ 7.044,60
356	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 7.104,07	R\$ 53.745,93	0,80%	R\$ 7.104,07
357	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 7.163,20	R\$ 54.191,35	0,81%	R\$ 7.163,20
358	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 7.221,99	R\$ 54.636,77	0,81%	R\$ 7.221,99
359	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 7.280,45	R\$ 55.082,19	0,81%	R\$ 7.280,45
360	29	217	R\$ -	R\$ 445,42	R\$ 445,42	R\$ 7.338,59	R\$ 55.527,61	0,81%	R\$ 7.338,59

## APÊNDICE C – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 3

VERDE									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 3						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02		-R\$ 29.430,02
1	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 29.220,60	-R\$ 29.219,41	-99,28%	-R\$ 29.220,60
2	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 29.012,37	-R\$ 29.008,81	-91,18%	-R\$ 29.012,37
3	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 28.805,31	-R\$ 28.798,20	-79,24%	-R\$ 28.805,31
4	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 28.599,41	-R\$ 28.587,60	-68,06%	-R\$ 28.599,41
5	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 28.394,68	-R\$ 28.376,99	-58,68%	-R\$ 28.394,68
6	0	178	R\$ 120,00	R\$ 210,61	R\$ 90,61	-R\$ 28.307,10	-R\$ 28.286,39	-54,43%	-R\$ 28.307,10
7	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 28.104,67	-R\$ 28.075,78	-46,17%	-R\$ 28.104,67
8	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 27.903,38	-R\$ 27.865,18	-40,37%	-R\$ 27.903,38
9	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 27.703,23	-R\$ 27.654,57	-35,79%	-R\$ 27.703,23
10	0	178	R\$ -	R\$ 210,61	R\$ 210,61	-R\$ 27.504,20	-R\$ 27.443,97	-32,05%	-R\$ 27.504,20
58	4	183	R\$ -	R\$ 256,96	R\$ 256,96	-R\$ 19.061,22	-R\$ 17.159,64	-2,53%	-R\$ 19.061,22
59	4	183	R\$ -	R\$ 256,96	R\$ 256,96	-R\$ 18.877,17	-R\$ 16.902,68	-2,43%	-R\$ 18.877,17
60	4	183	R\$ 472,58	R\$ 256,96	-R\$ 215,63	-R\$ 19.030,75	-R\$ 17.118,31	-2,52%	-R\$ 19.030,75
61	5	183	R\$ -	R\$ 270,06	R\$ 270,06	-R\$ 18.839,49	-R\$ 16.848,25	-2,41%	-R\$ 18.839,49
62	5	184	R\$ -	R\$ 270,06	R\$ 270,06	-R\$ 18.649,32	-R\$ 16.578,19	-2,31%	-R\$ 18.649,32
118	9	189	R\$ -	R\$ 329,49	R\$ 329,49	-R\$ 9.615,93	-R\$ 1.475,30	-0,08%	-R\$ 9.615,93
119	9	189	R\$ -	R\$ 329,49	R\$ 329,49	-R\$ 9.447,84	-R\$ 1.145,80	-0,06%	-R\$ 9.447,84
120	9	189	R\$ 641,68	R\$ 329,49	-R\$ 312,19	-R\$ 9.606,20	-R\$ 1.457,99	-0,08%	-R\$ 9.606,20
121	10	189	R\$ -	R\$ 346,29	R\$ 346,29	-R\$ 9.431,53	-R\$ 1.111,70	-0,06%	-R\$ 9.431,53
122	10	190	R\$ -	R\$ 346,29	R\$ 346,29	-R\$ 9.257,85	-R\$ 765,41	-0,04%	-R\$ 9.257,85
123	10	190	R\$ -	R\$ 346,29	R\$ 346,29	-R\$ 9.085,15	-R\$ 419,11	-0,02%	-R\$ 9.085,15
124	10	190	R\$ -	R\$ 346,29	R\$ 346,29	-R\$ 8.913,42	-R\$ 72,82	0,00%	-R\$ 8.913,42
125	10	190	R\$ -	R\$ 346,29	R\$ 346,29	-R\$ 8.742,67	R\$ 273,47	0,01%	-R\$ 8.742,67
126	10	190	R\$ 221,24	R\$ 346,29	R\$ 125,05	-R\$ 8.681,35	R\$ 398,53	0,02%	-R\$ 8.681,35
127	10	190	R\$ -	R\$ 346,29	R\$ 346,29	-R\$ 8.512,51	R\$ 744,82	0,04%	-R\$ 8.512,51
178	14	196	R\$ -	R\$ 422,51	R\$ 422,51	-R\$ 1.060,82	R\$ 18.477,06	0,52%	-R\$ 1.060,82
179	14	196	R\$ -	R\$ 422,51	R\$ 422,51	-R\$ 907,32	R\$ 18.899,57	0,53%	-R\$ 907,32
180	14	196	R\$ 871,29	R\$ 422,51	-R\$ 448,78	-R\$ 1.069,45	R\$ 18.450,78	0,52%	-R\$ 1.069,45
181	15	196	R\$ -	R\$ 444,05	R\$ 444,05	-R\$ 909,93	R\$ 18.894,83	0,53%	-R\$ 909,93
182	15	197	R\$ -	R\$ 444,05	R\$ 444,05	-R\$ 751,31	R\$ 19.338,89	0,54%	-R\$ 751,31
186	15	197	R\$ 300,41	R\$ 444,05	R\$ 143,64	-R\$ 230,65	R\$ 20.814,68	0,56%	-R\$ 230,65
187	15	197	R\$ -	R\$ 444,05	R\$ 444,05	-R\$ 76,45	R\$ 21.258,73	0,56%	-R\$ 76,45
188	15	197	R\$ -	R\$ 444,05	R\$ 444,05	R\$ 76,87	R\$ 21.702,78	0,57%	R\$ 76,87
189	15	197	R\$ -	R\$ 444,05	R\$ 444,05	R\$ 229,33	R\$ 22.146,83	0,58%	R\$ 229,33
190	15	197	R\$ -	R\$ 444,05	R\$ 444,05	R\$ 380,93	R\$ 22.590,88	0,58%	R\$ 380,93
238	19	202	R\$ -	R\$ 541,78	R\$ 541,78	R\$ 6.683,64	R\$ 43.845,18	0,76%	R\$ 6.683,64
239	19	202	R\$ -	R\$ 541,78	R\$ 541,78	R\$ 6.823,83	R\$ 44.386,96	0,76%	R\$ 6.823,83
240	19	202	R\$ 1.183,06	R\$ 541,78	-R\$ 641,28	R\$ 6.658,83	R\$ 43.745,68	0,76%	R\$ 6.658,83
241	20	202	R\$ -	R\$ 569,40	R\$ 569,40	R\$ 6.804,51	R\$ 44.315,08	0,76%	R\$ 6.804,51
242	20	204	R\$ -	R\$ 569,40	R\$ 569,40	R\$ 6.949,37	R\$ 44.884,48	0,77%	R\$ 6.949,37
298	24	209	R\$ -	R\$ 694,72	R\$ 694,72	R\$ 13.690,03	R\$ 76.080,36	0,87%	R\$ 13.690,03
299	24	209	R\$ -	R\$ 694,72	R\$ 694,72	R\$ 13.818,06	R\$ 76.775,08	0,87%	R\$ 13.818,06
300	24	209	R\$ 1.606,39	R\$ 694,72	-R\$ 911,67	R\$ 13.651,00	R\$ 75.863,41	0,87%	R\$ 13.651,00
301	25	209	R\$ -	R\$ 730,14	R\$ 730,14	R\$ 13.784,04	R\$ 76.593,56	0,87%	R\$ 13.784,04
302	25	211	R\$ -	R\$ 730,14	R\$ 730,14	R\$ 13.916,34	R\$ 77.323,70	0,87%	R\$ 13.916,34
351	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 19.282,79	R\$ 111.487,42	0,93%	R\$ 19.282,79
352	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 19.404,44	R\$ 112.378,26	0,93%	R\$ 19.404,44
353	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 19.525,41	R\$ 113.269,09	0,93%	R\$ 19.525,41
354	29	217	R\$ 707,42	R\$ 890,84	R\$ 183,42	R\$ 19.550,17	R\$ 113.452,51	0,93%	R\$ 19.550,17
355	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 19.669,77	R\$ 114.343,35	0,93%	R\$ 19.669,77
356	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 19.788,70	R\$ 115.234,19	0,93%	R\$ 19.788,70
357	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 19.906,96	R\$ 116.125,03	0,93%	R\$ 19.906,96
358	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 20.024,55	R\$ 117.015,86	0,93%	R\$ 20.024,55
359	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 20.141,48	R\$ 117.906,70	0,93%	R\$ 20.141,48
360	29	217	R\$ -	R\$ 890,84	R\$ 890,84	R\$ 20.257,75	R\$ 118.797,54	0,93%	R\$ 20.257,75

