

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL
DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ENERGIAS**

CHARLES ALVES MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA GESTÃO E GERENCIAMENTO
DE VENDAS PARA EMPRESAS INSTALADORAS DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

ACARAPE

2022

CHARLES ALVES MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA GESTÃO E GERENCIAMENTO
DE VENDAS PARA EMPRESAS INSTALADORAS DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Monografia apresentada como requisito para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Energias na Universidade da
Integração Internacional da Lusofonia Afro-
Brasileira, UNILAB – Campus dos Palmares.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Alves de Lima
Henn

ACARAPE

2022

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Monteiro, Charles Alves.

M775d

Desenvolvimento de um aplicativo para gestão e gerenciamento de vendas para empresas instaladoras de sistemas fotovoltaicos / Charles Alves Monteiro. - Redenção, 2022.
68f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2022.

Orientador: Prof.º Dr.º Gustavo Alves de Lima Henn.

1. Dimensionamento Solar Fotovoltaico. 2. Aplicativo - Desenvolvimento. 3. Gerenciamento de Vendas. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 621.47

CHARLES ALVES MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA GESTÃO E GERENCIAMENTO
DE VENDAS PARA EMPRESAS INSTALADORAS DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Energias na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB – Campus dos Palmares.

Aprovado em: 25/05/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gustavo Alves de Lima Henn (Orientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB

Prof. Dr. Vandilberto Pereira Pinto

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB

Prof. Dr. Francisco Olímpio Moura Carneiro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB

A Deus.

A minha família, razão da minha
persistência, em especial minha filha Aurora.

Ao meus pais, Eduardo e Roseliane.

AGRADECIMENTOS

Já se passaram vários anos desde que entrei na Unilab, e por incrível que pareça, isso foi em 2011. Já sofri com greves (acredito que todas, rsrs...), mudanças do regime trimestral para semestral, reprovações (graças a Deus foram poucas), e por fim consegui passar por tudo isso.

Quero primeiramente agradecer a Deus por ter permitido a minha existência até aqui.

Ao meus pais por terem me ensinado tudo que sei e tudo que sou.

Aos meus irmãos e amigos que sempre acreditaram no meu potencial, e nunca deixaram de puxar minha orelha para terminar o curso.

Ao meu amigo Caio Kerson por ter me dado a oportunidade de desenvolver esse sistema e aplicá-lo em sua empresa.

A todos os professores do IEDS que contribuíram para o meu crescimento profissional.

Ao meu amigo Lucas Alves por incansavelmente ter ligado e perguntado como andava meu trabalho de conclusão do curso.

E em especial a minha esposa Cesarina Monteiro, que tanto se esforçou e me apoio até mesmo quando precisei me afastar do trabalho para terminar a faculdade, e mais ainda por ter me dado o maior presente da minha vida, a minha filha Aurora.

E por fim, ao meu professor Gustavo pela paciência e persistência em aceitar me orientar mesmo depois de ter reprovado a disciplina de TCC em um momento que precisei me dedicar ao trabalho.

“Não existe cedo ou tarde, não existe tempo certo ou errado. As coisas acontecem, quando tem que acontecer, cada uma no seu tempo e nada por acaso.”

Luiz Gasparetto

RESUMO

A demanda por instalações de sistema solar fotovoltaicos tem crescido bastante nos últimos anos devido a vários fatores, em especial aos benefícios gerados a longo prazo frente aos custos com concessionárias locais. Visando auxiliar as empresas instaladoras de sistema solar fotovoltaicos em acelerar suas vendas, desenvolveu-se um aplicativo capaz de dimensionar uma planta fotovoltaica, gerar a proposta comercial, e permitir reajuste do projeto em tempo real. Ao alimentar o aplicativo com informações da fatura de energia e características do imóvel, como o tipo e a orientação do telhado, além da localização do imóvel, o aplicativo desenvolvido pesquisa kits fotovoltaicos em sites de revendas ao qual a empresa tenha pré-cadastro, e permite que os vendedores da empresa possam escolher juntos aos seus clientes o kit que melhor atende a demanda cadastrada. O aplicativo tende também outras dificuldades das empresas, como a simulação de financiamento e pedido de desconto em tempo real. Desta forma qualquer reajuste feito no projeto será refletido automaticamente na proposta comercial apresentada ao cliente, e este ficando satisfeito, poderá ser incluído no banco de dados da empresa através de um cadastro no próprio aplicativo.

Palavras-chaves: Dimensionamento Solar Fotovoltaico. Desenvolvimento de um aplicativo. Sistema para Gerenciamento de Vendas

ABSTRACT

The demand for solar photovoltaic system installations has grown considerably in recent years due to several factors, in particular the benefits generated in the long term compared to the costs with local utilities. Aiming to help companies installing solar photovoltaic systems to accelerate their sales, an application capable of sizing a photovoltaic plant, generating the commercial proposal, and allowing readjustment of the project in real time has been developed. By feeding the application with information from the energy bill and characteristics of the property, such as the type and orientation of the roof, besides the location of the property, the application developed searches for photovoltaic kits in reseller sites to which the company has pre-registered, and allows the company's salespeople to choose together with their customers the kit that best meets the registered demand. The application also tends to other difficulties of the companies, such as financing simulation and request for discounts in real time. This way any readjustment made in the project will be automatically reflected in the commercial proposal presented to the client, and if the client is satisfied, it can be included in the company's database through a registration in the application itself.

Keywords: Solar PV sizing. Application development. Sales Management System.

LISTA DE SIGLAS

CE: Ceará.

TUSD: Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica

SSF: Sistema Solar Fotovoltaico

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

UV: Ultravioleta

HSP: Horas De Sol Pico

CRESESB: Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas não auxiliadas pelo aplicativo	18
Figura 2 – Tabela da capacidade instalada da matriz elétrica brasileira.	20
Figura 3 – Fluxograma de iteração entre o aplicativo e o servidor	27
Figura 4 – Tela de login.....	28
Figura 5 – Tela de Dashboard.....	29
Figura 6 – Etapa 1 (Estudo de Caso)	30
Figura 7 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Coluna para preenchimento do consumo da fatura de energia em destaque.....	31
Figura 8 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Mensagem para deletar consumo.....	31
Figura 9 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Mensagem informando o preenchimento da coluna da fatura de energia.....	32
Figura 10 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Botões para adicionar equipamentos em destaque.....	33
Figura 11 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Equipamentos futuros adicionados.	33
Figura 12 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Controles para alterar consumo do equipamento em destaque.	34
Figura 13 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Demonstração da alteração do consumo dos equipamentos.....	35
Figura 14 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Duplicação do consumo em destaque.	35
Figura 15 – Etapa 2 (Estudo de Caso)	37
Figura 16 – Tipo de telhado.....	37
Figura 17 – Etapa 2 (Estudo de Caso) – Barra de endereço sendo preenchida	38
Figura 18 – Etapa 2 (Estudo de Caso) – Outras opções para definir a localização do imóvel.....	38

Figura 19 – Etapa 3 (Escolha do Kit).....	39
Figura 20 – Etapa 3 (Escolha do kit) - Bloco esquerdo exibindo informações do kit selecionado	40
Figura 21 – Etapa 3 (Escolha do kit) - Bloco superior com as marcas de inversor disponíveis na lista	40
Figura 22 – Lista com os kits compatíveis (Etapa 3, Escolha do Kit)	40
Figura 23 – Etapa 4 (Análise Econômica)	41
Figura 24 – Etapa 4 (Análise Econômica) – Bloco superior	41
Figura 25 – Etapa 4 (Análise Econômica) – Bloco esquerdo com gráfico de geração X consumo atual	42
Figura 26 – Etapa 4 (Análise Econômica) – Bloco exibindo viabilidade econômica..	42
Figura 27 – Etapa 5 (Simulador de Pagamento)	43
Figura 28 – Etapa 5 (Simulador de Pagamento) – Simulação de Financiamento	44
Figura 29 – Etapa 5 (Simulador de Pagamento) – Mensagem de pagamento avista	45
Figura 30 – Etapa 6 – (Finalização de Projeto) – Em exibição caixa para pesquisa de cliente	46
Figura 31 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Cliente encontrado pela pesquisa de CPF/CNPJ.....	46
Figura 32 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Botão para cadastrar cliente	47
Figura 33 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Mensagem para finalizar o projeto ..	47
Figura 34 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Formulário para cadastro de cliente	48
Figura 35 – Vista Satélite do imóvel em estudo de caso	50
Figura 36 – Histórico de consumo da fatura de energia	50
Figura 37 – Cadastramento do consumo do imóvel	52
Figura 38 – Definição final das características do imóvel.....	52

Figura 39 – Tipo de conexão apresentado na fatura de energia	53
Figura 40 – Lista com os kits compatíveis com a demanda	53
Figura 41 – Resultado da análise econômica.....	54
Figura 42 – Forma de Pagamento Financiado	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores de perdas em sistema fotovoltaico	21
Tabela 2 – Informações Características do Imóvel	49
Tabela 3 – Valores base para cálculo do investimento	49
Tabela 4 – Fatores de perdas ajustados pelo aplicativo	51
Tabela 5 – Discriminação dos valores embutidos no preço kit.....	53

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
1.1.	Objetivo Geral	19
1.2.	Objetivos Específicos	19
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1.	Expansão Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil	20
2.2.	DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO	21
2.2.1.	FATORES DE PERDAS	21
2.2.1.1.	Perdas Por Descasamento De Módulos (<i>Mismatch</i>)	22
2.2.1.2.	Perdas Nos Cabos	22
2.2.1.3.	Perdas Na Orientação E Inclinação Dos Módulos	22
2.2.1.4.	Perdas Por Temperaturas	22
2.2.1.5.	Perdas Nos Inversores	23
2.2.1.6.	Perdas Por Acúmulo De Sujeiras	23
2.2.1.7.	Perdas Por Sombreamento	23
2.2.2.	CÁLCULOS NO DIMENSIONAMENTO	23
2.2.2.1.	Potência	23
2.2.2.2.	Energia De Geração Diária	24
2.2.2.3.	Potência De Pico	24
2.2.2.4.	Quantidade De Módulos	24
3.	FUNDAMENTAÇÃO	25
4.	METODOLOGIA	26
5.	DESENSOLVIMENTO DO SISTEMA	27
5.1.	O Aplicativo	27
5.2.	Tela De Login	28
5.3.	Dashboard	29
5.4.	Estudo De Caso 1	30
5.5.	Estudo De Caso 2	36
5.6.	Escolha Do Kit	39
5.7.	Análise Econômica	41
5.8.	Simulador De Pagamento	43
5.9.	Finalização Da Proposta	45
6.	ESTUDO DE CASO	49

7. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL GERADA PELO APLICATIVO	59
APÊNDICE A – TELA INICIAL DA PLATAFORMA ADMINISTRATIVA.....	65
APÊNDICE B – AJUSTE DO ORÇAMENTO BASE PELA PLATAFORMA ADMNISTRATIVA.....	65
APÊNDICE C – EXEMPLO DO PEDIDO DE DESCONTO CHEGANDO NA PLATAFORMA ADMINISTRATIVA.....	66
APÊNDICE D – AUTORIZAÇÃO DE USO DE NOME E MODELO DA PROPOSTA COMERCIAL	67

1. INTRODUÇÃO

É perceptível o grande crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. O investimento nesse tipo de energia tem se tornado um grande potencial econômico se comparado ao valor pago às concessionárias de energia elétrica em um período de 25 anos. (ANEEL, 2017)

O fato é que outras variáveis têm somado para que parte da população venha adotando o sistema solar fotovoltaico como a sua principal fonte de energia elétrica, como a criação e disponibilidade de linhas crédito por várias instituições financeiras, para que pessoas físicas e jurídicas possam adquirir o seu sistema solar fotovoltaicos, residenciais ou comerciais (MARTINS, 2015; MONTEIRO; SILVEIRA, 2018).

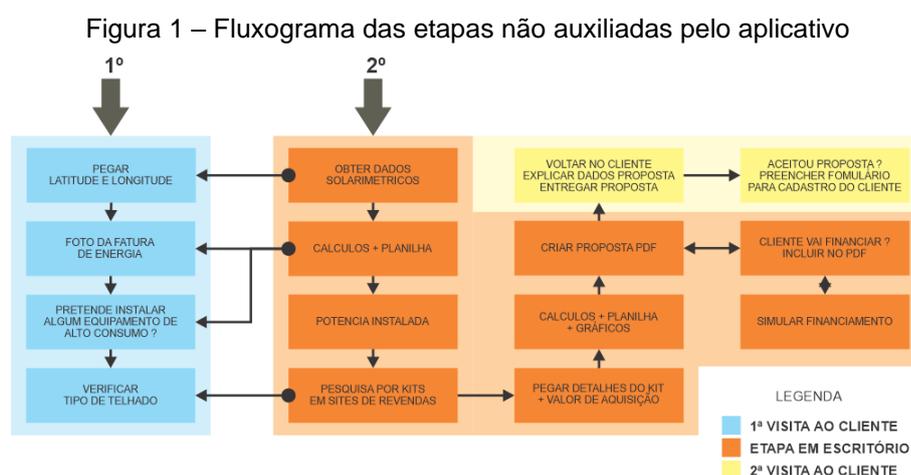
De forma geral, esse crescimento exponencial da energia solar fotovoltaica no Brasil teve seu início devido à grande incidência de irradiação solar em território brasileiro. Segundo o (Instituto de Energia da Puc-Rio e Eloi Fernández, 2020) o Brasil é o país que mais recebe irradiação solar no mundo, devido à sua localização geográfica estar logo abaixo da linha do Equador, bem como sua grande extensão territorial.

Devido a essa viabilidade, a valorização imóvel, e a fácil instalação, a energia solar fotovoltaica tem apresentado melhor custo-benefício como fonte própria de energia, comparado ao custo da energia da concessionária local.

