

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
APLICADA AOS PROCESSOS PRODUTIVOS

JENIFER GODOY DALTROZO

**ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
PARA UMA EDIFICAÇÃO HOTELEIRA LOCALIZADA EM SANTA
MARIA - RS**

Santana do Livramento, RS
2017

Jenifer Godoy Daltrozo

**ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UMA
EDIFICAÇÃO HOTELEIRA LOCALIZADA EM SANTA MARIA - RS**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos (EaD), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Eficiência Energética aplicada aos Processos Produtivos.**

Orientadora: Isis Portolan dos Santos

Santana do Livramento, RS
2017

Jenifer Godoy Daltrozo

**ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UMA
EDIFICAÇÃO HOTELEIRA LOCALIZADA EM SANTA MARIA - RS**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos (EaD), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Eficiência Energética aplicada aos Processos Produtivos.**

Aprovada em 05 de agosto de 2017:

Claudio Roberto Losekann, Dr (UFSM)
(Presidente)

Flávio Dias Mayer, Dr (UFSM)

Giane de Campos Grigoletti, Dra (UFSM)

Santana do Livramento, RS
2017

RESUMO

ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UMA EDIFICAÇÃO HOTELEIRA LOCALIZADA EM SANTA MARIA – RS

AUTORA: Jenifer Godoy Daltrozo
ORIENTADORA: Isis Portolan dos Santos

Devido aos problemas ambientais constantes causados pelo uso das energias não renováveis e também à escassez dessas fontes, a eficiência energética projetual e construtiva é uma saída para o reaproveitamento dessas fontes. Paralelo a isso, a globalização e a ampla concorrência do setor hoteleiro, modificaram os tipos de usuários. Os diferentes pensamentos e culturas, novas tecnologias e novos conceitos para atrair clientes, aliado também à economia de energia, passaram a ser fundamental na concepção da empresa hoteleira. Em função disso, esta pesquisa tem como finalidade desenvolver a análise e dimensionamento de um sistema fotovoltaico para uma edificação hoteleira na cidade de Santa Maria/RS e apresentar os dados quantitativos de painéis para a substituição do sistema existente pelo fotovoltaico. Além disso, uma análise do contrato de demanda com a concessionária de energia local. Através da aplicação de uma metodologia baseada na utilização de softwares e equações chega-se a resultados quantitativos de painéis, geração de energia, potência instalada e uma simulação de valor de implantação. Assim como a criação de cenários para simular a alteração de valores de contratação de demanda acarretando em economia financeira. Sendo assim, é demonstrado o uso do sistema fotovoltaico para a edificação hoteleira proporcionando um abastecimento total do consumo e tornando assim uma iniciativa eficiente energeticamente.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica, painéis fotovoltaicos e setor hoteleiro.

ABSTRACT

STUDY OF IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR A HOTEL BUILDING LOCATED IN SANTA MARIA – RS

AUTHOR: Jenifer Godoy Daltrozo
ADVISOR: Isis Portolan dos Santos

Due to the constant environmental problems caused by the use of non-renewable energies and also to the scarcity of these sources, the design and constructive energy efficiency is an exit for the reutilization of these sources. Parallel to this, the globalization and the wide competition of the hotel sector, modified the types of users. The different thoughts and cultures, new technologies and new concepts to attract customers, allied to the energy economy, have become fundamental in the design of the hotel company. As a result, this research aims to develop the analysis and design of a photovoltaic system for a hotel building in the city of Santa Maria / RS and present the quantitative data of panels to replace the existing system by photovoltaic. In addition, an analysis of the contract of demand with the local utility. Through the application of a methodology based on the use of software and equations, we reach quantitative results of panels, power generation, installed power and a simulation of the value of implantation. As well as the creation of scenarios to simulate the change in demand contracting values leading to financial savings. Thus, it is demonstrated the use of the photovoltaic system for the hotel building providing a total supply of consumption and thus making an energy efficient initiative.