## APÊNDICE D – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 4

AMARELA										
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 4							
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL	
0	0	0			-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93			-R\$ 11.325,93
1	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 11.270,86	-R\$ 11.270,86	-R\$ 11.270,54	-99,51%	-R\$ 11.270,86
2	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 11.216,09	-R\$ 11.216,09	-R\$ 11.215,16	-92,76%	-R\$ 11.216,09
3	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 11.161,64	-R\$ 11.161,64	-R\$ 11.159,77	-81,89%	-R\$ 11.161,64
4	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 11.107,49	-R\$ 11.107,49	-R\$ 11.104,39	-71,27%	-R\$ 11.107,49
5	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 11.053,65	-R\$ 11.053,65	-R\$ 11.049,00	-62,11%	-R\$ 11.053,65
6	0	178	R\$ 30,00	R\$ 55,39	R\$ 25,39	-R\$ 11.029,11	-R\$ 11.029,11	-R\$ 11.023,61	-57,63%	-R\$ 11.029,11
7	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 10.975,88	-R\$ 10.975,88	-R\$ 10.968,23	-49,42%	-R\$ 10.975,88
8	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 10.922,94	-R\$ 10.922,94	-R\$ 10.912,84	-43,58%	-R\$ 10.922,94
9	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 10.870,30	-R\$ 10.870,30	-R\$ 10.857,46	-38,93%	-R\$ 10.870,30
10	0	178	R\$ -	R\$ 55,39	R\$ 55,39	-R\$ 10.817,96	-R\$ 10.817,96	-R\$ 10.802,07	-35,09%	-R\$ 10.817,96
58	4	183	R\$ -	R\$ 67,58	R\$ 67,58	-R\$ 8.585,90	-R\$ 8.585,90	-R\$ 8.083,32	-3,48%	-R\$ 8.585,90
59	4	183	R\$ -	R\$ 67,58	R\$ 67,58	-R\$ 8.537,50	-R\$ 8.537,50	-R\$ 8.015,75	-3,36%	-R\$ 8.537,50
60	4	183	R\$ 357,63	R\$ 67,58	-R\$ 290,05	-R\$ 8.744,08	-R\$ 8.744,08	-R\$ 8.305,80	-3,96%	-R\$ 8.744,08
61	5	183	R\$ -	R\$ 71,02	R\$ 71,02	-R\$ 8.693,78	-R\$ 8.693,78	-R\$ 8.234,78	-3,78%	-R\$ 8.693,78
62	5	184	R\$ -	R\$ 71,02	R\$ 71,02	-R\$ 8.643,77	-R\$ 8.643,77	-R\$ 8.163,76	-3,62%	-R\$ 8.643,77
118	9	189	R\$ -	R\$ 86,65	R\$ 86,65	-R\$ 6.255,37	-R\$ 6.255,37	-R\$ 4.170,64	-0,67%	-R\$ 6.255,37
119	9	189	R\$ -	R\$ 86,65	R\$ 86,65	-R\$ 6.211,16	-R\$ 6.211,16	-R\$ 4.083,99	-0,65%	-R\$ 6.211,16
120	9	189	R\$ 485,60	R\$ 86,65	-R\$ 398,95	-R\$ 6.413,53	-R\$ 6.413,53	-R\$ 4.482,93	-0,76%	-R\$ 6.413,53
121	10	189	R\$ -	R\$ 91,07	R\$ 91,07	-R\$ 6.367,59	-R\$ 6.367,59	-R\$ 4.391,86	-0,73%	-R\$ 6.367,59
122	10	190	R\$ -	R\$ 91,07	R\$ 91,07	-R\$ 6.321,92	-R\$ 6.321,92	-R\$ 4.300,79	-0,71%	-R\$ 6.321,92
169	14	194	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.501,27	-R\$ 4.501,27	-R\$ 140,78	-0,01%	-R\$ 4.501,27
170	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.458,79	-R\$ 4.458,79	-R\$ 29,66	0,00%	-R\$ 4.458,79
171	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.416,55	-R\$ 4.416,55	R\$ 81,45	0,01%	-R\$ 4.416,55
172	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.374,55	-R\$ 4.374,55	R\$ 192,56	0,02%	-R\$ 4.374,55
173	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.332,79	-R\$ 4.332,79	R\$ 303,68	0,03%	-R\$ 4.332,79
174	14	196	R\$ 70,65	R\$ 111,11	R\$ 40,47	-R\$ 4.317,67	-R\$ 4.317,67	R\$ 344,14	0,03%	-R\$ 4.317,67
175	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.276,37	-R\$ 4.276,37	R\$ 455,26	0,04%	-R\$ 4.276,37
176	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.235,31	-R\$ 4.235,31	R\$ 566,37	0,05%	-R\$ 4.235,31
177	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.194,48	-R\$ 4.194,48	R\$ 677,48	0,06%	-R\$ 4.194,48
178	14	196	R\$ -	R\$ 111,11	R\$ 111,11	-R\$ 4.153,89	-R\$ 4.153,89	R\$ 788,60	0,07%	-R\$ 4.153,89
238	19	202	R\$ -	R\$ 142,48	R\$ 142,48	-R\$ 2.260,70	-R\$ 2.260,70	R\$ 7.069,06	0,37%	-R\$ 2.260,70
239	19	202	R\$ -	R\$ 142,48	R\$ 142,48	-R\$ 2.223,83	-R\$ 2.223,83	R\$ 7.211,54	0,38%	-R\$ 2.223,83
240	19	202	R\$ 895,29	R\$ 142,48	-R\$ 752,81	-R\$ 2.417,53	-R\$ 2.417,53	R\$ 6.458,73	0,36%	-R\$ 2.417,53
241	20	202	R\$ -	R\$ 149,74	R\$ 149,74	-R\$ 2.379,22	-R\$ 2.379,22	R\$ 6.608,48	0,36%	-R\$ 2.379,22
242	20	204	R\$ -	R\$ 149,74	R\$ 149,74	-R\$ 2.341,13	-R\$ 2.341,13	R\$ 6.758,22	0,36%	-R\$ 2.341,13
298	24	209	R\$ -	R\$ 182,70	R\$ 182,70	-R\$ 556,89	-R\$ 556,89	R\$ 15.015,57	0,53%	-R\$ 556,89
299	24	209	R\$ -	R\$ 182,70	R\$ 182,70	-R\$ 523,22	-R\$ 523,22	R\$ 15.198,27	0,53%	-R\$ 523,22
300	24	209	R\$ 1.215,65	R\$ 182,70	-R\$ 1.032,95	-R\$ 712,51	-R\$ 712,51	R\$ 14.165,32	0,52%	-R\$ 712,51
301	25	209	R\$ -	R\$ 192,02	R\$ 192,02	-R\$ 677,53	-R\$ 677,53	R\$ 14.357,34	0,52%	-R\$ 677,53
302	25	211	R\$ -	R\$ 192,02	R\$ 192,02	-R\$ 642,73	-R\$ 642,73	R\$ 14.549,35	0,52%	-R\$ 642,73
323	26	212	R\$ -	R\$ 201,81	R\$ 201,81	-R\$ 10,55	-R\$ 10,55	R\$ 18.265,26	0,57%	-R\$ 10,55
324	26	212	R\$ 147,20	R\$ 201,81	R\$ 54,61	-R\$ 1,81	-R\$ 1,81	R\$ 18.319,87	0,57%	-R\$ 1,81
325	27	212	R\$ -	R\$ 212,10	R\$ 212,10	R\$ 31,93	R\$ 31,93	R\$ 18.531,97	0,57%	R\$ 31,93
326	27	214	R\$ -	R\$ 212,10	R\$ 212,10	R\$ 65,48	R\$ 65,48	R\$ 18.744,06	0,57%	R\$ 65,48
327	27	214	R\$ -	R\$ 212,10	R\$ 212,10	R\$ 98,84	R\$ 98,84	R\$ 18.956,16	0,57%	R\$ 98,84
351	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 778,48	R\$ 778,48	R\$ 23.597,09	0,61%	R\$ 778,48
352	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 810,47	R\$ 810,47	R\$ 23.831,37	0,61%	R\$ 810,47
353	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 842,28	R\$ 842,28	R\$ 24.065,64	0,61%	R\$ 842,28
354	29	217	R\$ 176,85	R\$ 234,28	R\$ 57,42	R\$ 850,04	R\$ 850,04	R\$ 24.123,07	0,61%	R\$ 850,04
355	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 881,49	R\$ 881,49	R\$ 24.357,34	0,62%	R\$ 881,49
356	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 912,77	R\$ 912,77	R\$ 24.591,62	0,62%	R\$ 912,77
357	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 943,87	R\$ 943,87	R\$ 24.825,90	0,62%	R\$ 943,87
358	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 974,79	R\$ 974,79	R\$ 25.060,17	0,62%	R\$ 974,79
359	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 1.005,54	R\$ 1.005,54	R\$ 25.294,45	0,62%	R\$ 1.005,54
360	29	217	R\$ -	R\$ 234,28	R\$ 234,28	R\$ 1.036,12	R\$ 1.036,12	R\$ 25.528,72	0,62%	R\$ 1.036,12