Como mencionado, a expansão comercial da energia solar fotovoltaica tem incentivado várias instituições financeiras a criarem linhas de crédito específicas para o setor, e como consequência disto, o setor corporativo foi fomentado com o surgimento de novas empresas instaladoras de SSF (Sistema Solar Fotovoltaico). Segundo o Portal Solar (principal *marketplace* de energia solar fotovoltaica no país), no ano de 2020, a cada mês, surgiram 450 novas empresas, o que representou a um aumento de 27% no período. Um ano depois, já se somavam mais de 20 mil empresas instaladoras de SSF.

Na implantação de um sistema de geração, é necessário o estudo e o planejamento para dimensionar um projeto que apresente confiabilidade e qualidade ao consumidor.

Esta é uma das etapas que tem apresentado maiores dificuldades para os técnicos, pois são necessários cálculos complexos, acesso a sites confiáveis para obtenção de dados solarimétricos, preenchimentos de planilhas, buscas de kits solar em sites de revendas, estudo da orientação e tipo de telhado, previsão e prospecção de uma nova demanda quando o cliente deseja que o sistema atenda a instalação de novos equipamentos. O fluxograma da Figura 1 representa as etapas sem o auxílio do aplicativo, para elaboração da proposta comercial do cliente.



Fonte: Autor, 2022

Fato é que todo processo apresentado neste fluxograma, pode levar um certo tempo para alcançar a segunda visita ao cliente, pois dependendo da demanda da empresa, o responsável por concretizar essas informações poderá estar sobrecarregado, o que causaria bastante atraso, e até a desistência dos clientes por não terem um retorno prévio.

Desta forma, o presente trabalho veio como uma oportunidade pessoal e profissional, em disponibilizar uma ferramenta que ajudasse as empresas a acelerar suas vendas, e diminuir a sobrecarga do dimensionamento e da geração da proposta comercial sob os técnicos.

Estas etapas têm atrasado bastante o andamento das vendas, devido ao grande volume de informações que o técnico tem que saber lidar, organizar e concretizar, para elaborar uma proposta comercial.

Desta forma, o desenvolvimento deste aplicativo vai possibilitar que as empresas possam enviar vendedores aos seus futuros clientes, e ainda *in-loco*, fazer o levantamento, o dimensionamento, a escolha do Kit Solar Fotovoltaico, simular um

financiamento (caso seja uma opção do cliente), gerar uma proposta comercial, e o cadastrar o cliente (caso este aceite a proposta gerada pelo aplicativo).

Com isso, será reduzida a sobrecarga sobre o(os) técnico(s) engenheiro da empresa, e permitirá que estas consigam atender um maior número de clientes ao mesmo tempo, alavancando suas vendas e melhorando a qualidade do serviço prestado.

1.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver um aplicativo *mobile*, com intuito de acelerar as vendas de sistemas solar fotovoltaicos (SSF), ao automatizar o processo de dimensionamento, escolha do kit solar fotovoltaico, simulação de financiamento e, cadastro de clientes, permitindo que as empresas consigam atender com maior rapidez o grande crescimento da energia solar fotovoltaica no país.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Apresentar dados do crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil.
- b) Demonstrar as etapas de cálculos para obtenção da potência instalada de um SSF.
- c) Apresentar o desenvolvimento do aplicativo.
- d) Demonstrar seu efetivo funcionamento através de um exemplo de projeto real.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Mesmo com condições climáticas e recursos disponíveis favoráveis para implantação da energia solar fotovoltaicas, o Brasil tem ficado atrás de países como a China, Estados Unidos e Alemanha onde a insolação recebida é bem menor comparada a insolação em território brasileiro (INPE, 2017). Mas isso tem começado a mudar ainda na primeira década do século XXI, pois acordos como o do Protocolo de Kyoto (1997), Conferência das Partes (desde 1995), além de políticas nacionais tais como: a) Criação do PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas) e b) da ENEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) em 2002 e 2004 respectivamente, tem fomentado e incentivado o País a mudar este quadro (Shimomaebara, L. A., & Peyerl, D. (2022)).

Em 2020 o Brasil teve um crescimento da energia solar fotovoltaica de 32,9% em relação a 2019, correspondendo a 814 MW a mais de potência instalada, recorde no setor em um curto período, sendo que os maiores contribuintes foram os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul (RENEWABLES, 2022).

Mesmo com tamanho crescimento, a energia solar representava apenas 1,9% na matriz elétrica brasileira em 2020, mas segundo Urbanetz et al. (2019) essa participação saltará para 12,3% até 2025, se seguido a tendência mundial de crescimento de 30%.

Na tabela mostrada na Figura 2 é possível observar que a energia solar foi a que mais cresceu nos últimos anos comparada as outras fontes de energia disponíveis no Brasil.

Figura 2 – Tabela da capacidade instalada da matriz elétrica brasileira.

	2016	2017	2018	2019	2020	Δ% (2020/2019)	Part. % (2020)
Total	150.338	157.112	164.503	170.118	174.737	2,7	100,0
Usinas Hidrelétricas	91.499	94.662	98.287	102.999	103.027	0,0	59,0
PCH	4.941	5.020	5.157	5.291	5.429	2,6	3,1
CGH	484	594	695	768	816	6,2	0,5
Gás Natural	12.965	12.980	13.359	13.385	14.927	11,5	8,5
Derivados de Petróleo	8.845	8.792	7.549	7.670	7.696	0,3	4,4
Carvão	3.389	3.324	2.858	3.228	3.203	-0,8	1,8
Usinas Nucleares	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	0,0	1,1
Biomassa	13.913	14.289	14.569	14.703	15.011	2,1	8,6
Usinas Eólicas	10.124	12.283	15.378	15.378	17.131	11,4	9,8
Solar	24	935	2.473	2.473	3.287	32,9	1,9
Outras	2.163	2.243	2.188	2.234	2.221	-0,6	1,3

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2021

Ademais, fora os acordos internacionais e nacionais, radiação e insolação favoráveis no Brasil, a expansão da energia solar fotovoltaica teve um outro contribuinte que foram as disponibilizações de linhas de créditos pelas instituições financeiras. Com financiamentos de até 100% do projeto, juros variando de 1,7% ao mês e tempo de carências podendo chegar a 8 anos para pessoas físicas e a 12 anos para produtores rurais e pessoas jurídicas, esses foram outros motivos determinantes para que população buscasse instalar sistemas fotovoltaicos em suas residências e comércios, visto que esses financiamentos são compatíveis com a realidade brasileira.

2.2. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

2.2.1. FATORES DE PERDAS

Em um projeto fotovoltaico alguns influenciadores devem ser levados em consideração, tais como: condições climáticas, orientação do telhado, inclinação dos módulos, perdas nos inversores e cabos, degradação dos módulos e etc. Esses fatores influenciam diretamente na energia final produzida e devem ser compensados na hora de calcular a potência instalada do sistema.

A Tabela 1 mostra os valores típicos de rendimentos usados em projetos, com base em análises feitas com multímetros e amperímetros (SOLIENS, 2013).

Tabela 1 – Fatores de perdas em sistema fotovoltaico

Perda por	Valores
Sombreamento	1% a 10%
Sujeira	2% a 10%
Tolerância Potência	1,5% a 3%
Mismatching	1% a 2%
Temperatura	5% a 20%
Cabeamento CC	0,5% a 1%
Cabeamento CA	0,5% a 1%
Inversor	2% a 5%
Orientação	5% a 20%
Inclinação	1% a 8%
Somatório das Perdas	18% a 30%

Fonte: SOLIENS (2013) e NÓBREGA et al (2018)

2.2.1.1. PERDAS POR DESCASAMENTO DE MÓDULOS (*MISMATCH*)

Fatores climáticos e projetos mal elaborados podem causar este tipo de perda em sistemas fotovoltaicos. O *mismatch* é causado quando a potência produzida por um módulo é menor em relação ao restante devido a fatores externos, como sombreamento, diferentes inclinações entre os módulos, alta temperatura e outros, além de fatores intrínsecos, como uma falha na fabricação do módulo (MANSUR et al, 2019).

2.2.1.2. PERDAS NOS CABOS

Os condutores usados para interligar o sistema sofrem perdas devido a diversos fatores, sendo os mais relevantes os que produzem calor e desgastes físico, como a incidência de raios ultravioleta (UV), mau dimensionamento e na transferência de correntes contínuas (NASCIMENTO, 2013) (NOBRE, 2015).

2.2.1.3. PERDAS NA ORIENTAÇÃO E INCLINAÇÃO DOS MÓDULOS

A inclinação e a orientação dos módulos é um dos fatores mais importantes quando o propósito é o aproveitamento da irradiação solar, pois permitem que os raios solares atinjam as células fotovoltaicas de tal maneira a reduzir a reflexão (VERMA et al, 2015). Comumente, o melhor desempenho do painel fotovoltaico se dá quando o ângulo de latitude corresponde ao ângulo de inclinação do painel, sendo em instalações no hemisfério sul, direcionados para o norte, e no hemisfério norte, direcionados para o sul (HOSENUZZAMAN et al, 2014).

2.2.1.4. PERDAS POR TEMPERATURAS

O efeito da temperatura é algo intrínseco ao módulo, pois estes são constituídos de materiais semicondutores que convertem radiação solar em corrente elétrica. Desta forma, a influência da temperatura eleva a resistência de condução dos elétrons que reflete diretamente na potência produzida pelos módulos (CHIKATE et al, 2015).

2.2.1.5. PERDAS NOS INVERSORES

Com a função de converter a corrente contínua dos módulos em corrente alternada para rede elétrica, o inversor produz perdas na comutação a fim de manter o sincronismo com a rede e buscar o ponto de máxima potência do sistema fotovoltaico (URBANETZ, 2010).

2.2.1.6. PERDAS POR ACÚMULO DE SUJEIRAS

Por maior que seja o ângulo de inclinação dos módulos, o acúmulo de sujeira sobre a superfície será inevitável. A depender do ângulo escolhido na instalação dos módulos, o acúmulo pode variar para mais quando este estiver próximo de zero, ou para menos, caso contrário. Esta sujeira irá interferir proporcionalmente na absorção da radiação solar dos módulos.

2.2.1.7. PERDAS POR SOMBREAMENTO

Esse tipo de perda pode acontecer por falha de projeto, como uma sombra causada pelo módulo vizinho, ou até mesmo uma árvore, poste, e ou outros meios que permitam apenas a chegada parcial da luz sobre o módulo.

2.2.2. CÁLCULOS NO DIMENSIONAMENTO

2.2.2.1. POTÊNCIA

O cálculo da potência pode ser obtido diretamente da equação da energia, conforme Equação 1:

$$E = P \cdot t \quad (1)$$

onde, E é a energia do sistema, P a potência do sistema e t o tempo dado em horas.

Isolando a potência teremos a seguinte equação aplicada em um sistema fotovoltaico:

$$P_{tp} = \frac{E_g}{t_e} \quad (2)$$

onde, P_{tp} é a potência total dos painéis, E_g é a energia de geração e t_e o tempo de exposição ao sol.

Como explicado anteriormente, para o cálculo da potência de um sistema fotovoltaico é preciso considerar fatores de perdas, assim como expressado na Equação 3:

$$P_{tp} = \frac{E_g}{t_e \cdot \sum N_r} \quad (3)$$

onde, P_{tp} é a potência total dos painéis, E_g a energia de geração, t_e o tempo de exposição ao sol e $\sum N_r$ o somatório dos fatores de perdas.

2.2.2.2. ENERGIA DE GERAÇÃO DIÁRIA

A energia diária é calculada da seguinte forma:

$$E_{gd} = \frac{E_g}{30} \quad (4)$$

onde, E_{gd} é a energia de geração diária e E_g a energia de geração.

2.2.2.3. POTÊNCIA DE PICO

A potência de pico é calculada com base no tempo de exposição do sol, ou seja, as horas de sol pico (HSP) média de cada mês. As HSP pode ser encontrada no site da CRESESB e com estas informações a potência pico pode ser calculada com a Equação 5:

$$P_{pico} = \frac{E_{gd}}{HSP} \quad (5)$$

onde, P_{pico} é a potência de pico, E_{gd} a energia de geração diária e HSP as horas de sol pico.

2.2.2.4. QUANTIDADE DE MÓDULOS

A quantidade de módulos pode ser calculada pela Equação 6:

$$N_m = \frac{P_{pico} \cdot 1000}{W_p} \quad (6)$$

onde, N_m é o número de módulos, P_{pico} a potência de pico e W_p a potência pico do módulo.

3. FUNDAMENTAÇÃO

No dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico, seja ele residencial ou comercial, a fatura de energia quase sempre é usada como análise inicial.

A fatura de energia é composta por algumas informações, tais como: identificação e endereço do consumidor, grupamento (A ou B), tipo de conexão (monofásico, bifásico ou trifásico), energia consumida, demanda contratada, demanda medida, impostos e o histórico de faturamento, que segundo o Módulo 11 da PRODIST (PROCEDIMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA), embora não exista um modelo a ser seguido, as concessionárias obrigatoriamente devem identificar os dados supracitados na fatura de energia. (ENEEL, 2021).

Com base nesta premissa foi desenvolvido um aplicativo capaz de dimensionar a potência instalada do sistema e disponibilizar ferramentas que atendam às necessidades das empresas instaladoras de sistemas solar fotovoltaicos.

4. METODOLOGIA

A interface do aplicativo foi dividida em duas principais janelas:

- **A tela de login e;**
- **A tela de Dashboard**

Na tela de *dashboard* o vendedor terá acesso ao seu desempenho (metas, pendências e vendas finalizadas), além de um botão para simular o dimensionamento do sistema e outro para exibir o portfólio da empresa.

No botão de simulação, as seguintes etapas são apresentadas:

1ª Etapa: Para informar o histórico de consumo elétrico do imóvel, e incluir equipamentos que ainda não foram contabilizados na fatura de energia, como: ar-condicionado, chuveiros e fornos elétricos.

2ª Etapa: Para informar o padrão de entrada de energia do imóvel, o tipo e a orientação geográfica do telhado, além da localização do imóvel via gps ou mapa.

3ª Etapa: O aplicativo irá calcular a potência instalada e exibirá uma lista com os kits fotovoltaicos que atendem à demanda e os requisitos informados.