Keywords: Photovoltaic solar energy, photovoltaic panels and hotel sector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Hotel Itaimbé	10
Figura 2: Imagem aérea do Complexo do Hotel Itaimbé	11
Figura 3 - Ábaco de Porto Alegre/RS.	13
Figura 4 - Painel de silício policristalino	14
Figura 5 – Página 33 do Manual de tarifação do PROCEL	15
Figura 6: Fluxograma dos usos das energias do Hotel Itaimbé.....	16
Figura 7 - Planta de locação dos painéis fotovoltaicos.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Demanda energética de consumo total mensal e anual do Hotel	17
Tabela 2 - Resultados do dimensionamento do sistema fotovoltaico.....	18
Tabela 3 – Contrato Atual de Demanda de potência.....	22
Tabela 4 – Cenário 1 – Demanda de Potência 180 kW	23
Tabela 5 – Cenário 2 – Demanda de Potência 160 kW	24
Tabela 6 – Cenário 3 – Considerando Demanda de Potência de 150 kW	24
Tabela 7- Cenário 4 – Considerando Demanda de Potência de 140 kW	25
Tabela 8- Cenário 5 – Considerando Demanda de Potência de 130 kW	25
Tabela 9 – Cenário 6 – Considerando Demanda de Potência de 120 kW	26

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPIA	<i>European Photovoltaic industry Association</i>
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FPE	Fundo de Participação dos Estados
FPM	Fundo de Participação dos Municípios
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
MME	Ministério de Minas e Energia
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral.	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Painéis Fotovoltaicos, abordagem e panorama mundial de utilização	4
3.2 Utilizações dos painéis fotovoltaicos no Brasil e discussões do tema.....	5
3.3 Setor Hoteleiro..	6
3.4 A utilização de sistemas fotovoltaicos em hotéis.....	6
3.5 Relação de Contratação de demanda	7
4. METODOLOGIA	9
4.1 Levantamento bibliográfico.....	9
4.2 Definição da Edificação Hoteleira	9
4.3 Dimensionamento do sistema de geração de energia	11
4.4 Definição do tipo de painel fotovoltaico	14
4.5 Relações de Demanda de Potência e Consumo.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
6. CONCLUSÕES	27
7. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Por meio da revolução industrial, e com o crescimento populacional, fizeram-se necessários uma reflexão frente aos meios de produção e consumo da população mundial, pois estão intrinsecamente ligados aos recursos naturais. A utilização de energia solar caracteriza-se como uma fonte abundante, portanto fizeram-se necessários estudos para que se pudessem conseguir benefícios sociais, ambientais, econômicos e também políticos para essa utilização.

A energia fotovoltaica tem como fator relevante para a sociedade, a utilização de um recurso natural abundante que é radiação solar conforme argumenta SANTOS (2008) permite afirmar que ela seja uma alternativa promissora e eficaz para a geração de energia elétrica, sendo coletada pelas usinas coletoras, ou pelos painéis solares.

O edifício deve ser visto como um organismo vivo, com seus complexos sistemas e interconexões, dos quais depende o seu funcionamento e deve ser analisado como um todo, um conjunto de materiais utilizados para uma única finalidade – a do habitat (VIANNA, 2010). As políticas públicas são um dos grandes agentes para que a energia fotovoltaica adentre os meios de produção e a matriz energética brasileira, que sendo postas em prática, impactariam diretamente no meio ambiente e suas relações com os desajustes climáticos.

De acordo com os dados do Balanço Energético Nacional – BEN (2010), documento produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), as fontes renováveis (produtos da cana-de-açúcar, hidroeletricidade, biomassa) responderam por 47,3% em 2009 na matriz energética brasileira, maior percentual desde 1992, e por 45,5% em 2010 (BEN, 2011).