## APÊNDICE E – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 5

AMARELA									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 5						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99		-R\$ 16.972,99
1	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.863,65	-R\$ 16.863,03	-99,35%	-R\$ 16.863,65
2	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.754,92	-R\$ 16.753,07	-91,62%	-R\$ 16.754,92
3	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.646,81	-R\$ 16.643,10	-79,97%	-R\$ 16.646,81
4	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.539,31	-R\$ 16.533,14	-68,94%	-R\$ 16.539,31
5	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.432,41	-R\$ 16.423,18	-59,61%	-R\$ 16.432,41
6	0	178	R\$ 60,00	R\$ 109,96	R\$ 49,96	-R\$ 16.384,12	-R\$ 16.373,22	-55,18%	-R\$ 16.384,12
7	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.278,43	-R\$ 16.263,26	-47,00%	-R\$ 16.278,43
8	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.173,33	-R\$ 16.153,30	-41,21%	-R\$ 16.173,33
9	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 16.068,83	-R\$ 16.043,33	-36,62%	-R\$ 16.068,83
10	0	178	R\$ -	R\$ 109,96	R\$ 109,96	-R\$ 15.964,91	-R\$ 15.933,37	-32,85%	-R\$ 15.964,91
58	4	183	R\$ -	R\$ 134,16	R\$ 134,16	-R\$ 11.536,72	-R\$ 10.539,62	-2,78%	-R\$ 11.536,72
59	4	183	R\$ -	R\$ 134,16	R\$ 134,16	-R\$ 11.440,62	-R\$ 10.405,45	-2,68%	-R\$ 11.440,62
60	4	183	R\$ 395,95	R\$ 134,16	-R\$ 261,78	-R\$ 11.627,07	-R\$ 10.667,24	-2,89%	-R\$ 11.627,07
61	5	183	R\$ -	R\$ 141,00	R\$ 141,00	-R\$ 11.527,21	-R\$ 10.526,23	-2,77%	-R\$ 11.527,21
62	5	184	R\$ -	R\$ 141,00	R\$ 141,00	-R\$ 11.427,92	-R\$ 10.385,23	-2,65%	-R\$ 11.427,92
118	9	189	R\$ -	R\$ 172,04	R\$ 172,04	-R\$ 6.689,63	-R\$ 2.463,38	-0,24%	-R\$ 6.689,63
119	9	189	R\$ -	R\$ 172,04	R\$ 172,04	-R\$ 6.601,87	-R\$ 2.291,34	-0,22%	-R\$ 6.601,87
120	9	189	R\$ 537,63	R\$ 172,04	R\$ 365,59	-R\$ 6.787,32	-R\$ 2.656,93	-0,26%	-R\$ 6.787,32
121	10	189	R\$ -	R\$ 180,81	R\$ 180,81	-R\$ 6.696,12	-R\$ 2.476,12	-0,24%	-R\$ 6.696,12
122	10	190	R\$ -	R\$ 180,81	R\$ 180,81	-R\$ 6.605,44	-R\$ 2.295,32	-0,22%	-R\$ 6.605,44
134	11	192	R\$ -	R\$ 190,03	R\$ 190,03	-R\$ 5.654,33	-R\$ 328,43	-0,03%	-R\$ 5.654,33
135	11	192	R\$ -	R\$ 190,03	R\$ 190,03	-R\$ 5.565,78	-R\$ 138,40	-0,01%	-R\$ 5.565,78
136	11	192	R\$ -	R\$ 190,03	R\$ 190,03	-R\$ 5.477,73	R\$ 51,63	0,00%	-R\$ 5.477,73
137	11	192	R\$ -	R\$ 190,03	R\$ 190,03	-R\$ 5.390,18	R\$ 241,65	0,02%	-R\$ 5.390,18
138	11	192	R\$ 117,60	R\$ 190,03	R\$ 72,43	-R\$ 5.357,00	R\$ 314,08	0,02%	-R\$ 5.357,00
178	14	196	R\$ -	R\$ 220,60	R\$ 220,60	-R\$ 2.304,55	R\$ 7.800,89	0,40%	-R\$ 2.304,55
179	14	196	R\$ -	R\$ 220,60	R\$ 220,60	-R\$ 2.224,40	R\$ 8.021,49	0,41%	-R\$ 2.224,40
180	14	196	R\$ 730,00	R\$ 220,60	-R\$ 509,40	-R\$ 2.408,44	R\$ 7.512,09	0,39%	-R\$ 2.408,44
181	15	196	R\$ -	R\$ 231,85	R\$ 231,85	-R\$ 2.325,15	R\$ 7.743,94	0,40%	-R\$ 2.325,15
182	15	197	R\$ -	R\$ 231,85	R\$ 231,85	-R\$ 2.242,33	R\$ 7.975,79	0,40%	-R\$ 2.242,33
212	17	200	R\$ -	R\$ 256,09	R\$ 256,09	-R\$ 115,19	R\$ 14.477,55	0,56%	-R\$ 115,19
213	17	200	R\$ -	R\$ 256,09	R\$ 256,09	-R\$ 38,42	R\$ 14.733,65	0,56%	-R\$ 38,42
214	17	200	R\$ -	R\$ 256,09	R\$ 256,09	R\$ 37,91	R\$ 14.989,74	0,57%	R\$ 37,91
215	17	200	R\$ -	R\$ 256,09	R\$ 256,09	R\$ 113,81	R\$ 15.245,84	0,57%	R\$ 113,81
216	17	200	R\$ 169,75	R\$ 256,09	R\$ 86,34	R\$ 139,26	R\$ 15.332,18	0,58%	R\$ 139,26
238	19	202	R\$ -	R\$ 282,88	R\$ 282,88	R\$ 1.659,97	R\$ 20.837,99	0,65%	R\$ 1.659,97
239	19	202	R\$ -	R\$ 282,88	R\$ 282,88	R\$ 1.733,16	R\$ 21.120,86	0,66%	R\$ 1.733,16
240	19	202	R\$ 991,21	R\$ 282,88	-R\$ 708,34	R\$ 1.550,91	R\$ 20.412,52	0,65%	R\$ 1.550,91
241	20	202	R\$ -	R\$ 297,30	R\$ 297,30	R\$ 1.626,97	R\$ 20.709,82	0,65%	R\$ 1.626,97
242	20	204	R\$ -	R\$ 297,30	R\$ 297,30	R\$ 1.702,60	R\$ 21.007,12	0,65%	R\$ 1.702,60
298	24	209	R\$ -	R\$ 362,73	R\$ 362,73	R\$ 5.241,72	R\$ 37.386,04	0,78%	R\$ 5.241,72
299	24	209	R\$ -	R\$ 362,73	R\$ 362,73	R\$ 5.308,57	R\$ 37.748,77	0,78%	R\$ 5.308,57
300	24	209	R\$ 1.345,90	R\$ 362,73	-R\$ 983,17	R\$ 5.128,40	R\$ 36.765,61	0,77%	R\$ 5.128,40
301	25	209	R\$ -	R\$ 381,22	R\$ 381,22	R\$ 5.197,87	R\$ 37.146,83	0,78%	R\$ 5.197,87
302	25	211	R\$ -	R\$ 381,22	R\$ 381,22	R\$ 5.266,94	R\$ 37.528,06	0,78%	R\$ 5.266,94
351	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.085,79	R\$ 55.473,41	0,84%	R\$ 8.085,79
352	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.149,31	R\$ 55.938,54	0,84%	R\$ 8.149,31
353	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.212,47	R\$ 56.403,67	0,84%	R\$ 8.212,47
354	29	217	R\$ 353,71	R\$ 465,13	R\$ 111,42	R\$ 8.227,51	R\$ 56.515,09	0,84%	R\$ 8.227,51
355	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.289,96	R\$ 56.980,21	0,84%	R\$ 8.289,96
356	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.352,06	R\$ 57.445,34	0,84%	R\$ 8.352,06
357	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.413,80	R\$ 57.910,46	0,84%	R\$ 8.413,80
358	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.475,20	R\$ 58.375,59	0,84%	R\$ 8.475,20
359	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.536,25	R\$ 58.840,72	0,85%	R\$ 8.536,25
360	29	217	R\$ -	R\$ 465,13	R\$ 465,13	R\$ 8.596,95	R\$ 59.305,84	0,85%	R\$ 8.596,95

## APÊNDICE F – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 6

AMARELA									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 6						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02		-R\$ 29.430,02
1	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 29.211,03	-R\$ 29.209,79	-99,25%	-R\$ 29.211,03
2	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 28.993,28	-R\$ 28.989,56	-90,97%	-R\$ 28.993,28
3	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 28.776,75	-R\$ 28.769,33	-78,90%	-R\$ 28.776,75
4	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 28.561,45	-R\$ 28.549,10	-67,66%	-R\$ 28.561,45
5	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 28.347,36	-R\$ 28.328,87	-58,25%	-R\$ 28.347,36
6	0	178	R\$ 120,00	R\$ 220,23	R\$ 100,23	-R\$ 28.250,48	-R\$ 28.228,64	-53,83%	-R\$ 28.250,48
7	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 28.038,79	-R\$ 28.008,41	-45,69%	-R\$ 28.038,79
8	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 27.828,31	-R\$ 27.788,18	-39,93%	-R\$ 27.828,31
9	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 27.619,01	-R\$ 27.567,95	-35,39%	-R\$ 27.619,01
10	0	178	R\$ -	R\$ 220,23	R\$ 220,23	-R\$ 27.410,89	-R\$ 27.347,72	-31,66%	-R\$ 27.410,89
58	4	183	R\$ -	R\$ 268,70	R\$ 268,70	-R\$ 18.540,89	-R\$ 16.543,64	-2,40%	-R\$ 18.540,89
59	4	183	R\$ -	R\$ 268,70	R\$ 268,70	-R\$ 18.348,43	-R\$ 16.274,94	-2,31%	-R\$ 18.348,43
60	4	183	R\$ 472,58	R\$ 268,70	-R\$ 203,88	-R\$ 18.493,64	-R\$ 16.478,82	-2,38%	-R\$ 18.493,64
61	5	183	R\$ -	R\$ 282,40	R\$ 282,40	-R\$ 18.293,65	-R\$ 16.196,42	-2,28%	-R\$ 18.293,65
62	5	184	R\$ -	R\$ 282,40	R\$ 282,40	-R\$ 18.094,78	-R\$ 15.914,02	-2,18%	-R\$ 18.094,78
115	9	189	R\$ -	R\$ 344,55	R\$ 344,55	-R\$ 9.136,92	-R\$ 1.079,58	-0,06%	-R\$ 9.136,92
116	9	189	R\$ -	R\$ 344,55	R\$ 344,55	-R\$ 8.958,15	-R\$ 735,03	-0,04%	-R\$ 8.958,15
117	9	189	R\$ -	R\$ 344,55	R\$ 344,55	-R\$ 8.780,38	-R\$ 390,48	-0,02%	-R\$ 8.780,38
118	9	189	R\$ -	R\$ 344,55	R\$ 344,55	-R\$ 8.603,62	-R\$ 45,92	0,00%	-R\$ 8.603,62
119	9	189	R\$ -	R\$ 344,55	R\$ 344,55	-R\$ 8.427,86	R\$ 298,63	0,02%	-R\$ 8.427,86
120	9	189	R\$ 641,68	R\$ 344,55	-R\$ 297,13	-R\$ 8.578,57	R\$ 1,50	0,00%	-R\$ 8.578,57
121	10	189	R\$ -	R\$ 362,12	R\$ 362,12	-R\$ 8.395,93	R\$ 363,62	0,02%	-R\$ 8.395,93
122	10	190	R\$ -	R\$ 362,12	R\$ 362,12	-R\$ 8.214,31	R\$ 725,74	0,04%	-R\$ 8.214,31
123	10	190	R\$ -	R\$ 362,12	R\$ 362,12	-R\$ 8.033,71	R\$ 1.087,86	0,06%	-R\$ 8.033,71
173	14	196	R\$ -	R\$ 441,82	R\$ 441,82	-R\$ 309,96	R\$ 19.022,92	0,55%	-R\$ 309,96
174	14	196	R\$ 282,58	R\$ 441,82	R\$ 159,24	-R\$ 250,45	R\$ 19.182,16	0,56%	-R\$ 250,45
175	14	196	R\$ -	R\$ 441,82	R\$ 441,82	-R\$ 86,26	R\$ 19.623,97	0,56%	-R\$ 86,26
176	14	196	R\$ -	R\$ 441,82	R\$ 441,82	R\$ 77,01	R\$ 20.065,79	0,57%	R\$ 77,01
177	14	196	R\$ -	R\$ 441,82	R\$ 441,82	R\$ 239,36	R\$ 20.507,61	0,58%	R\$ 239,36
178	14	196	R\$ -	R\$ 441,82	R\$ 441,82	R\$ 400,79	R\$ 20.949,43	0,58%	R\$ 400,79
179	14	196	R\$ -	R\$ 441,82	R\$ 441,82	R\$ 561,31	R\$ 21.391,24	0,59%	R\$ 561,31
180	14	196	R\$ 871,29	R\$ 441,82	-R\$ 429,48	R\$ 406,15	R\$ 20.961,77	0,58%	R\$ 406,15
181	15	196	R\$ -	R\$ 464,34	R\$ 464,34	R\$ 572,96	R\$ 21.426,11	0,59%	R\$ 572,96
182	15	197	R\$ -	R\$ 464,34	R\$ 464,34	R\$ 738,83	R\$ 21.890,46	0,60%	R\$ 738,83
183	15	197	R\$ -	R\$ 464,34	R\$ 464,34	R\$ 903,76	R\$ 22.354,80	0,60%	R\$ 903,76
238	19	202	R\$ -	R\$ 566,54	R\$ 566,54	R\$ 8.555,59	R\$ 47.654,96	0,81%	R\$ 8.555,59
239	19	202	R\$ -	R\$ 566,54	R\$ 566,54	R\$ 8.702,19	R\$ 48.221,50	0,81%	R\$ 8.702,19
240	19	202	R\$ 1.183,06	R\$ 566,54	-R\$ 616,52	R\$ 8.543,56	R\$ 47.604,98	0,81%	R\$ 8.543,56
241	20	202	R\$ -	R\$ 595,43	R\$ 595,43	R\$ 8.695,90	R\$ 48.200,41	0,81%	R\$ 8.695,90
242	20	204	R\$ -	R\$ 595,43	R\$ 595,43	R\$ 8.847,38	R\$ 48.795,84	0,82%	R\$ 8.847,38
298	24	209	R\$ -	R\$ 726,47	R\$ 726,47	R\$ 15.936,73	R\$ 81.605,11	0,92%	R\$ 15.936,73
299	24	209	R\$ -	R\$ 726,47	R\$ 726,47	R\$ 16.070,61	R\$ 82.331,58	0,92%	R\$ 16.070,61
300	24	209	R\$ 1.606,39	R\$ 726,47	-R\$ 879,92	R\$ 15.909,36	R\$ 81.451,66	0,92%	R\$ 15.909,36
301	25	209	R\$ -	R\$ 763,51	R\$ 763,51	R\$ 16.048,49	R\$ 82.215,18	0,92%	R\$ 16.048,49
302	25	211	R\$ -	R\$ 763,51	R\$ 763,51	R\$ 16.186,83	R\$ 82.978,69	0,92%	R\$ 16.186,83
351	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 21.833,46	R\$ 118.926,27	0,97%	R\$ 21.833,46
352	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 21.960,67	R\$ 119.857,82	0,97%	R\$ 21.960,67
353	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 22.087,17	R\$ 120.789,37	0,97%	R\$ 22.087,17
354	29	217	R\$ 707,42	R\$ 931,55	R\$ 224,14	R\$ 22.117,43	R\$ 121.013,50	0,97%	R\$ 22.117,43
355	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 22.242,50	R\$ 121.945,05	0,97%	R\$ 22.242,50
356	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 22.366,86	R\$ 122.876,60	0,97%	R\$ 22.366,86
357	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 22.490,52	R\$ 123.808,16	0,97%	R\$ 22.490,52
358	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 22.613,49	R\$ 124.739,71	0,97%	R\$ 22.613,49
359	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 22.735,76	R\$ 125.671,26	0,97%	R\$ 22.735,76
360	29	217	R\$ -	R\$ 931,55	R\$ 931,55	R\$ 22.857,34	R\$ 126.602,81	0,97%	R\$ 22.857,34