4ª Etapa: Uma análise econômica será exibida com base no Kit selecionado na etapa anterior.

5ª Etapa: Escolha da forma de pagamento (à vista ou financiado), além do download da proposta comercial em PDF.

6ª Etapa: Cadastro do cliente e finalização do projeto.

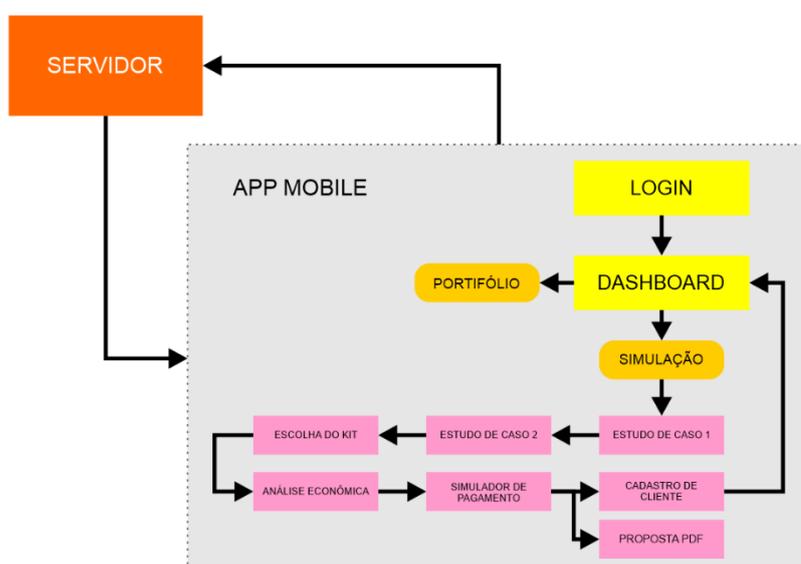
O *software*, o *framework* e as linguagens utilizadas para desenvolver o sistema foi o *Visual Studio Code* e o *React Native*, *Javascript*, *PHP* e *SQL*.

5. DESENSOLVIMENTO DO SISTEMA

5.1. O APLICATIVO

Como o desenvolvimento deste aplicativo foi pensado na facilidade e rapidez da entrega de propostas aos clientes, elaborou-se um sistema com interação simplificada entre as janelas, conforme Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma de iteração entre o aplicativo e o servidor



Fonte: Autor (2022)

Segundo (Bevan, 1995) a simplicidade de uso de uma *interface* está ligada diretamente ao grau de produtividade que ela pode fornecer. Com isso, procurou-se entender o perfil, as dificuldades, e o contexto de instalação aplicado pelas empresas instaladoras de sistemas solares fotovoltaicos para elaboração deste aplicativo.

Exigindo conhecimento mínimo, o aplicativo tornará o processo de elaboração das propostas, antes demoradas e feitas por engenheiros, em um sistema rápido e unificado conforme será demonstrado no decorrer deste trabalho.

Importante salientar que o aplicativo é totalmente adaptável às necessidades das empresas, como: alterações dos valores base para a geração de orçamento das propostas (comissão do vendedor, custos de instalação, elaboração de projeto, ART, impostos e etc.), valores esses que refletem diretamente no valor final do investimento proposto ao cliente. E ainda a filtragem de kits fotovoltaicos por marcas de inversores

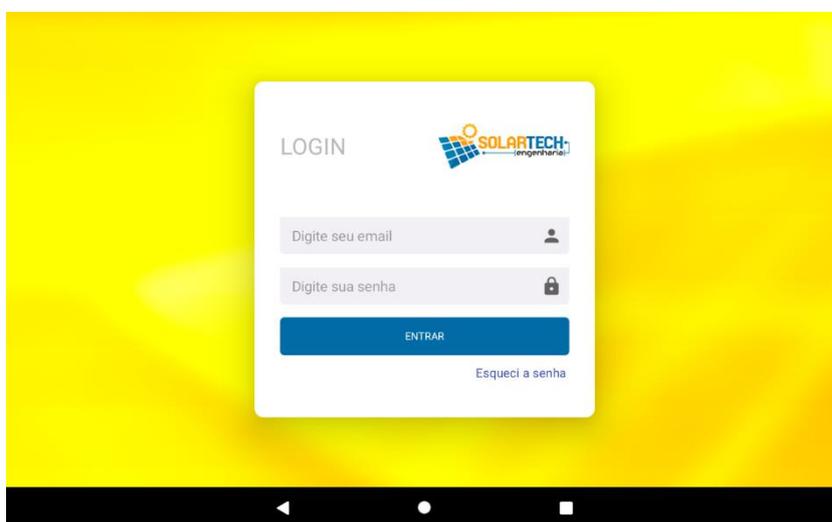
e módulos fotovoltaicos, além da automatização da proposta em PDF usando o layout padrão da empresa.

Como o aplicativo já se encontra em uso pela empresa **Solartech Engenharia Comercio E Serviço Ltda**, inscrita sobre o **CNPJ 32.359.488/0001-34**, e o layout da proposta comercial apresentada em neste trabalho é de total autoria da empresa citada. Os valores relacionados ao custo de aquisição dos kits, são valores simbolizados, e não refletem os valores reais aplicados pela empresa supracitada.

5.2. TELA DE LOGIN

Nesta tela, Figura 4, é possível visualizar a logomarca da empresa, e os campos para efetuar o login. Com os vendedores cadastrados previamente no sistema administrativo da empresa, estes receberam um e-mail e uma senha, ao qual lhe dará acesso completo às funcionalidades do aplicativo. Importante ressaltar que por questões de segurança todo cadastro de vendedores só poderá ser feito na plataforma administrativa da empresa.

Figura 4 – Tela de login

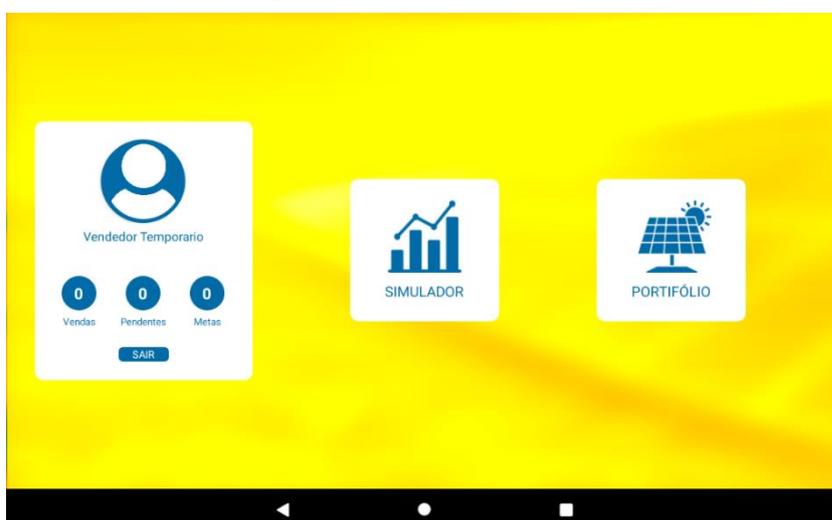


Fonte: Autor (2022)

5.3. DASHBOARD

A Dashboard, Figura 5, é exibida após autenticação do vendedor, e nela é exibida algumas informações do vendedor logado, como a quantidade de vendas, as pendências, ou seja, as vendas ainda não finalizadas e as metas, que são definidas pela empresa no sistema administrativo. É válido ressaltar, que no momento em que este trabalho está sendo escrito, ainda não foram implementados no aplicativo a visualização de valores das vendas realizadas pelo vendedor, mas esta informação está disponível na plataforma administrativa da empresa, ficando para as versões futuras a implementação no aplicativo.

Figura 5 – Tela de Dashboard



Fonte: Autor (2022)

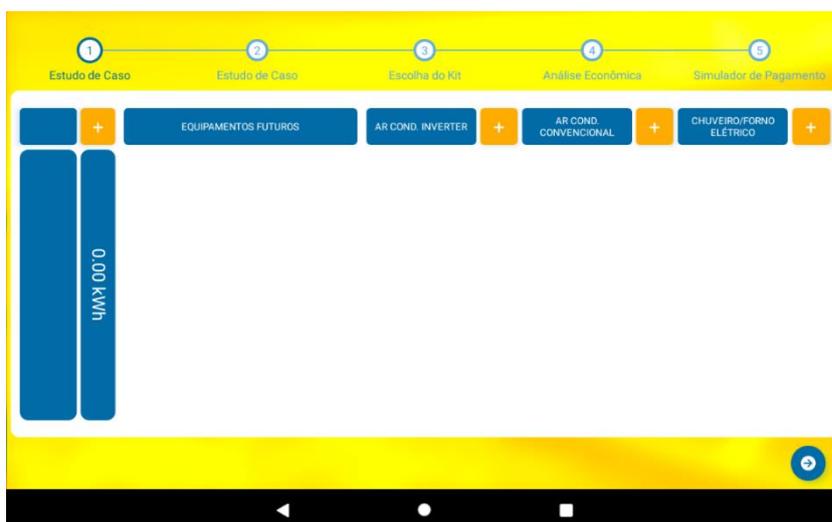
Do lado direito da janela, existem dois botões que darão acesso ao simulador de projeto e um álbum de fotos com as instalações feitas pela empresa. Como o foco deste trabalho é a simulação de projeto, então será dada continuidade descrevendo apenas as etapas do simulador.

5.4. ESTUDO DE CASO 1

Esta etapa é a primeira de cinco partes relacionadas a simulação do projeto.

Na etapa da Figura 6 é onde o vendedor incluirá algumas informações sobre o consumo elétrico do imóvel, como os dados de consumo da fatura de energia e a instalação de novos equipamentos.

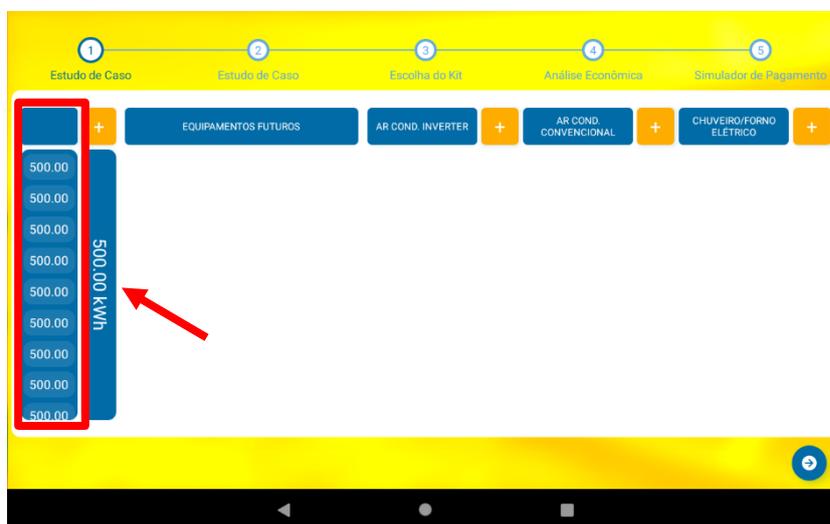
Figura 6 – Etapa 1 (Estudo de Caso)



Fonte: Autor (2022)

Com a fatura de energia em mãos, a coluna do lado esquerdo (retângulo de linha vermelha, Figura 7) será usada para incluir o consumo do imóvel e ao lado, uma média dos valores inseridos será exibida (seta em vermelho, Figura 7).

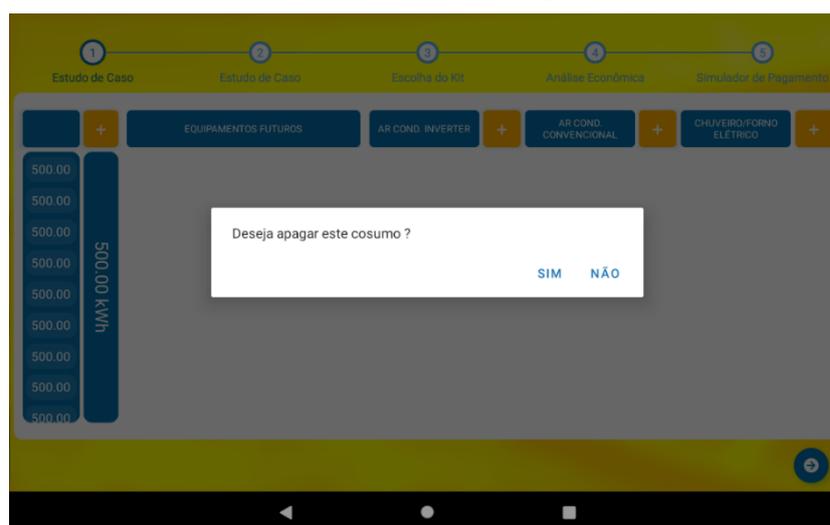
Figura 7 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Coluna para preenchimento do consumo da fatura de energia em destaque



Fonte: Autor (2022)

Esta média é atualizada sempre que o vendedor insere novos valores, o que vai ajudá-lo a ir visualizando se a média bate com a média fornecida no papel de fatura da energia. Caso este perceba que inseriu algum dado incorreto, o mesmo poderá clicar em cima do valor, e uma mensagem para confirmar a exclusão daquele consumo, será apresentada conforme Figura 8:

Figura 8 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Mensagem para deletar consumo

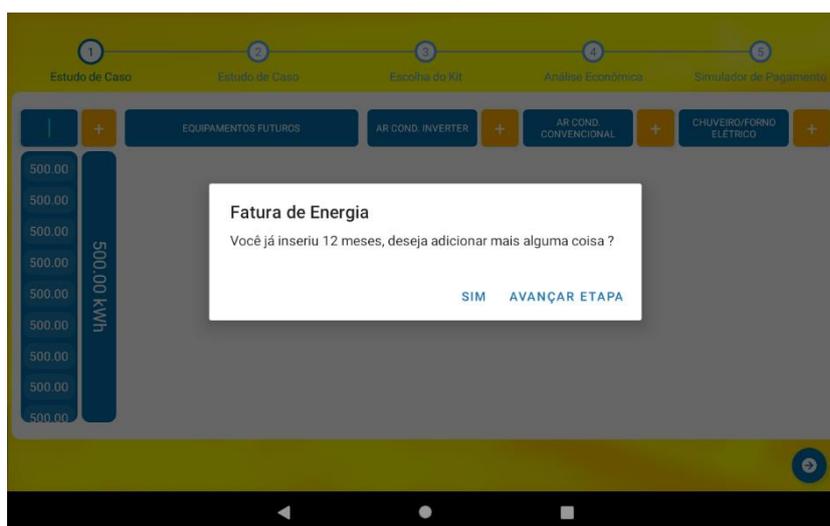


Fonte: Autor (2022)

Caso este confirme a exclusão, o mesmo precisará incluir outro valor na coluna de consumo. Ao preencher a coluna com os dozes valores contidos na fatura de

energia, uma mensagem surgirá informando ao vendedor que o mesmo completou os 12 meses, e pergunta se deseja permanecer na tela para adicionar mais dados, como por exemplo equipamentos futuros, ou se deseja prosseguir para a próxima etapa.