## APÊNDICE G – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 7

VERMELHA PATAMAR 1									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 7						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93		-R\$ 11.325,93
1	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 11.269,69	-R\$ 11.269,37	-99,50%	-R\$ 11.269,69
2	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 11.213,77	-R\$ 11.212,81	-92,68%	-R\$ 11.213,77
3	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 11.158,16	-R\$ 11.156,25	-81,76%	-R\$ 11.158,16
4	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 11.102,87	-R\$ 11.099,69	-71,10%	-R\$ 11.102,87
5	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 11.047,88	-R\$ 11.043,13	-61,93%	-R\$ 11.047,88
6	0	178	R\$ 30,00	R\$ 56,56	R\$ 26,56	-R\$ 11.022,21	-R\$ 11.016,57	-57,37%	-R\$ 11.022,21
7	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 10.967,85	-R\$ 10.960,02	-49,21%	-R\$ 10.967,85
8	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 10.913,79	-R\$ 10.903,46	-43,40%	-R\$ 10.913,79
9	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 10.860,04	-R\$ 10.846,90	-38,76%	-R\$ 10.860,04
10	0	178	R\$ -	R\$ 56,56	R\$ 56,56	-R\$ 10.806,59	-R\$ 10.790,34	-34,92%	-R\$ 10.806,59
58	4	183	R\$ -	R\$ 69,01	R\$ 69,01	-R\$ 8.522,47	-R\$ 8.008,23	-3,42%	-R\$ 8.522,47
59	4	183	R\$ -	R\$ 69,01	R\$ 69,01	-R\$ 8.473,04	-R\$ 7.939,22	-3,31%	-R\$ 8.473,04
60	4	183	R\$ 357,63	R\$ 69,01	-R\$ 288,62	-R\$ 8.678,60	-R\$ 8.227,85	-3,88%	-R\$ 8.678,60
61	5	183	R\$ -	R\$ 72,53	R\$ 72,53	-R\$ 8.627,24	-R\$ 8.155,32	-3,70%	-R\$ 8.627,24
62	5	184	R\$ -	R\$ 72,53	R\$ 72,53	-R\$ 8.576,17	-R\$ 8.082,79	-3,55%	-R\$ 8.576,17
118	9	189	R\$ -	R\$ 88,49	R\$ 88,49	-R\$ 6.131,96	-R\$ 3.996,39	-0,64%	-R\$ 6.131,96
119	9	189	R\$ -	R\$ 88,49	R\$ 88,49	-R\$ 6.086,82	-R\$ 3.907,90	-0,61%	-R\$ 6.086,82
120	9	189	R\$ 485,60	R\$ 88,49	-R\$ 397,11	-R\$ 6.288,25	-R\$ 4.305,01	-0,72%	-R\$ 6.288,25
121	10	189	R\$ -	R\$ 93,00	R\$ 93,00	-R\$ 6.241,35	-R\$ 4.212,01	-0,70%	-R\$ 6.241,35
122	10	190	R\$ -	R\$ 93,00	R\$ 93,00	-R\$ 6.194,70	-R\$ 4.119,01	-0,67%	-R\$ 6.194,70
166	13	194	R\$ -	R\$ 107,96	R\$ 107,96	-R\$ 4.432,66	-R\$ 123,50	-0,01%	-R\$ 4.432,66
167	13	194	R\$ -	R\$ 107,96	R\$ 107,96	-R\$ 4.390,68	-R\$ 15,54	0,00%	-R\$ 4.390,68
168	13	194	R\$ 66,45	R\$ 107,96	R\$ 41,51	-R\$ 4.374,63	R\$ 25,97	0,00%	-R\$ 4.374,63
169	14	194	R\$ -	R\$ 113,47	R\$ 113,47	-R\$ 4.331,01	R\$ 139,44	0,01%	-R\$ 4.331,01
170	14	196	R\$ -	R\$ 113,47	R\$ 113,47	-R\$ 4.287,63	R\$ 252,90	0,02%	-R\$ 4.287,63
178	14	196	R\$ -	R\$ 113,47	R\$ 113,47	-R\$ 3.975,70	R\$ 1.089,99	0,09%	-R\$ 3.975,70
179	14	196	R\$ -	R\$ 113,47	R\$ 113,47	-R\$ 3.934,48	R\$ 1.203,46	0,10%	-R\$ 3.934,48
180	14	196	R\$ 659,36	R\$ 113,47	-R\$ 545,89	-R\$ 4.131,69	R\$ 657,57	0,06%	-R\$ 4.131,69
181	15	196	R\$ -	R\$ 119,25	R\$ 119,25	-R\$ 4.088,85	R\$ 776,82	0,07%	-R\$ 4.088,85
182	15	197	R\$ -	R\$ 119,25	R\$ 119,25	-R\$ 4.046,26	R\$ 896,08	0,08%	-R\$ 4.046,26
238	19	202	R\$ -	R\$ 145,50	R\$ 145,50	-R\$ 2.032,50	R\$ 7.533,50	0,40%	-R\$ 2.032,50
239	19	202	R\$ -	R\$ 145,50	R\$ 145,50	-R\$ 1.994,85	R\$ 7.679,00	0,40%	-R\$ 1.994,85
240	19	202	R\$ 895,29	R\$ 145,50	-R\$ 749,79	-R\$ 2.187,77	R\$ 6.929,21	0,38%	-R\$ 2.187,77
241	20	202	R\$ -	R\$ 152,92	R\$ 152,92	-R\$ 2.148,65	R\$ 7.082,12	0,38%	-R\$ 2.148,65
242	20	204	R\$ -	R\$ 152,92	R\$ 152,92	-R\$ 2.109,75	R\$ 7.235,04	0,39%	-R\$ 2.109,75
298	24	209	R\$ -	R\$ 186,57	R\$ 186,57	-R\$ 283,01	R\$ 15.689,07	0,55%	-R\$ 283,01
299	24	209	R\$ -	R\$ 186,57	R\$ 186,57	-R\$ 248,62	R\$ 15.875,64	0,55%	-R\$ 248,62
300	24	209	R\$ 1.215,65	R\$ 186,57	-R\$ 1.029,08	-R\$ 437,20	R\$ 14.846,57	0,54%	-R\$ 437,20
301	25	209	R\$ -	R\$ 196,08	R\$ 196,08	-R\$ 401,47	R\$ 15.042,65	0,54%	-R\$ 401,47
302	25	211	R\$ -	R\$ 196,08	R\$ 196,08	-R\$ 365,95	R\$ 15.238,74	0,54%	-R\$ 365,95
312	25	211	R\$ 138,46	R\$ 196,08	R\$ 57,62	-R\$ 69,73	R\$ 16.922,65	0,56%	-R\$ 69,73
313	26	211	R\$ -	R\$ 206,08	R\$ 206,08	-R\$ 34,64	R\$ 17.128,73	0,57%	-R\$ 34,64
314	26	212	R\$ -	R\$ 206,08	R\$ 206,08	R\$ 0,25	R\$ 17.334,81	0,57%	R\$ 0,25
315	26	212	R\$ -	R\$ 206,08	R\$ 206,08	R\$ 34,94	R\$ 17.540,90	0,57%	R\$ 34,94
316	26	212	R\$ -	R\$ 206,08	R\$ 206,08	R\$ 69,44	R\$ 17.746,98	0,57%	R\$ 69,44
351	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.089,43	R\$ 24.503,94	0,63%	R\$ 1.089,43
352	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.122,10	R\$ 24.743,18	0,63%	R\$ 1.122,10
353	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.154,58	R\$ 24.982,42	0,63%	R\$ 1.154,58
354	29	217	R\$ 176,85	R\$ 239,24	R\$ 62,39	R\$ 1.163,00	R\$ 25.044,80	0,63%	R\$ 1.163,00
355	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.195,12	R\$ 25.284,04	0,63%	R\$ 1.195,12
356	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.227,06	R\$ 25.523,28	0,63%	R\$ 1.227,06
357	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.258,82	R\$ 25.762,52	0,63%	R\$ 1.258,82
358	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.290,40	R\$ 26.001,76	0,64%	R\$ 1.290,40
359	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.321,80	R\$ 26.241,00	0,64%	R\$ 1.321,80
360	29	217	R\$ -	R\$ 239,24	R\$ 239,24	R\$ 1.353,03	R\$ 26.480,24	0,64%	R\$ 1.353,03

## APÊNDICE H – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 8

VERMELHA PATAMAR 1									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 8						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99		-R\$ 16.972,99
1	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.861,33	-R\$ 16.860,70	-99,34%	-R\$ 16.861,33
2	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.750,30	-R\$ 16.748,41	-91,53%	-R\$ 16.750,30
3	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.639,90	-R\$ 16.636,12	-79,82%	-R\$ 16.639,90
4	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.530,12	-R\$ 16.523,82	-68,75%	-R\$ 16.530,12
5	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.420,96	-R\$ 16.411,53	-59,41%	-R\$ 16.420,96
6	0	178	R\$ 60,00	R\$ 112,29	R\$ 52,29	-R\$ 16.370,42	-R\$ 16.359,24	-54,90%	-R\$ 16.370,42
7	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.262,48	-R\$ 16.246,95	-46,78%	-R\$ 16.262,48
8	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.155,16	-R\$ 16.134,66	-41,01%	-R\$ 16.155,16
9	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 16.048,44	-R\$ 16.022,37	-36,43%	-R\$ 16.048,44
10	0	178	R\$ -	R\$ 112,29	R\$ 112,29	-R\$ 15.942,33	-R\$ 15.910,08	-32,67%	-R\$ 15.942,33
58	4	183	R\$ -	R\$ 137,01	R\$ 137,01	-R\$ 11.410,78	-R\$ 10.390,53	-2,72%	-R\$ 11.410,78
59	4	183	R\$ -	R\$ 137,01	R\$ 137,01	-R\$ 11.312,65	-R\$ 10.253,52	-2,62%	-R\$ 11.312,65
60	4	183	R\$ 395,95	R\$ 137,01	-R\$ 258,94	-R\$ 11.497,07	-R\$ 10.512,46	-2,82%	-R\$ 11.497,07
61	5	183	R\$ -	R\$ 143,99	R\$ 143,99	-R\$ 11.395,10	-R\$ 10.368,47	-2,70%	-R\$ 11.395,10
62	5	184	R\$ -	R\$ 143,99	R\$ 143,99	-R\$ 11.293,70	-R\$ 10.224,48	-2,59%	-R\$ 11.293,70
118	9	189	R\$ -	R\$ 175,68	R\$ 175,68	-R\$ 6.444,62	-R\$ 2.117,43	-0,20%	-R\$ 6.444,62
119	9	189	R\$ -	R\$ 175,68	R\$ 175,68	-R\$ 6.355,00	-R\$ 1.941,75	-0,18%	-R\$ 6.355,00
120	9	189	R\$ 537,63	R\$ 175,68	-R\$ 361,95	-R\$ 6.538,60	-R\$ 2.303,69	-0,22%	-R\$ 6.538,60
121	10	189	R\$ -	R\$ 184,64	R\$ 184,64	-R\$ 6.445,47	-R\$ 2.119,05	-0,20%	-R\$ 6.445,47
122	10	190	R\$ -	R\$ 184,64	R\$ 184,64	-R\$ 6.352,87	-R\$ 1.934,41	-0,18%	-R\$ 6.352,87
132	10	190	R\$ 110,62	R\$ 184,64	R\$ 74,02	-R\$ 5.561,75	-R\$ 309,27	-0,03%	-R\$ 5.561,75
133	11	190	R\$ -	R\$ 194,05	R\$ 194,05	-R\$ 5.470,29	-R\$ 115,22	-0,01%	-R\$ 5.470,29
134	11	192	R\$ -	R\$ 194,05	R\$ 194,05	-R\$ 5.379,35	R\$ 78,83	0,01%	-R\$ 5.379,35
135	11	192	R\$ -	R\$ 194,05	R\$ 194,05	-R\$ 5.288,93	R\$ 272,89	0,02%	-R\$ 5.288,93
136	11	192	R\$ -	R\$ 194,05	R\$ 194,05	-R\$ 5.199,01	R\$ 466,94	0,04%	-R\$ 5.199,01
178	14	196	R\$ -	R\$ 225,27	R\$ 225,27	-R\$ 1.950,80	R\$ 8.399,28	0,43%	-R\$ 1.950,80
179	14	196	R\$ -	R\$ 225,27	R\$ 225,27	-R\$ 1.868,95	R\$ 8.624,55	0,43%	-R\$ 1.868,95
180	14	196	R\$ 730,00	R\$ 225,27	-R\$ 504,73	-R\$ 2.051,29	R\$ 8.119,82	0,42%	-R\$ 2.051,29
181	15	196	R\$ -	R\$ 236,76	R\$ 236,76	-R\$ 1.966,24	R\$ 8.356,58	0,42%	-R\$ 1.966,24
182	15	197	R\$ -	R\$ 236,76	R\$ 236,76	-R\$ 1.881,67	R\$ 8.593,35	0,43%	-R\$ 1.881,67
206	17	200	R\$ -	R\$ 261,52	R\$ 261,52	-R\$ 132,03	R\$ 13.850,22	0,56%	-R\$ 132,03
207	17	200	R\$ -	R\$ 261,52	R\$ 261,52	-R\$ 50,94	R\$ 14.111,74	0,56%	-R\$ 50,94
208	17	200	R\$ -	R\$ 261,52	R\$ 261,52	R\$ 29,70	R\$ 14.373,26	0,57%	R\$ 29,70
209	17	200	R\$ -	R\$ 261,52	R\$ 261,52	R\$ 109,89	R\$ 14.634,78	0,57%	R\$ 109,89
210	17	200	R\$ 169,75	R\$ 261,52	R\$ 91,77	R\$ 137,87	R\$ 14.726,54	0,58%	R\$ 137,87
238	19	202	R\$ -	R\$ 288,87	R\$ 288,87	R\$ 2.113,03	R\$ 21.760,07	0,68%	R\$ 2.113,03
239	19	202	R\$ -	R\$ 288,87	R\$ 288,87	R\$ 2.187,78	R\$ 22.048,94	0,68%	R\$ 2.187,78
240	19	202	R\$ 991,21	R\$ 288,87	-R\$ 702,35	R\$ 2.007,07	R\$ 21.346,59	0,67%	R\$ 2.007,07
241	20	202	R\$ -	R\$ 303,60	R\$ 303,60	R\$ 2.084,74	R\$ 21.650,19	0,67%	R\$ 2.084,74
242	20	204	R\$ -	R\$ 303,60	R\$ 303,60	R\$ 2.161,98	R\$ 21.953,79	0,68%	R\$ 2.161,98
298	24	209	R\$ -	R\$ 370,41	R\$ 370,41	R\$ 5.785,49	R\$ 38.723,20	0,80%	R\$ 5.785,49
299	24	209	R\$ -	R\$ 370,41	R\$ 370,41	R\$ 5.853,76	R\$ 39.093,62	0,80%	R\$ 5.853,76
300	24	209	R\$ 1.345,90	R\$ 370,41	-R\$ 975,48	R\$ 5.675,00	R\$ 38.118,14	0,79%	R\$ 5.675,00
301	25	209	R\$ -	R\$ 389,30	R\$ 389,30	R\$ 5.745,93	R\$ 38.507,44	0,80%	R\$ 5.745,93
302	25	211	R\$ -	R\$ 389,30	R\$ 389,30	R\$ 5.816,47	R\$ 38.896,74	0,80%	R\$ 5.816,47
351	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 8.703,14	R\$ 57.273,85	0,86%	R\$ 8.703,14
352	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 8.768,00	R\$ 57.748,83	0,86%	R\$ 8.768,00
353	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 8.832,49	R\$ 58.223,81	0,86%	R\$ 8.832,49
354	29	217	R\$ 353,71	R\$ 474,98	R\$ 121,27	R\$ 8.848,87	R\$ 58.345,08	0,86%	R\$ 8.848,87
355	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 8.912,64	R\$ 58.820,06	0,86%	R\$ 8.912,64
356	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 8.976,05	R\$ 59.295,04	0,86%	R\$ 8.976,05
357	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 9.039,10	R\$ 59.770,02	0,86%	R\$ 9.039,10
358	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 9.101,80	R\$ 60.245,00	0,86%	R\$ 9.101,80
359	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 9.164,14	R\$ 60.719,98	0,86%	R\$ 9.164,14
360	29	217	R\$ -	R\$ 474,98	R\$ 474,98	R\$ 9.226,14	R\$ 61.194,96	0,86%	R\$ 9.226,14