Figura 9 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Mensagem informando o preenchimento da coluna da fatura de energia.



Fonte: Autor (2022)

Permanecendo nesta tela, o vendedor ainda poderá adicionar equipamentos que não estão previstos na fatura da energia elétrica.

Supondo que o cliente deseje que o sistema solar fotovoltaico atenda a demanda de um ar condicionado, seja ele de tecnologia inverter ou convencional, ou até mesmo um forno elétrico ou um chuveiro elétrico. Esta etapa disponibiliza ferramentas que irão ajudar a contabilizar a nova demanda. Clicando no botão com o símbolo de + (quadrado de linha vermelha, 10) localizado ao lado do nome de cada equipamento, será possível incluir quantos equipamentos forem necessários para previsão da nova demanda.

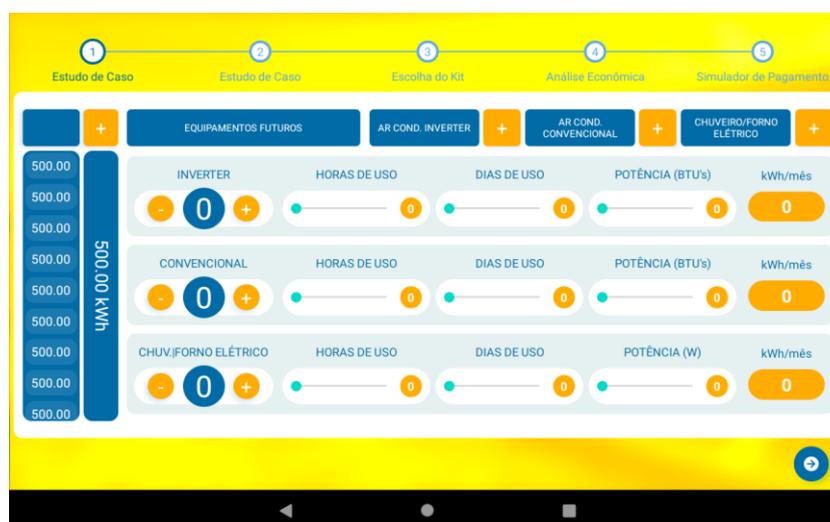
Figura 10 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Botões para adicionar equipamentos em destaque.



Fonte: Autor (2022)

A Figura 11, demonstra a inclusão de 3 novos equipamentos, um ar condicionado *inverter*, um convencional, e um chuveiro/forno elétrico. Este último, como representa uma carga resistiva em ambas as tecnologias, optou-se por mesclar os dois em um mesmo botão.

Figura 11 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Equipamentos futuros adicionados.

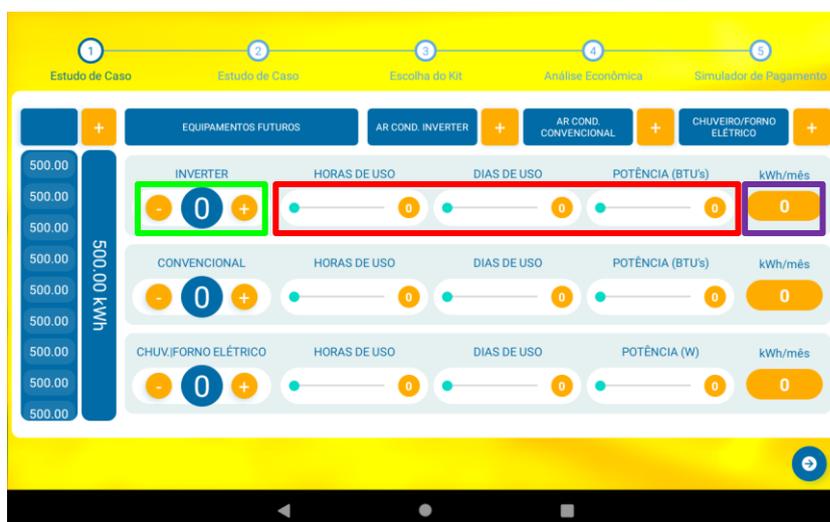


Fonte: Autor (2022)

Analisando a Figura 11, verifica-se a existência de novos botões e controles deslizantes para informar as horas de uso, dias de uso, potência, além dos botões de acréscimo (+) e decréscimo (-). Através dos sliders (retângulo de linha vermelha) e dos botões de acréscimo e decréscimo (retângulo de linha verde) na Figura 12, é

possível alterar o consumo mês referente a cada equipamento, visualizando este valor no final do bloco (retângulo de linha lilás, Figura 12).

Figura 12 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Controles para alterar consumo do equipamento em destaque.



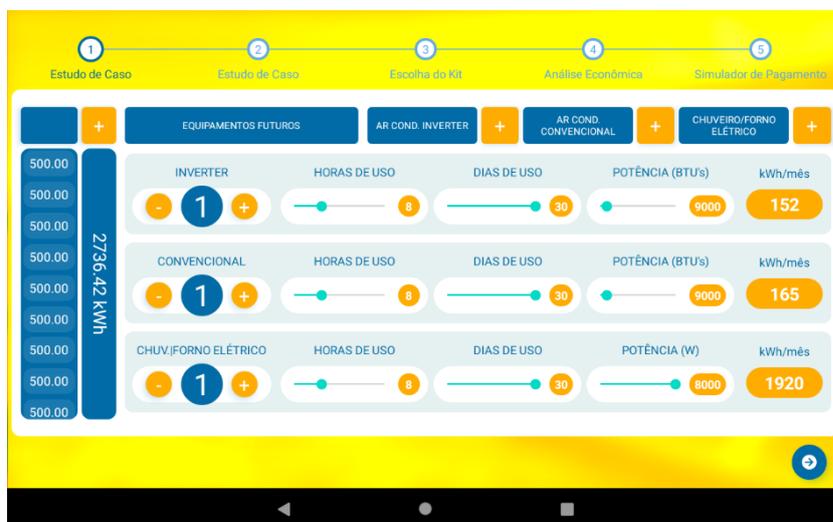
Fonte: Autor (2022)

Quando o botão de acréscimo (+) for pressionado, o valor de consumo do equipamento será duplicado, o que torna bastante prático repetir um equipamento com as mesmas configurações e características de uso.

Para o botão de decréscimo (-), vale o contrário, pressionando este, o valor do consumo será dividido pela quantidade de vezes em que for pressionado, e se chegar a zero, o consumo também será zerado, entendendo desta forma, que aquele equipamento não será mais contabilizado.

O exemplo abaixo mostra os três equipamentos com configurações de uso e potências diferentes de zero.

Figura 13 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Demonstração da alteração do consumo dos equipamentos

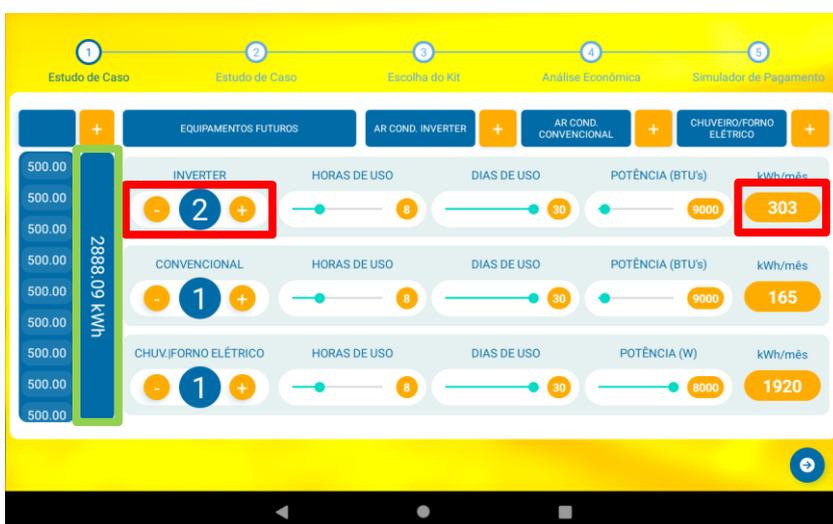


Fonte: Autor (2022)

O consumo calculado para os ar-condicionados neste aplicativo é baseado nas médias dos menores valores de CEE (Coeficiente de Eficiência Energética) fornecidos pelo INMETRO, na tabela de ar condicionados. Portanto o consumo apresentado no aplicativo será uma previsão de consumo máximo, levando em conta a dificuldade do cálculo exato, já que existem milhares de modelos para diferentes marcas de ar condicionado.

Pressionando o botão de acréscimo do ar condicionado inverter, é possível visualizar o consumo sendo duplicado (retângulo de linha vermelha) na Figura 14.

Figura 14 – Etapa 1 (Estudo de Caso) – Duplicação do consumo em destaque.



Fonte: Autor (2022)

Outra observação que pode ser feita na Figura 14, é que o consumo de todos os equipamentos são somados e contabilizados na coluna que representa a média dos consumos. (retângulo de linha verde)

5.5. ESTUDO DE CASO 2

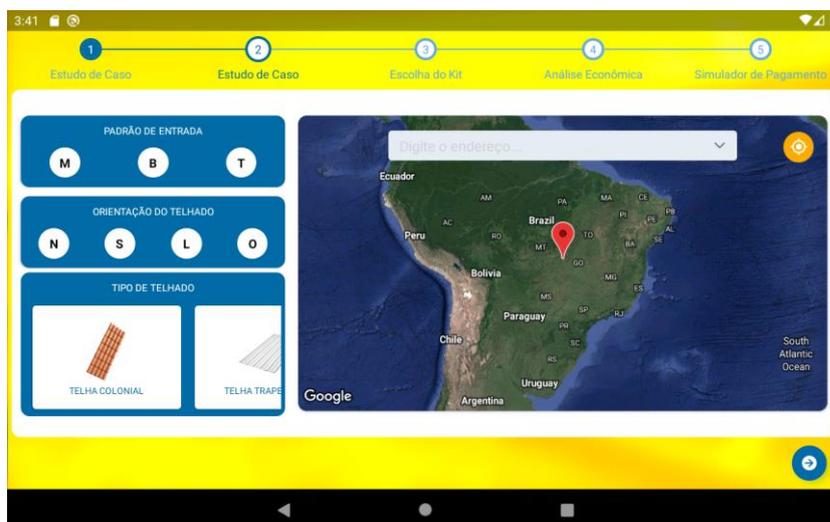
Nesta etapa, o vendedor ainda precisara inserir informações sobre o imóvel, como o tipo de conexão da energia, podendo ser monofásico (M), bifásico (B) ou trifásico (T), orientação do telhado, tipo de telhado e localização geográfica.

O tipo de conexão (Padrão de Entrada) é uma informação que se encontra disponível na fatura de energia e será necessária para calcular a previsão da mesma após a instalação do sistema solar fotovoltaico. Segundo o artigo 98 da Resolução 414 da ANEEL, o cliente ainda pagará uma taxa de disponibilidade, conforme o tipo de conexão.

A orientação geográfica do telhado é necessária para que o algoritmo faça uma compensação na quantidade de módulos calculada, pois dependendo da orientação esta poderá influenciar diretamente na radiação solar incidente sobre os painéis (DANTAS NETO, 2018).

Como o topo do mapa está sempre orientado para o norte, o vendedor conseguira definir a orientação do telhado via imagem de satélite, que é apresentada no mapa da Figura 15.