## APÊNDICE I – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 9

VERMELHA PATAMAR 1									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 9						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02		-R\$ 29.430,02
1	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 29.206,70	-R\$ 29.205,44	-99,24%	-R\$ 29.206,70
2	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 28.984,65	-R\$ 28.980,85	-90,87%	-R\$ 28.984,65
3	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 28.763,84	-R\$ 28.756,27	-78,75%	-R\$ 28.763,84
4	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 28.544,28	-R\$ 28.531,69	-67,48%	-R\$ 28.544,28
5	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 28.325,96	-R\$ 28.307,11	-58,06%	-R\$ 28.325,96
6	0	178	R\$ 120,00	R\$ 224,58	R\$ 104,58	-R\$ 28.224,87	-R\$ 28.202,52	-53,56%	-R\$ 28.224,87
7	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 28.009,01	-R\$ 27.977,94	-45,48%	-R\$ 28.009,01
8	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 27.794,36	-R\$ 27.753,36	-39,74%	-R\$ 27.794,36
9	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 27.580,92	-R\$ 27.528,78	-35,21%	-R\$ 27.580,92
10	0	178	R\$ -	R\$ 224,58	R\$ 224,58	-R\$ 27.368,69	-R\$ 27.304,19	-31,49%	-R\$ 27.368,69
58	4	183	R\$ -	R\$ 274,01	R\$ 274,01	-R\$ 18.305,60	-R\$ 16.265,09	-2,35%	-R\$ 18.305,60
59	4	183	R\$ -	R\$ 274,01	R\$ 274,01	-R\$ 18.109,34	-R\$ 15.991,08	-2,25%	-R\$ 18.109,34
60	4	183	R\$ 472,58	R\$ 274,01	-R\$ 198,57	-R\$ 18.250,77	-R\$ 16.189,65	-2,32%	-R\$ 18.250,77
61	5	183	R\$ -	R\$ 287,98	R\$ 287,98	-R\$ 18.046,82	-R\$ 15.901,67	-2,22%	-R\$ 18.046,82
62	5	184	R\$ -	R\$ 287,98	R\$ 287,98	-R\$ 17.844,02	-R\$ 15.613,69	-2,12%	-R\$ 17.844,02
115	9	189	R\$ -	R\$ 351,36	R\$ 351,36	-R\$ 8.689,71	-R\$ 453,67	-0,02%	-R\$ 8.689,71
116	9	189	R\$ -	R\$ 351,36	R\$ 351,36	-R\$ 8.507,40	-R\$ 102,30	-0,01%	-R\$ 8.507,40
117	9	189	R\$ -	R\$ 351,36	R\$ 351,36	-R\$ 8.326,13	R\$ 249,06	0,01%	-R\$ 8.326,13
118	9	189	R\$ -	R\$ 351,36	R\$ 351,36	-R\$ 8.145,87	R\$ 600,42	0,03%	-R\$ 8.145,87
119	9	189	R\$ -	R\$ 351,36	R\$ 351,36	-R\$ 7.966,63	R\$ 951,78	0,05%	-R\$ 7.966,63
120	9	189	R\$ 641,68	R\$ 351,36	-R\$ 290,32	-R\$ 8.113,90	R\$ 661,46	0,03%	-R\$ 8.113,90
121	10	189	R\$ -	R\$ 369,28	R\$ 369,28	-R\$ 7.927,64	R\$ 1.030,74	0,05%	-R\$ 7.927,64
122	10	190	R\$ -	R\$ 369,28	R\$ 369,28	-R\$ 7.742,43	R\$ 1.400,01	0,07%	-R\$ 7.742,43
170	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	-R\$ 176,09	R\$ 18.745,58	0,56%	-R\$ 176,09
171	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	-R\$ 4,82	R\$ 19.196,13	0,57%	-R\$ 4,82
172	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	R\$ 165,48	R\$ 19.646,68	0,57%	R\$ 165,48
173	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	R\$ 334,82	R\$ 20.097,23	0,58%	R\$ 334,82
174	14	196	R\$ 282,58	R\$ 450,55	R\$ 167,97	R\$ 397,60	R\$ 20.265,20	0,58%	R\$ 397,60
176	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	R\$ 731,53	R\$ 21.166,30	0,60%	R\$ 731,53
177	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	R\$ 897,09	R\$ 21.616,85	0,60%	R\$ 897,09
178	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	R\$ 1.061,71	R\$ 22.067,39	0,61%	R\$ 1.061,71
179	14	196	R\$ -	R\$ 450,55	R\$ 450,55	R\$ 1.225,40	R\$ 22.517,94	0,62%	R\$ 1.225,40
180	14	196	R\$ 871,29	R\$ 450,55	-R\$ 420,74	R\$ 1.073,40	R\$ 22.097,20	0,61%	R\$ 1.073,40
181	15	196	R\$ -	R\$ 473,52	R\$ 473,52	R\$ 1.243,51	R\$ 22.570,72	0,62%	R\$ 1.243,51
182	15	197	R\$ -	R\$ 473,52	R\$ 473,52	R\$ 1.412,65	R\$ 23.044,24	0,62%	R\$ 1.412,65
238	19	202	R\$ -	R\$ 577,74	R\$ 577,74	R\$ 9.402,06	R\$ 49.377,70	0,83%	R\$ 9.402,06
239	19	202	R\$ -	R\$ 577,74	R\$ 577,74	R\$ 9.551,55	R\$ 49.955,43	0,83%	R\$ 9.551,55
240	19	202	R\$ 1.183,06	R\$ 577,74	-R\$ 605,33	R\$ 9.395,80	R\$ 49.350,11	0,83%	R\$ 9.395,80
241	20	202	R\$ -	R\$ 607,19	R\$ 607,19	R\$ 9.551,15	R\$ 49.957,30	0,83%	R\$ 9.551,15
242	20	204	R\$ -	R\$ 607,19	R\$ 607,19	R\$ 9.705,63	R\$ 50.564,50	0,84%	R\$ 9.705,63
298	24	209	R\$ -	R\$ 740,83	R\$ 740,83	R\$ 16.952,65	R\$ 84.103,33	0,94%	R\$ 16.952,65
299	24	209	R\$ -	R\$ 740,83	R\$ 740,83	R\$ 17.089,18	R\$ 84.844,16	0,94%	R\$ 17.089,18
300	24	209	R\$ 1.606,39	R\$ 740,83	-R\$ 865,56	R\$ 16.930,56	R\$ 83.978,59	0,94%	R\$ 16.930,56
301	25	209	R\$ -	R\$ 778,60	R\$ 778,60	R\$ 17.072,44	R\$ 84.757,20	0,94%	R\$ 17.072,44
302	25	211	R\$ -	R\$ 778,60	R\$ 778,60	R\$ 17.213,52	R\$ 85.535,80	0,94%	R\$ 17.213,52
351	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 22.986,84	R\$ 122.290,01	0,99%	R\$ 22.986,84
352	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 23.116,57	R\$ 123.239,97	0,99%	R\$ 23.116,57
353	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 23.245,56	R\$ 124.189,93	0,99%	R\$ 23.245,56
354	29	217	R\$ 707,42	R\$ 949,96	R\$ 242,55	R\$ 23.278,31	R\$ 124.432,48	0,99%	R\$ 23.278,31
355	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 23.405,85	R\$ 125.382,44	0,99%	R\$ 23.405,85
356	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 23.532,67	R\$ 126.332,40	0,99%	R\$ 23.532,67
357	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 23.658,78	R\$ 127.282,36	0,99%	R\$ 23.658,78
358	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 23.784,17	R\$ 128.232,32	0,99%	R\$ 23.784,17
359	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 23.908,86	R\$ 129.182,28	0,99%	R\$ 23.908,86
360	29	217	R\$ -	R\$ 949,96	R\$ 949,96	R\$ 24.032,84	R\$ 130.132,24	0,99%	R\$ 24.032,84

## APÊNDICE J – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 10

VERMELHA PATAMAR 2									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 10						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93	-R\$ 11.325,93		-R\$ 11.325,93
1	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 11.269,11	-R\$ 11.268,78	-99,50%	-R\$ 11.269,11
2	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 11.212,60	-R\$ 11.211,64	-92,64%	-R\$ 11.212,60
3	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 11.156,42	-R\$ 11.154,49	-81,69%	-R\$ 11.156,42
4	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 11.100,55	-R\$ 11.097,35	-71,02%	-R\$ 11.100,55
5	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 11.045,00	-R\$ 11.040,20	-61,84%	-R\$ 11.045,00
6	0	178	R\$ 30,00	R\$ 57,15	R\$ 27,15	-R\$ 11.018,76	-R\$ 11.013,05	-57,24%	-R\$ 11.018,76
7	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 10.963,83	-R\$ 10.955,91	-49,11%	-R\$ 10.963,83
8	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 10.909,21	-R\$ 10.898,76	-43,30%	-R\$ 10.909,21
9	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 10.854,90	-R\$ 10.841,62	-38,67%	-R\$ 10.854,90
10	0	178	R\$ -	R\$ 57,15	R\$ 57,15	-R\$ 10.800,90	-R\$ 10.784,47	-34,84%	-R\$ 10.800,90
58	4	183	R\$ -	R\$ 69,72	R\$ 69,72	-R\$ 8.490,75	-R\$ 7.970,68	-3,39%	-R\$ 8.490,75
59	4	183	R\$ -	R\$ 69,72	R\$ 69,72	-R\$ 8.440,81	-R\$ 7.900,96	-3,28%	-R\$ 8.440,81
60	4	183	R\$ 357,63	R\$ 69,72	-R\$ 287,91	-R\$ 8.645,86	-R\$ 8.188,87	-3,84%	-R\$ 8.645,86
61	5	183	R\$ -	R\$ 73,28	R\$ 73,28	-R\$ 8.593,97	-R\$ 8.115,59	-3,67%	-R\$ 8.593,97
62	5	184	R\$ -	R\$ 73,28	R\$ 73,28	-R\$ 8.542,37	-R\$ 8.042,31	-3,51%	-R\$ 8.542,37
118	9	189	R\$ -	R\$ 89,41	R\$ 89,41	-R\$ 6.070,26	-R\$ 3.909,26	-0,62%	-R\$ 6.070,26
119	9	189	R\$ -	R\$ 89,41	R\$ 89,41	-R\$ 6.024,65	-R\$ 3.819,86	-0,60%	-R\$ 6.024,65
120	9	189	R\$ 485,60	R\$ 89,41	-R\$ 396,19	-R\$ 6.225,62	-R\$ 4.216,05	-0,71%	-R\$ 6.225,62
121	10	189	R\$ -	R\$ 93,96	R\$ 93,96	-R\$ 6.178,22	-R\$ 4.122,08	-0,68%	-R\$ 6.178,22
122	10	190	R\$ -	R\$ 93,96	R\$ 93,96	-R\$ 6.131,10	-R\$ 4.028,12	-0,65%	-R\$ 6.131,10
164	13	194	R\$ -	R\$ 109,08	R\$ 109,08	-R\$ 4.434,40	-R\$ 204,98	-0,02%	-R\$ 4.434,40
165	13	194	R\$ -	R\$ 109,08	R\$ 109,08	-R\$ 4.391,50	-R\$ 95,89	-0,01%	-R\$ 4.391,50
166	13	194	R\$ -	R\$ 109,08	R\$ 109,08	-R\$ 4.348,85	R\$ 13,19	0,00%	-R\$ 4.348,85
167	13	194	R\$ -	R\$ 109,08	R\$ 109,08	-R\$ 4.306,43	R\$ 122,27	0,01%	-R\$ 4.306,43
168	13	194	R\$ 66,45	R\$ 109,08	R\$ 42,63	-R\$ 4.289,95	R\$ 164,90	0,02%	-R\$ 4.289,95
178	14	196	R\$ -	R\$ 114,64	R\$ 114,64	-R\$ 3.886,61	R\$ 1.240,69	0,11%	-R\$ 3.886,61
179	14	196	R\$ -	R\$ 114,64	R\$ 114,64	-R\$ 3.844,96	R\$ 1.355,34	0,11%	-R\$ 3.844,96
180	14	196	R\$ 659,36	R\$ 114,64	-R\$ 544,71	-R\$ 4.041,75	R\$ 810,63	0,07%	-R\$ 4.041,75
181	15	196	R\$ -	R\$ 120,49	R\$ 120,49	-R\$ 3.998,47	R\$ 931,11	0,08%	-R\$ 3.998,47
182	15	197	R\$ -	R\$ 120,49	R\$ 120,49	-R\$ 3.955,43	R\$ 1.051,60	0,09%	-R\$ 3.955,43
238	19	202	R\$ -	R\$ 147,01	R\$ 147,01	-R\$ 1.918,40	R\$ 7.765,72	0,41%	-R\$ 1.918,40
239	19	202	R\$ -	R\$ 147,01	R\$ 147,01	-R\$ 1.880,36	R\$ 7.912,73	0,41%	-R\$ 1.880,36
240	19	202	R\$ 895,29	R\$ 147,01	-R\$ 748,28	-R\$ 2.072,89	R\$ 7.164,45	0,39%	-R\$ 2.072,89
241	20	202	R\$ -	R\$ 154,50	R\$ 154,50	-R\$ 2.033,36	R\$ 7.318,95	0,39%	-R\$ 2.033,36
242	20	204	R\$ -	R\$ 154,50	R\$ 154,50	-R\$ 1.994,06	R\$ 7.473,45	0,40%	-R\$ 1.994,06
298	24	209	R\$ -	R\$ 188,51	R\$ 188,51	-R\$ 146,06	R\$ 16.025,83	0,56%	-R\$ 146,06
299	24	209	R\$ -	R\$ 188,51	R\$ 188,51	-R\$ 111,32	R\$ 16.214,33	0,56%	-R\$ 111,32
300	24	209	R\$ 1.215,65	R\$ 188,51	-R\$ 1.027,14	-R\$ 299,55	R\$ 15.187,19	0,55%	-R\$ 299,55
301	25	209	R\$ -	R\$ 198,12	R\$ 198,12	-R\$ 263,45	R\$ 15.385,31	0,55%	-R\$ 263,45
302	25	211	R\$ -	R\$ 198,12	R\$ 198,12	-R\$ 227,55	R\$ 15.583,43	0,55%	-R\$ 227,55
308	25	211	R\$ -	R\$ 198,12	R\$ 198,12	-R\$ 40,91	R\$ 16.633,67	0,56%	-R\$ 40,91
309	25	211	R\$ -	R\$ 198,12	R\$ 198,12	-R\$ 6,40	R\$ 16.831,79	0,57%	-R\$ 6,40
310	25	211	R\$ -	R\$ 198,12	R\$ 198,12	R\$ 27,91	R\$ 17.029,91	0,57%	R\$ 27,91
311	25	211	R\$ -	R\$ 198,12	R\$ 198,12	R\$ 62,02	R\$ 17.228,03	0,57%	R\$ 62,02
312	25	211	R\$ 138,46	R\$ 198,12	R\$ 59,65	R\$ 72,24	R\$ 17.287,68	0,57%	R\$ 72,24
351	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.244,90	R\$ 24.957,36	0,64%	R\$ 1.244,90
352	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.277,91	R\$ 25.199,08	0,64%	R\$ 1.277,91
353	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.310,73	R\$ 25.440,80	0,64%	R\$ 1.310,73
354	29	217	R\$ 176,85	R\$ 241,72	R\$ 64,87	R\$ 1.319,49	R\$ 25.505,67	0,64%	R\$ 1.319,49
355	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.351,94	R\$ 25.747,39	0,64%	R\$ 1.351,94
356	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.384,21	R\$ 25.989,11	0,64%	R\$ 1.384,21
357	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.416,30	R\$ 26.230,84	0,64%	R\$ 1.416,30
358	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.448,21	R\$ 26.472,56	0,64%	R\$ 1.448,21
359	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.479,93	R\$ 26.714,28	0,65%	R\$ 1.479,93
360	29	217	R\$ -	R\$ 241,72	R\$ 241,72	R\$ 1.511,48	R\$ 26.956,00	0,65%	R\$ 1.511,48

## APÊNDICE K – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 11

VERMELHA PATAMAR 2									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 11						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99	-R\$ 16.972,99		-R\$ 16.972,99
1	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.860,17	-R\$ 16.859,53	-99,33%	-R\$ 16.860,17
2	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.747,99	-R\$ 16.746,08	-91,48%	-R\$ 16.747,99
3	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.636,45	-R\$ 16.632,62	-79,74%	-R\$ 16.636,45
4	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.525,53	-R\$ 16.519,17	-68,66%	-R\$ 16.525,53
5	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.415,24	-R\$ 16.405,71	-59,32%	-R\$ 16.415,24
6	0	178	R\$ 60,00	R\$ 113,46	R\$ 53,46	-R\$ 16.363,56	-R\$ 16.352,25	-54,77%	-R\$ 16.363,56
7	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.254,51	-R\$ 16.238,80	-46,67%	-R\$ 16.254,51
8	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.146,08	-R\$ 16.125,34	-40,91%	-R\$ 16.146,08
9	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 16.038,25	-R\$ 16.011,88	-36,34%	-R\$ 16.038,25
10	0	178	R\$ -	R\$ 113,46	R\$ 113,46	-R\$ 15.931,03	-R\$ 15.898,48	-32,59%	-R\$ 15.931,03
58	4	183	R\$ -	R\$ 138,43	R\$ 138,43	-R\$ 11.347,81	-R\$ 10.315,98	-2,69%	-R\$ 11.347,81
59	4	183	R\$ -	R\$ 138,43	R\$ 138,43	-R\$ 11.248,67	-R\$ 10.177,56	-2,59%	-R\$ 11.248,67
60	4	183	R\$ 395,95	R\$ 138,43	-R\$ 257,52	-R\$ 11.432,08	-R\$ 10.435,08	-2,79%	-R\$ 11.432,08
61	5	183	R\$ -	R\$ 145,48	R\$ 145,48	-R\$ 11.329,04	-R\$ 10.289,59	-2,67%	-R\$ 11.329,04
62	5	184	R\$ -	R\$ 145,48	R\$ 145,48	-R\$ 11.226,59	-R\$ 10.144,11	-2,56%	-R\$ 11.226,59
118	9	189	R\$ -	R\$ 177,50	R\$ 177,50	-R\$ 6.322,12	-R\$ 1.944,45	-0,19%	-R\$ 6.322,12
119	9	189	R\$ -	R\$ 177,50	R\$ 177,50	-R\$ 6.231,57	-R\$ 1.766,95	-0,17%	-R\$ 6.231,57
120	9	189	R\$ 537,63	R\$ 177,50	-R\$ 360,12	-R\$ 6.414,24	-R\$ 2.127,07	-0,21%	-R\$ 6.414,24
121	10	189	R\$ -	R\$ 186,55	R\$ 186,55	-R\$ 6.320,15	-R\$ 1.940,52	-0,19%	-R\$ 6.320,15
122	10	190	R\$ -	R\$ 186,55	R\$ 186,55	-R\$ 6.226,58	-R\$ 1.753,96	-0,17%	-R\$ 6.226,58
131	10	190	R\$ -	R\$ 186,55	R\$ 186,55	-R\$ 5.462,14	-R\$ 185,60	-0,02%	-R\$ 5.462,14
132	10	190	R\$ 110,62	R\$ 186,55	R\$ 75,93	-R\$ 5.426,15	-R\$ 109,67	-0,01%	-R\$ 5.426,15
133	11	190	R\$ -	R\$ 196,07	R\$ 196,07	-R\$ 5.333,74	R\$ 86,40	0,01%	-R\$ 5.333,74
134	11	192	R\$ -	R\$ 196,07	R\$ 196,07	-R\$ 5.241,86	R\$ 282,46	0,02%	-R\$ 5.241,86
135	11	192	R\$ -	R\$ 196,07	R\$ 196,07	-R\$ 5.150,50	R\$ 478,53	0,04%	-R\$ 5.150,50
178	14	196	R\$ -	R\$ 227,61	R\$ 227,61	-R\$ 1.773,92	R\$ 8.698,47	0,44%	-R\$ 1.773,92
179	14	196	R\$ -	R\$ 227,61	R\$ 227,61	-R\$ 1.691,22	R\$ 8.926,08	0,45%	-R\$ 1.691,22
180	14	196	R\$ 730,00	R\$ 227,61	-R\$ 502,39	-R\$ 1.872,72	R\$ 8.423,69	0,43%	-R\$ 1.872,72
181	15	196	R\$ -	R\$ 239,22	R\$ 239,22	-R\$ 1.786,79	R\$ 8.662,91	0,44%	-R\$ 1.786,79
182	15	197	R\$ -	R\$ 239,22	R\$ 239,22	-R\$ 1.701,34	R\$ 8.902,13	0,45%	-R\$ 1.701,34
204	16	198	R\$ 159,68	R\$ 251,41	R\$ 91,73	-R\$ 96,70	R\$ 13.691,49	0,56%	-R\$ 96,70
205	17	198	R\$ -	R\$ 264,23	R\$ 264,23	-R\$ 13,83	R\$ 13.955,72	0,57%	-R\$ 13,83
206	17	200	R\$ -	R\$ 264,23	R\$ 264,23	R\$ 68,58	R\$ 14.219,96	0,57%	R\$ 68,58
207	17	200	R\$ -	R\$ 264,23	R\$ 264,23	R\$ 150,52	R\$ 14.484,19	0,58%	R\$ 150,52
208	17	200	R\$ -	R\$ 264,23	R\$ 264,23	R\$ 231,99	R\$ 14.748,42	0,58%	R\$ 231,99
238	19	202	R\$ -	R\$ 291,86	R\$ 291,86	R\$ 2.339,57	R\$ 22.221,11	0,69%	R\$ 2.339,57
239	19	202	R\$ -	R\$ 291,86	R\$ 291,86	R\$ 2.415,09	R\$ 22.512,98	0,69%	R\$ 2.415,09
240	19	202	R\$ 991,21	R\$ 291,86	-R\$ 699,35	R\$ 2.235,15	R\$ 21.813,63	0,68%	R\$ 2.235,15
241	20	202	R\$ -	R\$ 306,75	R\$ 306,75	R\$ 2.313,63	R\$ 22.120,38	0,69%	R\$ 2.313,63
242	20	204	R\$ -	R\$ 306,75	R\$ 306,75	R\$ 2.391,67	R\$ 22.427,12	0,69%	R\$ 2.391,67
298	24	209	R\$ -	R\$ 374,26	R\$ 374,26	R\$ 6.057,38	R\$ 39.391,78	0,81%	R\$ 6.057,38
299	24	209	R\$ -	R\$ 374,26	R\$ 374,26	R\$ 6.126,35	R\$ 39.766,04	0,81%	R\$ 6.126,35
300	24	209	R\$ 1.345,90	R\$ 374,26	-R\$ 971,64	R\$ 5.948,29	R\$ 38.794,40	0,80%	R\$ 5.948,29
301	25	209	R\$ -	R\$ 393,34	R\$ 393,34	R\$ 6.019,97	R\$ 39.187,74	0,81%	R\$ 6.019,97
302	25	211	R\$ -	R\$ 393,34	R\$ 393,34	R\$ 6.091,24	R\$ 39.581,08	0,81%	R\$ 6.091,24
351	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.011,81	R\$ 58.174,06	0,87%	R\$ 9.011,81
352	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.077,34	R\$ 58.653,97	0,87%	R\$ 9.077,34
353	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.142,51	R\$ 59.133,88	0,87%	R\$ 9.142,51
354	29	217	R\$ 353,71	R\$ 479,91	R\$ 126,20	R\$ 9.159,55	R\$ 59.260,08	0,87%	R\$ 9.159,55
355	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.223,98	R\$ 59.739,98	0,87%	R\$ 9.223,98
356	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.288,05	R\$ 60.219,89	0,87%	R\$ 9.288,05
357	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.351,75	R\$ 60.699,80	0,87%	R\$ 9.351,75
358	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.415,10	R\$ 61.179,71	0,87%	R\$ 9.415,10
359	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.478,09	R\$ 61.659,61	0,87%	R\$ 9.478,09
360	29	217	R\$ -	R\$ 479,91	R\$ 479,91	R\$ 9.540,73	R\$ 62.139,52	0,87%	R\$ 9.540,73