Figura 15 – Etapa 2 (Estudo de Caso)



Fonte: Autor (2022)

Outra informação importante que o vendedor fornecerá é o tipo de telhado, pois é partir dele que o algoritmo definirá o tipo de estrutura para instalação dos módulos fotovoltaicos. Na imagem abaixo são listados os três tipos de telhados disponíveis no aplicativo, e que são os tipos mais comuns no Brasil:

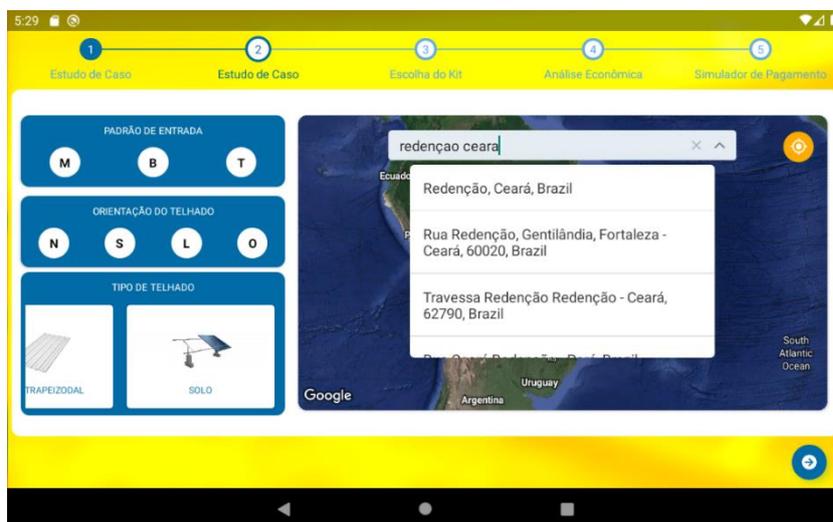
Figura 16 – Tipo de telhado



Fonte: Autor (2022)

Definidas as opções da coluna esquerda, o vendedor ainda precisará informar a localização do imóvel, para isto existem três possibilidades. A primeira será digitando o local na barra de endereço, como a cidade, cep, rua, ou qualquer outra informação que caracterize a localização do imóvel, conforme Figura 17:

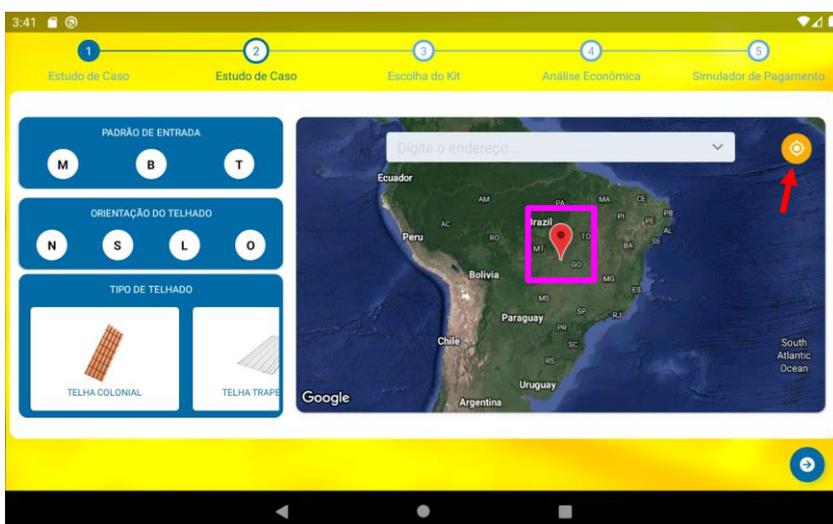
Figura 17 – Etapa 2 (Estudo de Caso) – Barra de endereço sendo preenchida



Fonte: Autor (2022)

A outra possibilidade, seria clicar no botão “localização” (seta vermelha, Figura 18) para que o dispositivo em uso, informe a localização via gps. E por último, mas não menos importante, seria arrastar o marcador (retângulo em lilás, Figura 18) para o local desejado.

Figura 18 – Etapa 2 (Estudo de Caso) – Outras opções para definir a localização do imóvel



Fonte: Autor (2022)

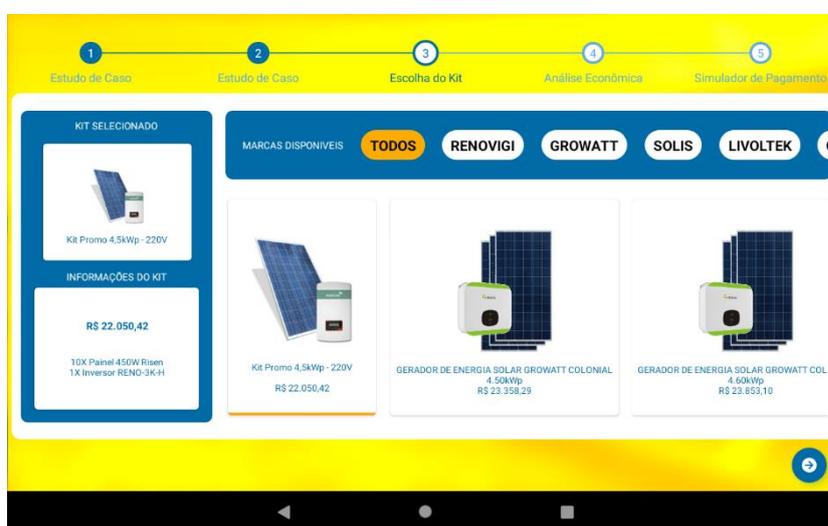
Esta localização se faz necessária para que o algoritmo consiga obter informações da radiação média solar daquela latitude e longitude fornecida pelo aplicativo, e assim consiga calcular a potência média produzida por um módulo

fotovoltaico. Com estes dados já será possível calcular a quantidade de módulos necessários para atender o consumo cadastrado no aplicativo.

5.6. ESCOLHA DO KIT

Nesta etapa o algoritmo usará todas as informações reunidas nas etapas anteriores, calculará a potência e exibirá uma lista com vários kits solar fotovoltaicos que atendam as características exigidas.

Figura 19 – Etapa 3 (Escolha do Kit)



Fonte: Autor (2022)

Aqui vale lembrar que valores exibidos na Figura 19 foram alterados para a simulação apresentada neste trabalho, e que não tem correlação com valores praticados pela empresa citada. Porém, é válido ressaltar que dentro destes valores estão embutidos custos com o projeto, comissão de vendedor, impostos, aquisição do kit e etc. Vale destacar também, que os kits exibidos dentro do aplicativo, são kits prontos e vendidos em sites de vendas ao qual a empresa aqui citada tem prévio cadastro.

Separando a Figura 19 em blocos para um melhor entendimento, teremos a seguinte análise:

O bloco da Figura 20 traz informações sobre o kit selecionado na lista, o valor de pagamento a vista, e uma breve descrição do que acompanha o kit.

Figura 20 – Etapa 3 (Escolha do kit) - Bloco esquerdo exibindo informações do kit selecionado



Fonte: Autor (2022)

Já no bloco destacado pela Figura 21, estão as marcas dos kits presente na lista. Essas marcas podem ser filtradas pela a empresa na plataforma administrativa, fazendo com que somente as marcas para qual a empresa tem interesse de trabalhar sejam exibidas dentro do aplicativo.

Figura 21 – Etapa 3 (Escolha do kit) - Bloco superior com as marcas de inversor disponíveis na lista



Fonte: Autor (2022)

E o último bloco apresentada uma lista com todos os kits que atenderam a potência mínima calculada e o tipo de telhado selecionado na etapa anterior.

Figura 22 – Lista com os kits compatíveis (Etapa 3, Escolha do Kit)



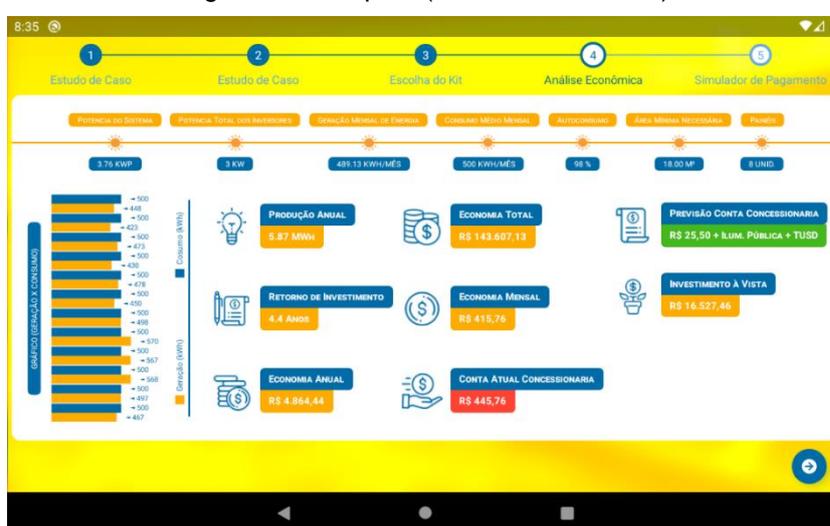
Fonte: Autor (2022)

O algoritmo ao fazer esta busca, define um *range* para encontrar kits com a potência mínima, mas o incremento de 1, ou seja, se a potência mínima é 3 kW, então o algoritmo restringe a busca para o *range* de 3 a 4 kW. Outra capacidade do algoritmo é a de escolher um kit da lista que satisfaça a potência mínima, mas que apresente o

menor custo de aquisição. Em outras palavras, se na lista existir um kit de potência maior, e que o custo deste comparado a outro de potência inferior seja menor, então o algoritmo definirá este kit como sendo o melhor custo benefício da lista. Desta forma, o vendedor só terá o trabalho de escolher outro kit, se o cliente ou a empresa tiver preferência naquele momento por outra marca e outra capacidade.

5.7. ANÁLISE ECONÔMICA

Figura 23 – Etapa 4 (Análise Econômica)



Fonte: Autor (2022)

Na análise econômica um resumo com mais informações do kit e da viabilidade econômica do mesmo é apresentado de forma detalhada para que o vendedor consiga mostrar as vantagens ao cliente.

No topo da janela (Figura 23), são exibidas informações como: a potência e a quantidade de painéis, a geração mensal média, a potência dos inversores, a área mínima necessária para instalação dos painéis, e etc., conforme recorte da Figura 24

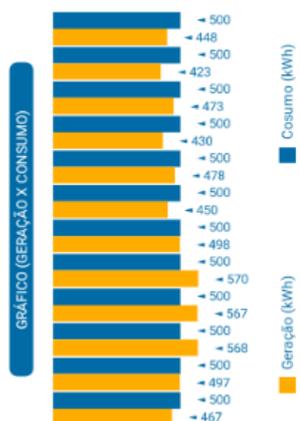
Figura 24 – Etapa 4 (Análise Econômica) – Bloco superior



Fonte: Autor (2022)

Do lado esquerdo (Figura 23) um gráfico comparativo de barras mês a mês, relacionando a geração elétrica dos módulos (barras em laranja) e o consumo elétrico da concessionária (barras em azul), é mostrado para que o cliente consiga analisar os meses que mais economizará com sistema solar, conforme recorte da Figura 25:

Figura 25 – Etapa 4 (Análise Econômica) – Bloco esquerdo com gráfico de geração X consumo atual



Fonte: Autor (2022)

Já do lado direito da Figura 23, são exibidas as seguintes informações acerca da viabilidade econômica:

Figura 26 – Etapa 4 (Análise Econômica) – Bloco exibindo viabilidade econômica



Fonte: Autor (2022)

- Produção anual: geração média dos painéis acumulada nos 12 meses.
- Retorno de investimento (*Payback* descontado): *payback* levando em consideração a depreciação, a eficiência e o rendimento dos painéis, além do reajuste da tarifa da energia descontada a inflação.
- Economia anual: valor em real economizado no período de 12 meses.
- Economia total: valor em real economizado no período de 25 anos.

- Economia mensal: valor da tarifa da concessionária multiplicado pela geração média dos painéis.
- Conta atual concessionária: valor da tarifa da concessionária multiplicado pela geração média mensal dos painéis, mais a taxa de disponibilidade.
- Previsão Conta Concessionária: resultado da subtração entre a conta atual concessionária e a economia mensal, mais taxas de iluminação pública e TUDS.
- Investimento à vista: valor em real da aquisição do sistema fotovoltaico selecionado.

5.8. SIMULADOR DE PAGAMENTO

Nesta etapa é onde o cliente irá escolher a forma de pagamento do sistema selecionado.

Figura 27 – Etapa 5 (Simulador de Pagamento)

9:12

1 2 3 4 5

Estudo de Caso Estudo de Caso Escopo do kit Análise econômica Simulador de Pagamento

VALOR DO PROJETO

R\$ 16.527,46

PEDIR DESCONTO

TIPO DE PESSOA

FÍSICA JURÍDICA

VALOR DA ENTRADA

R\$ 0,00

AVISTA FINANCIADO

Você precisa simular o financiamento na coluna ao lado!

Fonte: Autor (2022)

Na coluna do lado esquerdo (Figura 27), logo no topo, é exibido o valor do projeto, ou seja, o valor de pagamento à vista. Um pouco mais abaixo, um botão para pedir desconto poderá ser acionado pelo vendedor depois que o cliente decidir sobre a forma de pagamento, pois dependendo da escolha, a empresa poderá lançar um desconto maior ou menor. Se este botão for pressionado, um aviso sonoro e uma janela surgirá na plataforma administrativa da empresa, informando o nome do vendedor que está solicitando o desconto, informações sobre o kit e o custo embutido na aquisição deste, além da forma de pagamento escolhida pelo cliente. Desta forma,

a empresa poderá analisar o pedido com mais detalhes, e decidir quanto poderá dar de desconto para aquele futuro cliente. Se o valor de desconto for lançado pela empresa, o vendedor imediatamente receberá um aviso sonoro com vibração e o valor de desconto será mostrado dentro da janela do aplicativo. Caso o cliente fique satisfeito com a proposta, o vendedor poderá avançar para a próxima etapa, para efetuar seu cadastro.

Continuando a análise desta etapa, o vendedor antes de lançar um pedido de desconto, precisará completar o restante das informações sobre o pagamento, como se o cliente é pessoa física ou jurídica, e se o cliente deseja dar algum valor de entrada.