## APÊNDICE L – PLANILHA PARCIAL DE CÁLCULOS PARA O CENÁRIO 12

VERMELHA PATAMAR 2									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW corrigido	Cenário 12						
			Manutenção	Rendimento	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0			-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02	-R\$ 29.430,02		-R\$ 29.430,02
1	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 29.204,39	-R\$ 29.203,11	-99,23%	-R\$ 29.204,39
2	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 28.980,03	-R\$ 28.976,20	-90,83%	-R\$ 28.980,03
3	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 28.756,93	-R\$ 28.749,28	-78,67%	-R\$ 28.756,93
4	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 28.535,10	-R\$ 28.522,37	-67,39%	-R\$ 28.535,10
5	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 28.314,51	-R\$ 28.295,46	-57,96%	-R\$ 28.314,51
6	0	178	R\$ 120,00	R\$ 226,91	R\$ 106,91	-R\$ 28.211,17	-R\$ 28.188,55	-53,43%	-R\$ 28.211,17
7	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 27.993,06	-R\$ 27.961,63	-45,37%	-R\$ 27.993,06
8	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 27.776,19	-R\$ 27.734,72	-39,64%	-R\$ 27.776,19
9	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 27.560,54	-R\$ 27.507,81	-35,11%	-R\$ 27.560,54
10	0	178	R\$ -	R\$ 226,91	R\$ 226,91	-R\$ 27.346,11	-R\$ 27.280,90	-31,40%	-R\$ 27.346,11
58	4	183	R\$ -	R\$ 276,85	R\$ 276,85	-R\$ 18.179,67	-R\$ 16.116,00	-2,32%	-R\$ 18.179,67
59	4	183	R\$ -	R\$ 276,85	R\$ 276,85	-R\$ 17.981,37	-R\$ 15.839,15	-2,22%	-R\$ 17.981,37
60	4	183	R\$ 472,58	R\$ 276,85	R\$ 195,73	-R\$ 18.120,77	-R\$ 16.034,88	-2,29%	-R\$ 18.120,77
61	5	183	R\$ -	R\$ 290,97	R\$ 290,97	-R\$ 17.914,71	-R\$ 15.743,91	-2,19%	-R\$ 17.914,71
62	5	184	R\$ -	R\$ 290,97	R\$ 290,97	-R\$ 17.709,81	-R\$ 15.452,94	-2,09%	-R\$ 17.709,81
114	9	189	R\$ 208,11	R\$ 355,01	R\$ 146,89	-R\$ 8.635,58	-R\$ 473,65	-0,03%	-R\$ 8.635,58
115	9	189	R\$ -	R\$ 355,01	R\$ 355,01	-R\$ 8.450,34	-R\$ 118,65	-0,01%	-R\$ 8.450,34
116	9	189	R\$ -	R\$ 355,01	R\$ 355,01	-R\$ 8.266,14	R\$ 236,36	0,01%	-R\$ 8.266,14
117	9	189	R\$ -	R\$ 355,01	R\$ 355,01	-R\$ 8.082,99	R\$ 591,37	0,03%	-R\$ 8.082,99
118	9	189	R\$ -	R\$ 355,01	R\$ 355,01	-R\$ 7.900,86	R\$ 946,37	0,05%	-R\$ 7.900,86
119	9	189	R\$ -	R\$ 355,01	R\$ 355,01	-R\$ 7.719,76	R\$ 1.301,38	0,07%	-R\$ 7.719,76
120	9	189	R\$ 641,68	R\$ 355,01	-R\$ 286,68	-R\$ 7.865,18	R\$ 1.014,70	0,05%	-R\$ 7.865,18
121	10	189	R\$ -	R\$ 373,11	R\$ 373,11	-R\$ 7.676,99	R\$ 1.387,81	0,07%	-R\$ 7.676,99
122	10	190	R\$ -	R\$ 373,11	R\$ 373,11	-R\$ 7.489,86	R\$ 1.760,92	0,09%	-R\$ 7.489,86
123	10	190	R\$ -	R\$ 373,11	R\$ 373,11	-R\$ 7.303,79	R\$ 2.134,03	0,11%	-R\$ 7.303,79
168	13	194	R\$ 265,81	R\$ 433,14	R\$ 167,33	-R\$ 185,32	R\$ 18.396,14	0,56%	-R\$ 185,32
169	14	194	R\$ -	R\$ 455,22	R\$ 455,22	-R\$ 10,30	R\$ 18.851,36	0,57%	-R\$ 10,30
170	14	196	R\$ -	R\$ 455,22	R\$ 455,22	R\$ 163,73	R\$ 19.306,58	0,57%	R\$ 163,73
171	14	196	R\$ -	R\$ 455,22	R\$ 455,22	R\$ 336,77	R\$ 19.761,81	0,58%	R\$ 336,77
172	14	196	R\$ -	R\$ 455,22	R\$ 455,22	R\$ 508,84	R\$ 20.217,03	0,59%	R\$ 508,84
178	14	196	R\$ -	R\$ 455,22	R\$ 455,22	R\$ 1.415,47	R\$ 22.665,78	0,62%	R\$ 1.415,47
179	14	196	R\$ -	R\$ 455,22	R\$ 455,22	R\$ 1.580,86	R\$ 23.121,01	0,63%	R\$ 1.580,86
180	14	196	R\$ 871,29	R\$ 455,22	-R\$ 416,07	R\$ 1.430,54	R\$ 22.704,94	0,62%	R\$ 1.430,54
181	15	196	R\$ -	R\$ 478,43	R\$ 478,43	R\$ 1.602,41	R\$ 23.183,37	0,63%	R\$ 1.602,41
182	15	197	R\$ -	R\$ 478,43	R\$ 478,43	R\$ 1.773,31	R\$ 23.661,80	0,64%	R\$ 1.773,31
238	19	202	R\$ -	R\$ 583,73	R\$ 583,73	R\$ 9.855,13	R\$ 50.299,78	0,84%	R\$ 9.855,13
239	19	202	R\$ -	R\$ 583,73	R\$ 583,73	R\$ 10.006,17	R\$ 50.883,51	0,85%	R\$ 10.006,17
240	19	202	R\$ 1.183,06	R\$ 583,73	-R\$ 599,33	R\$ 9.851,96	R\$ 50.284,18	0,84%	R\$ 9.851,96
241	20	202	R\$ -	R\$ 613,49	R\$ 613,49	R\$ 10.008,93	R\$ 50.897,67	0,85%	R\$ 10.008,93
242	20	204	R\$ -	R\$ 613,49	R\$ 613,49	R\$ 10.165,00	R\$ 51.511,16	0,85%	R\$ 10.165,00
298	24	209	R\$ -	R\$ 748,51	R\$ 748,51	R\$ 17.496,42	R\$ 85.440,49	0,95%	R\$ 17.496,42
299	24	209	R\$ -	R\$ 748,51	R\$ 748,51	R\$ 17.634,37	R\$ 86.189,00	0,95%	R\$ 17.634,37
300	24	209	R\$ 1.606,39	R\$ 748,51	-R\$ 857,88	R\$ 17.477,16	R\$ 85.331,12	0,95%	R\$ 17.477,16
301	25	209	R\$ -	R\$ 786,68	R\$ 786,68	R\$ 17.620,51	R\$ 86.117,80	0,95%	R\$ 17.620,51
302	25	211	R\$ -	R\$ 786,68	R\$ 786,68	R\$ 17.763,04	R\$ 86.904,48	0,95%	R\$ 17.763,04
351	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 23.604,19	R\$ 124.090,44	1,00%	R\$ 23.604,19
352	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 23.735,25	R\$ 125.050,26	1,00%	R\$ 23.735,25
353	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 23.865,58	R\$ 126.010,07	1,00%	R\$ 23.865,58
354	29	217	R\$ 707,42	R\$ 959,81	R\$ 252,40	R\$ 23.899,66	R\$ 126.262,47	1,00%	R\$ 23.899,66
355	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 24.028,53	R\$ 127.222,29	1,00%	R\$ 24.028,53
356	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 24.156,66	R\$ 128.182,10	1,00%	R\$ 24.156,66
357	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 24.284,08	R\$ 129.141,92	1,00%	R\$ 24.284,08
358	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 24.410,78	R\$ 130.101,73	1,00%	R\$ 24.410,78
359	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 24.536,76	R\$ 131.061,54	1,00%	R\$ 24.536,76
360	29	217	R\$ -	R\$ 959,81	R\$ 959,81	R\$ 24.662,03	R\$ 132.021,36	1,00%	R\$ 24.662,03