No último bloco da coluna do lado esquerdo, é onde será definido a forma de pagamento, podendo ser à vista ou financiado, caso escolha financiado, do lado direito será exibido as formas de parcelamento e o tempo de carência, conforme Figura 28:

Figura 28 – Etapa 5 (Simulador de Pagamento) – Simulação de Financiamento

9:34

1 Estudo de Caso 2 Estudo de Caso 3 Escolha do IFR 4 Análise Econômica 5 Simulador de Pagamento

VALOR DO PROJETO: R\$ 17.900,32

PEDIR DESCONTO

TIPO DE PESSOA: FÍSICA JURÍDICA

VALOR DA ENTRADA: R\$ 0,00

AVISTA FINANCIADO

PERÍODO DE CARÊNCIA: 30 dias 60 dias 90 dias 120 dias

R\$ 1.749,98 12 parcelas	R\$ 987,19 24 parcelas	R\$ 737,17 36 parcelas
R\$ 613,00 48 parcelas	R\$ 541,19 60 parcelas	R\$ 499,11 72 parcelas
	R\$ 484,53 84 parcelas	

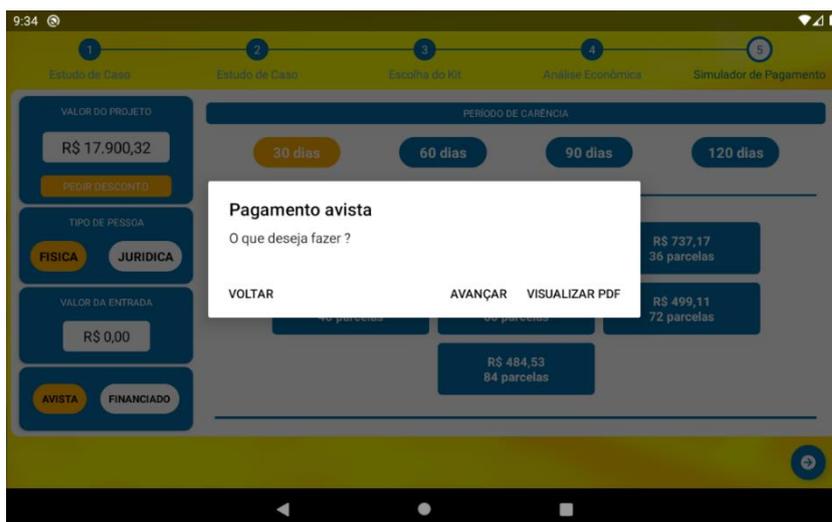
Fonte: Autor (2022)

Aqui vale ressaltar que os valores apresentados nas parcelas, são valores baixados diretamente do site da instituição financeira escolhida previamente pela empresa, e que esses valores são gerados conforme valor de projeto, valor de entrada e o tipo de pessoa.

5.9. FINALIZAÇÃO DA PROPOSTA

Após o cliente escolher a forma de pagamento, e a quantidade de parcelas, caso este seja financiado, e o cliente aceite a proposta, a próxima etapa será para cadastro do cliente e finalização da proposta.

Figura 29 – Etapa 5 (Simulador de Pagamento) – Mensagem de pagamento avista

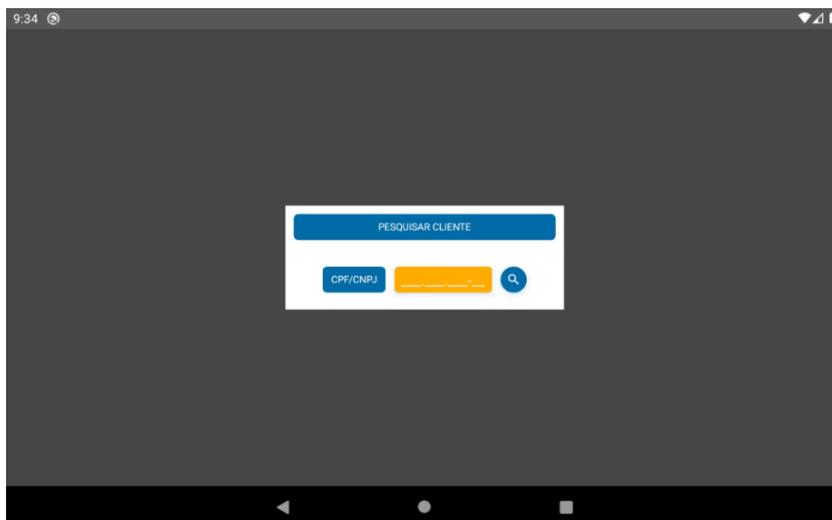


Fonte: Autor (2022)

Então o vendedor terá a opção de voltar para modificar as condições de pagamento, avançar para finalizar o projeto com o cadastro do cliente, ou visualizar a proposta em PDF.

Clicando em avançar, a seguinte tela será apresentada:

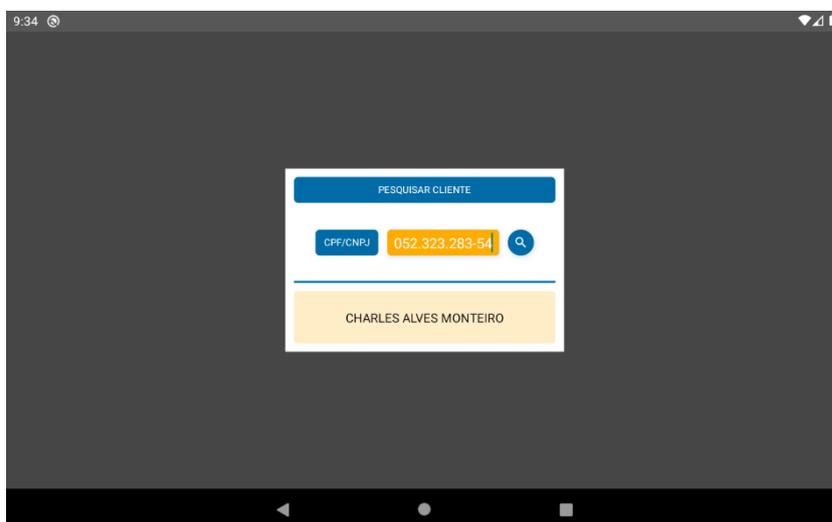
Figura 30 – Etapa 6 – (Finalização de Projeto) – Em exibição caixa para pesquisa de cliente



Fonte: Autor (2022)

Nesta janela, o vendedor precisará informar o CPF ou CNPJ do cliente, para que seja verificado no banco de dados há existência de um cadastro. Ao clicar no botão de pesquisar, caso o algoritmo encontre um registro, então o nome do cliente será exibido.

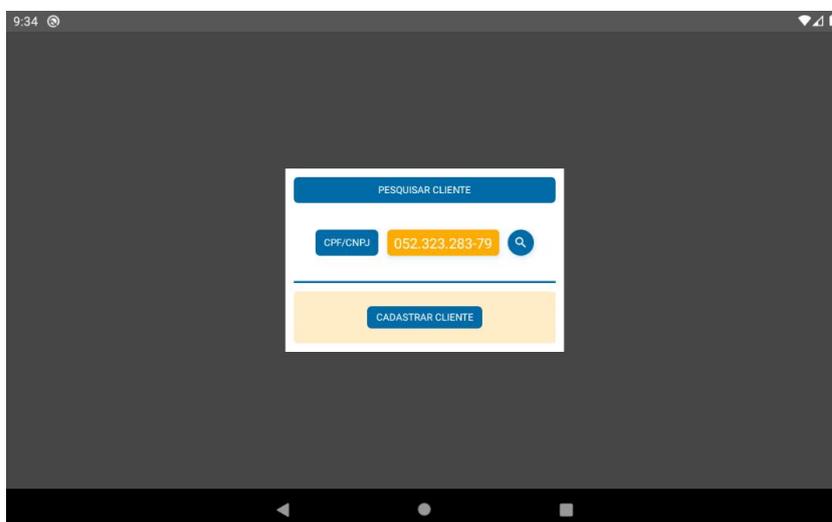
Figura 31 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Cliente encontrado pela pesquisa de CPF/CNPJ



Fonte: Autor (2022)

Caso não encontre nenhum registro no banco de dados, então um botão para cadastrar cliente será exibido. Conforme Figura 32:

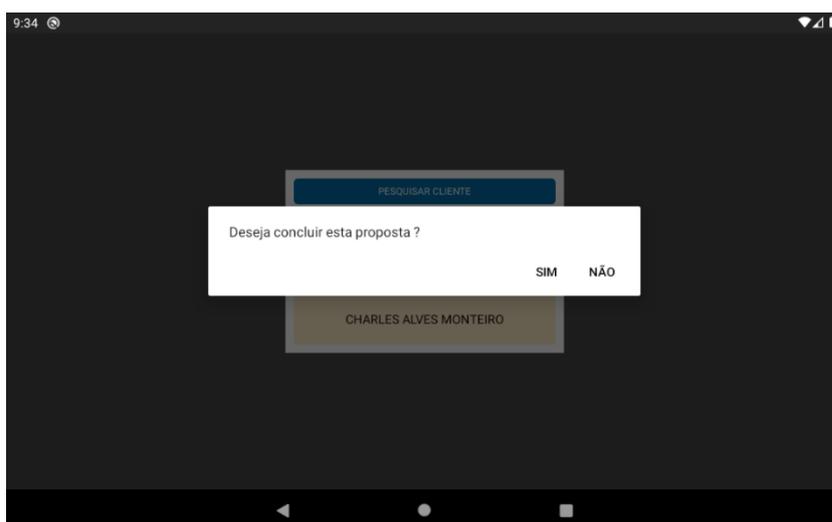
Figura 32 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Botão para cadastrar cliente



Fonte: Autor (2022)

Clicando sobre o nome do cliente na primeira situação (Figura 31), o aplicativo perguntará se o vendedor deseja finalizar a proposta. Caso sim, todos os dados daquele projeto serão vinculados ao cliente e a tela inicial (*dashboard*), será reexibida.

Figura 33 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Mensagem para finalizar o projeto



Fonte: Autor (2022)

Voltando ao caso em que o CPF/CNPJ não foi encontrado (Figura 32), então a seguinte tela será apresentada:

Figura 34 – Etapa 6 (Finalização de Projeto) – Formulário para cadastro de cliente



The image shows a mobile application interface for client registration. The screen has a yellow header with a clock showing 9:34 and a signal strength indicator. Below the header, there is a blue circle with the number '1' and the text 'Informações Pessoais'. The form consists of several input fields and dropdown menus, all with blue labels and orange input boxes. The fields are: 'NOME COMPLETO (*)', 'ENDEREÇO (*)', 'NUMERO', 'BAIRRO (*)', 'CEP (*)', 'UF (*)', 'Qual estado?' (dropdown), 'CIDADE (*)', 'Qual cidade?' (dropdown), 'TELEFONE', 'EMAIL', and 'CPF/CNPJ (*)'. The 'CPF/CNPJ (*)' field is pre-filled with the value '052.323.283-79'. At the bottom right of the form, there is a blue circular button with a white arrow pointing right. The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar.

Fonte: Autor (2022)

Preenchendo os campos com as informações do cliente, e clicando no botão de avançar a janela exibida na Figura 33 será reapresentada para que o vendedor finalize a proposta do cliente.

Após finalizado a proposta, os dados cadastrados no aplicativo, estarão disponíveis na plataforma administrativa da empresa para que esta possa fazer alterações, como: informar se o pagamento foi aprovado, se a instalação está em andamento ou foi finalizada, e também alterar o valor de comissão do vendedor sobre aquele projeto.

6. ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso utilizou-se como referência um imóvel localizado na zona urbana da cidade de Acarape - Ceará, dados conforme Tabela 2:

Tabela 2 – Informações Características do Imóvel

Tipo de Conexão	Trifásico
Orientação do Telhado	Leste - Oeste
Tipo de Telhado	Colonial
Coordenadas Geográficas	-4,220135°, -38,700830°
Consumo Médio	711,58 kWh
Valor da Fatura	R\$ 1.110,41

Fonte: Autor, 2022

E para compor o valor de investimento os seguintes dados serão repassados do servidor para o aplicativo:

Tabela 3 – Valores base para cálculo do investimento

Impostos	3%
Comissão Vendedor	3%
Projeto, Homologação e Instalação	28%
Custos Adicionais	1000 reais
Tarifa kWh Concessionaria	R\$ 0,85

Fonte: Autor, 2022

Na imagem abaixo é possível visualizar o tipo e a orientação do telhado:

Figura 35 – Vista Satélite do imóvel em estudo de caso



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022

Conforme fatura de energia, o histórico do consumo mensal é apresentado abaixo:

Figura 36 – Histórico de consumo da fatura de energia

CONSUMO / kWh			
MÊS/ANO	CONSUMO FATURADO (kWh)	DIAS	TIPOS DE FATURAMENTO
DEZ21	925.00	32	LID
NOV21	677.00	30	LID
OUT21	694.00	32	LID
SET21	619.00	30	LID
AGO21	673.00	30	LID
JUL21	699.00	31	LID
JUN21	664.00	30	LID
MAI21	708.00	30	LID
ABR21	613.00	33	LID
MAR21	601.00	28	LID
FEV21	877.00	29	LID
JAN21	789.00	32	LID
DEZ20	678.00	30	LID

Tipos Fat.: LID - Lido; MED - Media de consumo; MIN - mínimo faturável

Fonte: ENEL (Companhia Energética do Ceara), 2022

Calculando a média a partir do mês de janeiro de 2021 à dezembro de 2021, encontrasse um consumo de **711,58 kWh/mês**, conforme valor apresentado na Tabela 2.

Mas como este consumo pode não representar a maior demanda do imóvel, se levado em consideração a volatilidade com que diferentes equipamentos são usados no decorrer do ano, então a geração do sistema poderá não ser adequada a maior demanda do cliente. Para evitar o sub ou superdimensionamento, o aplicativo levará em consideração os seis maiores consumos para calcular a potência instalada do imóvel.

Assim sendo, o consumo médio do imóvel será de **782 kWh/mês**

Já para o rendimento do sistema, os seguintes fatores de perdas serão considerados pelo aplicativo para o cálculo da potência instalada:

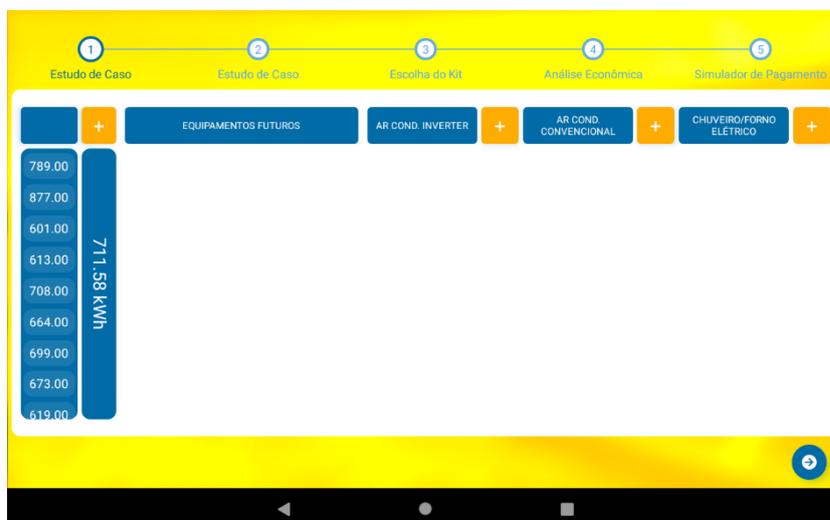
Tabela 4 – Fatores de perdas ajustados pelo aplicativo

Sombreamento	0%
Sujeira	1%
Mismatching	1,5%
Temperatura	7%
Cabeamento CC	0,5%
Cabeamento CA	1%
Inversor	3%
Orientação	15%
Inclinação	1%
Somatório das Perdas	30,00%

Fonte: Autor, 2022

Iniciado a simulação, conforme Figura 37, foram cadastrados os 12 consumos apresentados na fatura de energia, e como pode-se observar a média exibida no aplicativo, é a média dos dozes meses, pois havendo a necessidade o vendedor ainda poderá comparar com a média anual apresentada na fatura de energia.

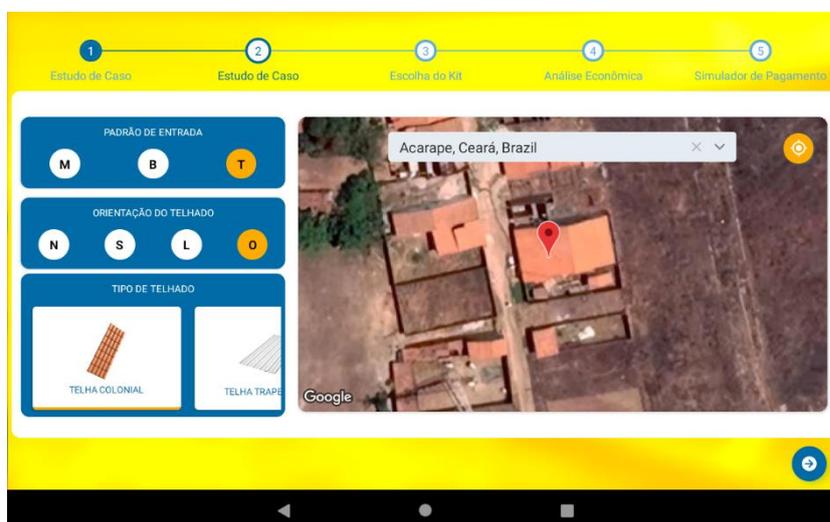
Figura 37 – Cadastramento do consumo do imóvel



Fonte: Autor, 2022

Como nesta fatura de energia já se encontra incluso o consumo de um ar condicionado, o cliente optou por não incluir nenhuma previsão de novos equipamentos. Desta forma, apenas avançou-se para a próxima etapa, conforme Figura 38.

Figura 38 – Definição final das características do imóvel



Fonte: Autor, 2022

Com a ajuda do mapa exibido no aplicativo, definiu-se a localização, a orientação e o tipo de telhado, além do padrão de entrada (tipo de fornecimento) exibido na fatura de energia, conforme Figura 39:

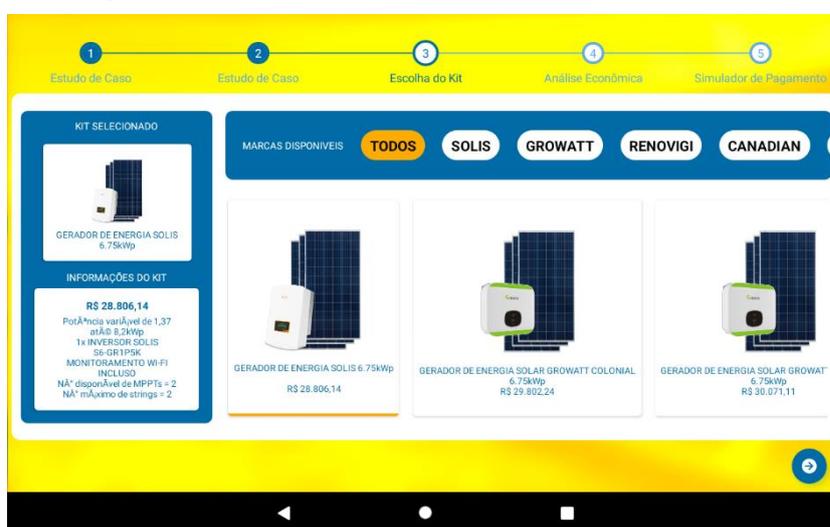
Figura 39 – Tipo de conexão apresentado na fatura de energia

CLASSIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA	TIPO DE FORNECIMENTO
B1 RESIDENCIAL-CONV. Residencial Pleno	TRIFÁSICO

Fonte: ENEL (Companhia Energética do Ceara), 2022

Na etapa seguinte uma lista com diversos kits foi apresentada, conforme Figura 40:

Figura 40 – Lista com os kits compatíveis com a demanda



Fonte: Autor, 2022

Das marcas de inversores e micro inversores disponíveis, o algoritmo selecionou um kit de 6,75 kWp com micro inversor da SOLIS, por este apresentar o melhor custo benefício da lista.

O preço do kit selecionado é composto dos seguintes valores:

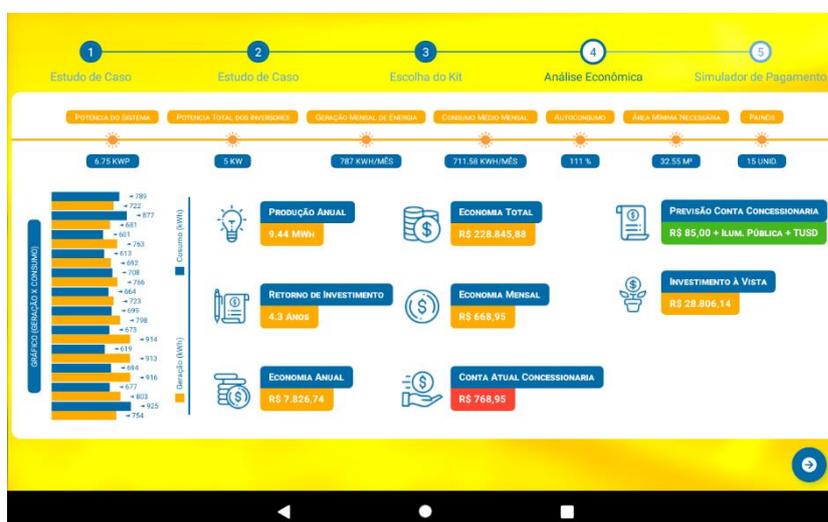
Tabela 5 – Discriminação dos valores embutidos no preço kit

Valor do Kit	R\$ 20.431,68
Custos Adicionais	R\$ 1.000,00
Projeto, ART, Homologação e Instalação	R\$ 5.720,87
Comissão do Vendedor	R\$ 814,58
Impostos	R\$ 839,01
Total	R\$ 28.806,14

Fonte: Autor, 2022

Na etapa da viabilidade econômica os seguintes dados foram apresentados:

Figura 41 – Resultado da análise econômica



Fonte: Autor, 2022

Desta janela pode-se retirar bastante informações importantes, tais como:

- A potência do sistema será de 6,75 kWp.
- A geração do sistema será em média 11% mais do que consumo da concessionária, ou seja, na maior parte do ano o kit selecionado estará produzindo mais que o consumo vigente do imóvel.
- Serão instalados 15 Painéis Fotovoltaicos.
- Para instalação dos painéis, serão necessários pelo menos 32,55 metros quadrados de área disponível no telhado.
- O investimento se pagará em aproximadamente 4,3 anos, ou seja, 4 anos e 4 meses ao fazer a conversão.
- O cliente deixará de pagar anualmente a concessionária um valor próximo a 8 mil reais.
- A previsão da fatura de energia será em média de 85 reais, mais os tributos, tarifas e encargos aplicados pelo governo municipal, estadual e federal.

Na etapa posterior selecionou-se o financiamento em 72 parcelas, com carência de 120 dias para o pagamento da primeira parcela, conforme figura abaixo:

Figura 42 – Forma de Pagamento Financiado

The screenshot displays a financial simulation interface with a yellow header and a white main area. The interface is divided into five steps: 1. Estudo de Caso, 2. Estudo de Caso, 3. Escolha do Kit, 4. Análise Econômica, and 5. Simulador de Pagamento. The current step is 5, 'Simulador de Pagamento'. The interface shows the following details:

- VALOR DO PROJETO:** R\$ 28.806,14
- PERÍODO DE CARENÇA:** 30 dias, 60 dias, 90 dias, 120 dias (120 dias is selected)
- TIPO DE PESSOA:** FISICA (selected), JURIDICA
- VALOR DA ENTRADA:** R\$ 0,00
- AVISTA:** AVISTA, FINANCIADO (selected)

The payment options are displayed in a grid:

Valor da Parcela	Parcelas
R\$ 2.914,43	12 parcelas
R\$ 1.648,47	24 parcelas
R\$ 1.220,66	36 parcelas
R\$ 1.011,35	48 parcelas
R\$ 889,96	60 parcelas
R\$ 819,20	72 parcelas
R\$ 793,44	84 parcelas

Fonte: Autor, 2022

Finalizado as etapas da simulação, gerou-se a proposta comercial conforme anexo deste trabalho.

7. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho levou-se aproximadamente 10 meses e 20 mil linhas de código para ser concluído, mostrando que para agilizar e automatizar todo o processo de vendas das empresas foi necessária bastante programação.

Outra contribuição do aplicativo, é o seu fácil manuseio, o que vai possibilitar as empresas recrutarem mais vendedores, ao invés de contratarem mais engenheiros e *designers* gráficos, no intuito de conseguir atender a demanda por aquisição de um sistema de energia solar fotovoltaica. Desta forma a empresa estará diminuindo seus gastos com a equipe técnica, mas garantindo aos seus clientes um sistema bem dimensionado e confiável.

Melhorias e novas implementações ainda precisam ser feitas em todo o sistema, como por exemplo a inclusão do grupo B, e a visualização das vendas dentro do próprio aplicativo.

Como este aplicativo já se encontra em uso por algumas empresas, e segundos seus feedbacks o sistema melhorou bastante o fluxo de caixa, pode-se concluir que o sistema apresentado neste trabalho, trouxe grandes melhorias para as empresas instaladoras de sistema solar fotovoltaicos, e que sem dúvidas irá contribuir com as vendas de mais empresas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR (São Paulo/SP). **Energia solar deve atrair 5 mil novas empresas ao mercado em 2021**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-deve-atrair-5-mil-novas-empresas-ao-mercado-em-2021>. Acesso em: 6 maio. 2021.

Araújo, E., **O problema do mismatch nas instalações fotovoltaicas**. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/mismatch-nas-instalacoes-fotovoltaicas>. Acesso em: 06 maio. 2022.

CARVALHO, F. S.; LAGE, E. G. S.. **Método de análise e dimensionamento do sistema fotovoltaico ongrid**. Technology Science, v.1, n.2, p.24-36, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6425.2019.002.0004>

CHIKATE, B. V.; SADAWARTE, Y.A. **The factors affecting the performance of solar cell**. International journal of computer applications: International conference on quality up-gradation in engineering, science and technology, Maharashtra, p. 1-5, 2015.

DANTAS NETO, P.M., **Aumento da eficiência na captação de raios solares na produção de energia elétrica em células fotovoltaicas, por meio de um seguidor solar**. 2018. 51f. Monografia (Bacharel em ciência da tecnologia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, RN, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/2908/2/PedroMDN_MONO.pdf. Acesso em: 7 maio. 2022.

Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021**. Brasília, 2021. 255 p.

HOSENUZZAMAN, M.; RAHIM, N. A.; SELVARAJ, J.; HOSENUZZAMAN, M. **Factors affecting the PV based power generation**. 3rd International conference on clean energy and technology, Kuching, 2014.

MANSUR, A. A.; Ruhul Amin, M.; ISLAM, K. K. **Performance comparison of mismatch power loss minimization techniques in series-parallel PV array configurations**. Energies, v. 12, n. 5, 2019

NÓBREGA, et al. **Desempenho de um sistema solar fotovoltaico com diferentes inclinações e orientações azimutais em cidades da Paraíba**. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFPB, João Pessoa, n. 43, p. 175-188, fev./abril, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/1950/1000>. Acesso em: 05 maio. 2022.

OLIVEIRA, E. A. F.; ARAÚJO FILHO, J. G.. **Perspectivas da geração e aplicação da energia solar fotovoltaica no Brasil: uma revisão da literatura (2015-2019)**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.5, p.435-450, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0035>

SAKÔ, E. Y.; SILVA, J. L. S.; MESQUITA, D. B.; CAMPOS R. E.; MOREIRA, H. S.; VILLALVA, M. G. **Concepts and Case Study of Mismatch Losses in Photovoltaic**

Modules. In: 15th Brazilian Power Electronics Conference IEEE/COBEP 2019, Santos-SP, 2019

SHIMOMAEBARA, L. A.; PEYERL, D. **ENERGIA SOLAR NO BRASIL: histórico e planejamento energético.** Revista de Políticas Públicas, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 854–869, 2022. DOI: 10.18764/2178-2865.v25n2p854-869. Disponível em: <http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rppublica/article/view/18489>. Acesso em: 7 maio. 2022.

SOLIENS (ed.). **LIVRO DIGITAL COMPLETO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA.** Nova Lima: SOLIENS VIRTUAL ACADEMY, 2017. E-book (190p.) color.

TONOLO, A. E. **ANÁLISE DOS FATORES DE PERDAS NOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DA UTFPR CAMPUS CURITIBA.** 2019. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Energia, UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4664/1/CT_PPGSE_M_Tonolo%2c%20%2c%3%89dwin%20Augusto_2019.pdf. Acesso em: 5 maio. 2022.

URBANETZ JR, J. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Redes de Distribuição Urbanas: Sua Influência na Qualidade da Energia elétrica e Análise dos Parâmetros que Possam Afetar a Conectividade.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/94284/282788.pdf>. Acesso em: 8 maio. 2022.

URBANETZ, I. V.; MOURA NETTO, A.; SCOLARI, B.; LEITE, V.; URBANETZ, J.. **Current panorama and 2025 scenario of photovoltaic solar energy in Brazil.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v.62, p.1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-smart-2019190011>.

ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL GERADA PELO APLICATIVO





QUEM SOMOS

A Solartech Engenharia é uma empresa situada em Barreira-CE, com atendimento à clientes em todo território nacional. Sua atuação está focada na Micro geração e Minigeração Fotovoltaica, em análise, projetos, e instalação em todo o Brasil.

Contamos com uma equipe treinada para executar projetos e instalações de acordo com as normas da ANEEL e particularidades das Concessionárias de Energia, além de contar com engenheiros qualificados e experientes, fornecendo total garantia nos trabalhos executados e know-how aos nossos clientes.

VANTAGENS DO SISTEMA SOLAR

O Brasil possui um grande potencial para gerar eletricidade através da conversão fotovoltaica, todavia ainda não amplamente aproveitado. A Alemanha, por exemplo, está entre os líderes no uso de energia solar fotovoltaica com uma insolação 40% menor do que na região menos ensolarada do Brasil. Além do potencial brasileiro, outras vantagens são consideradas:



Redução na conta de energia



Baixa Manutenção



Valorização imediata do imóvel



Comprometimento com a sustentabilidade



Longa vida útil



Autonomia em relação aos reajustes tarifários



EQUIPAMENTOS

Módulos DAH de 450W

- ISO90001, ISO14001 e sistema de gerenciamento HSAS18001.
- Mais de 18 programas de testes da norma IEC no State-level PV Laboratory.
- (Módulo MONOCRISTALINO).



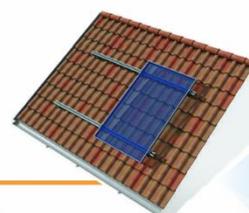
Inversor SOLIS

- Marca lider de mercado
- Monitoramento em tempo real
- Totalmente protegido contra poeira e jatos d'água

Estrutura de Fixação

- Produto nacional adaptado para condições domésticas da realidade brasileira.

**Sujeito a alteração após a visita técnica.*



GARANTIAS DE FÁBRICA

Módulos DAH	25 anos
Inversor SOLIS	5 anos
Estrutura de Fixação	20 anos

GARANTIA DE SERVIÇO

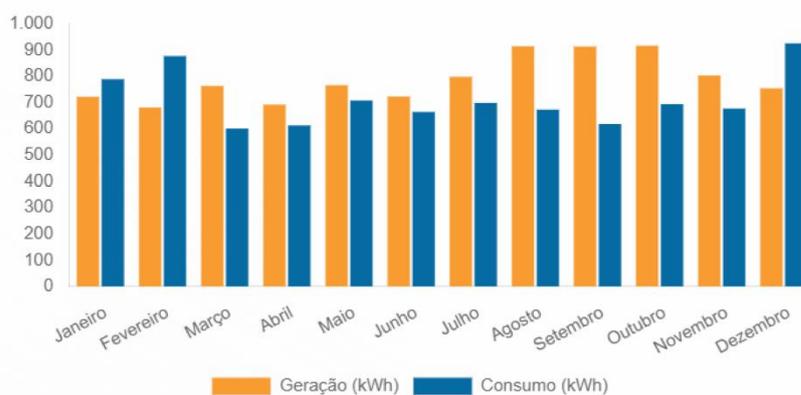
Instalação	2 anos
------------	--------



SEU SISTEMA SOLAR FV

Potência do Sistema	6.75 kWp
Potência Total dos Inversores	5 kW
Geração Mensal de Energia	787.00 kWh/mês
Consumo Médio Mensal	711.58 kWh/mês
Autoconsumo	111 %
Área Mínima Necessária	32.55 m ²

O gráfico a seguir apresenta o balanço entre a energia gerada pelo sistema (barras azuis) e a energia consumida da concessionária (barras laranjas).



OBSERVAÇÕES

- Necessário visita técnica para avaliação de disponibilidade de área e condições locais;
- Necessário estudo detalhado de sombreamento, caso se prossiga com o projeto;
- Mesmo que o sistema fotovoltaico gere mais que o consumo da unidade, o cliente irá pagar o custo de disponibilidade (equivalente a 30kWh para cada unidade consumidora agregada no sistema) e iluminação pública.



ANÁLISE FINANCEIRA

Com base no sistema proposto, apresentamos na tabela e no gráfico abaixo, o retorno do investimento com a geração de energia através do sistema fotovoltaico, considerando os ajustes anuais exercido pela concessionária.



R\$ 7.826,74

Economia anual



4.3 anos

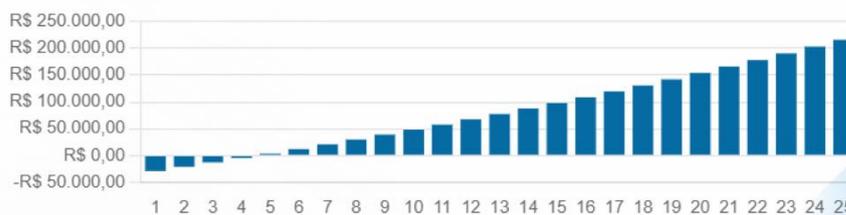
Estimativa de retorno
sob o investimento



9.44 MWh

Produção anual

FLUXO DE CAIXA



Economia Total	R\$ 228.845,88
Economia Mensal	R\$ 668,95
Conta ENEL Atual	R\$ 768,95
Previsão Conta ENEL	R\$ 85,00 + Ilum. Pública + TUSD

- Economia mensal média no PRIMEIRO ANO em relação ao consumo total de energia da unidade consumidora.
- Considerações para todos os cálculos de economia e previsão de conta: Não inclui Contribuição de Iluminação Pública; - Valor da Tarifa: R\$ 0,85/kWh.



MATERIAIS E SERVIÇOS

15 unid.	Módulos Fotovoltaicos DAH 450 Wp
1 unid.	Inversor SOLIS 5 kW
incluso	Interface de Monitoramento
incluso	Estrutura de Fixação e Sistema de Proteção (CC e CA)
incluso	Projeto Elétrico e Executivo
incluso	Homologação junto a concessionária
incluso	Montagem e Instalação

VALOR DO INVESTIMENTO

R\$ 28.806,14 • à vista

**OU 72X de R\$819,20
COM CARÊNCIA DE 120 DIAS**

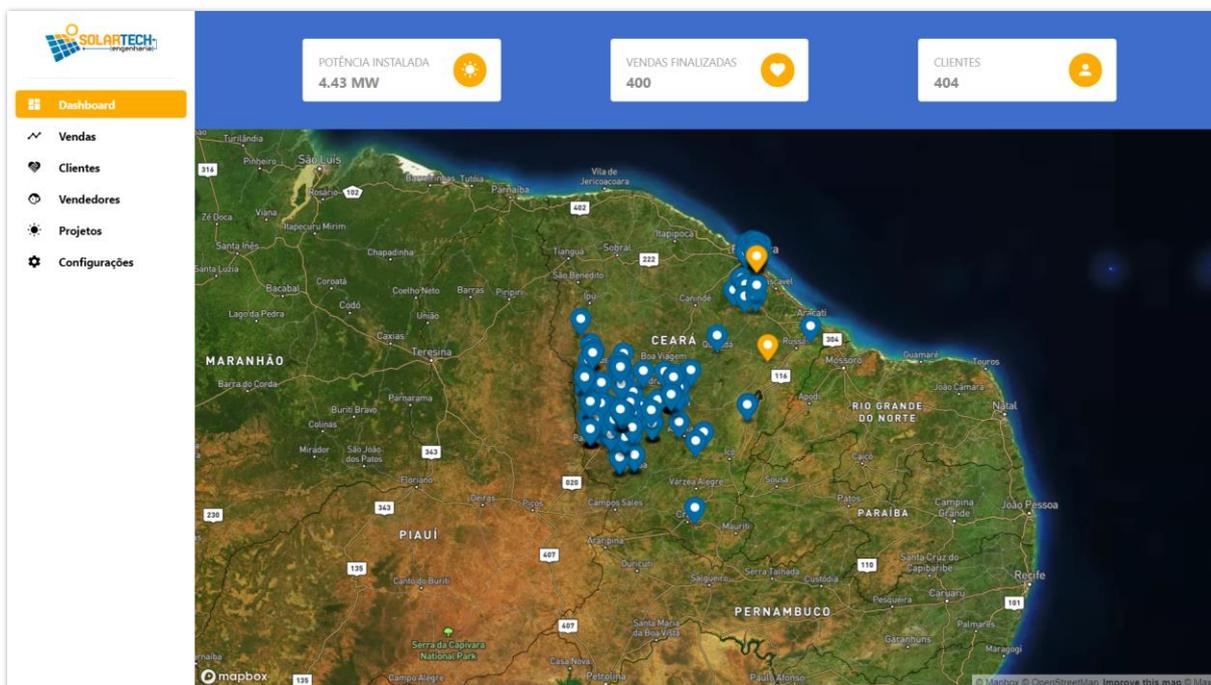
* Sujeito a análise de crédito da **BV Financeira**

FORMA DE PAGAMENTO

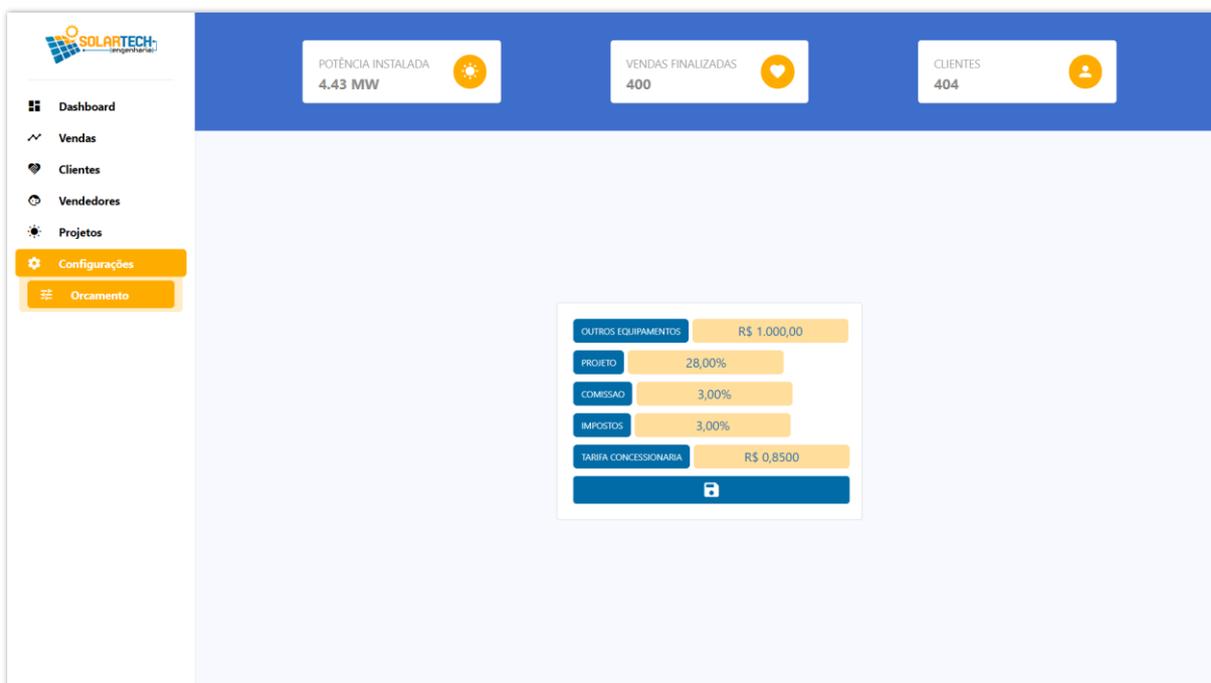
A vista: % de desconto
Trabalhamos com financiamneto de todos os bancos



APÊNDICE A – TELA INICIAL DA PLATAFORMA ADMINISTRATIVA



APÊNDICE B – AJUSTE DO ORÇAMENTO BASE PELA PLATAFORMA ADMINISTRATIVA



APÊNDICE C – EXEMPLO DO PEDIDO DE DESCONTO CHEGANDO NA PLATAFORMA ADMINISTRATIVA

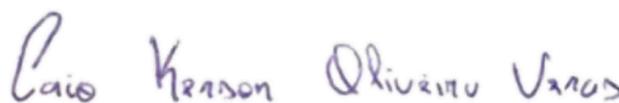
The screenshot displays the SolarTech administrative platform interface. At the top, there are three summary cards: 'POTÊNCIA INSTALADA 4.43 MW', 'VENDAS FINALIZADAS 400', and 'CUENTES 404'. A left sidebar contains navigation options: Dashboard, Vendas, Clientes, Vendedores, Projetos, and Configurações. The main area features a map of Brazil with several blue location markers. A 'Pedido de Desconto' popup is visible on the right, showing details for a discount request from Charles Monteiro.

Pedido de Desconto	
Vendedor	CHARLES MONTEIRO
Marca do Inversor	RENOVIGI
Título	Kit Promo 23.98kWp - 220/380V
Valor do Kit:	R\$ 67144.00
Valor da Instalação:	R\$ 23500.40
Outros Equipamentos:	R\$ 1000.00
Valor do Imposto:	R\$ 0.00
Comissão do Vendedor:	R\$ 4582.22
Forma de Pagamento:	AVISTA
Valor do Total:	R\$ 96226.62

APÊNDICE D – AUTORIZAÇÃO DE USO DE NOME E MODELO DA PROPOSTA COMERCIAL

Eu, Caio Kerson Oliveira Veras, Diretor Geral, da **Solartech Engenharia Comercio E Serviço Ltda**, autorizo o uso do nome e do modelo da proposta comercial, por prazo indeterminado, no trabalho acadêmico impresso de conclusão de Curso do discente Charles Alves Monteiro, **sem para isto receber qualquer contrapartida financeira dos autores do referido trabalho.**

Barreira-CE – 26 de maio de 2022



Caio Kerson Oliveira Veras

Diretor Geral

Solartech Engenharia