No Brasil a discussão da inserção dessas fontes ainda é muito carente e necessita de uma abordagem mais aprofundada (OLIVEIRA, 2002). O Ministério de Minas e Energia através da EPE (2014) relata que o Brasil possui enorme potencial, por apresentar maior incidência solar e por suas tarifas de energia elétrica estar em patamares parecidos aos países líderes em capacidade instalada de geração distribuída fotovoltaica urbana.

Quanto à utilização de sistemas fotovoltaicos em hotéis, comumente sabe-se que hotéis por serem estabelecimentos com grande demanda de energia as

opções da energia gerada em sistemas com finalidades menores são pertinentes para esses casos. Amplamente difundido na sociedade, os hotéis são elementos ordenadores das cidades e necessitam de economia no que tange energia elétrica, o aproveitamento da energia solar é preponderante para que esses edifícios sejam autossuficientes e possam competir no mercado com melhores preços aos usuários, retomando a questão do custo benefício.

Sendo assim, a análise de consumo levando em consideração o último ano é fundamental na proposição de um sistema fotovoltaico para uma edificação hoteleira, assim como análise das demandas atuais de energia e revisão nas suas contratações em relação à concessionária de energia.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este artigo tem o objetivo de propor um dimensionamento de um sistema fotovoltaico para uma edificação hoteleira em fita e que supra a necessidade de energia elétrica.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a Edificação Hoteleira de acordo com o seu consumo energético mensal e curva de demanda horária para o período de um ano.
- Realizar levantamentos gráficos da edificação hoteleira com tipologia característica como estudo de caso.
- Quantificar das áreas disponíveis para a integração de módulos fotovoltaicos.
- Identificar do potencial de geração fotovoltaica instalado.
- Avaliar a contribuição da geração fotovoltaica na redução de consumo energético da Edificação Hoteleira (impacto nos custos de energia do consumidor).
- Analisar economia na contratação da demanda.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Painéis Fotovoltaicos, abordagem e panorama mundial de utilização

Segundo Braga (2008) o efeito fotovoltaico foi observado à primeira vez em 1839, por Edmund Becquerel, numa solução de selênio. O mesmo notou um aparecimento de uma tensão entre eletrodos de solução condutora, quando esta era iluminada pela luz solar. Conforme Morgado (2008) a era moderna da energia solar teve início em 1954 quando Calvin Fuller desenvolveu o processo de dopagem do silício e assim produziu as primeiras células fotovoltaicas. Os iniciais problemas técnicos foram superados quando Fuller dopou silício com arsênio e depois com boro obtendo células que exibiam eficiências recorde na época de cerca de 6%.

A primeira célula solar foi formalmente apresentada na reunião anual da *National Academy of Sciences*, em Washington, em 1954. Com o passar dos anos e o gigante crescimento populacional, fez-se necessário uma reflexão frente aos meios de produção e consumo da população mundial, pois estão intrinsecamente ligados aos recursos naturais e também a sobrevivência humana e do planeta.

A energia fotovoltaica tem um fator relevante para a sociedade, pois se trata da utilização de um recurso natural abundante que é radiação solar, transformando-a em energia elétrica e utilizada nos meios de produção de alimentos, vivência, estadia e lazer. Podendo ser colhida pelas usinas coletoras ou pelos painéis solares.

O edifício deve ser visto como um organismo vivo, com seus complexos sistemas e interconexões, dos quais depende o seu funcionamento e deve ser analisado como um todo, um conjunto de materiais utilizados para uma única finalidade – a do habitat (VIANNA, 2012). Dentro do conceito, cabe aos profissionais da área da arquitetura e da engenharia um criticismo frente aos materiais que estão empregando, pois estão intrinsecamente ligados ao desempenho dessas edificações. Keller e Burkek (2010) salientam que a prática de projetar de maneira sustentável é um projeto integrado da edificação.

Já existem países que incentivam esse tipo de geração de energia em sistemas fotovoltaicos, pois geram benefícios para a sociedade como um todo. Segundo o MME/EPE (2014), dados da EPIA, a capacidade mundial já atingiu a instalação marca de 139 GWp em 2013, e assim o resultado de uma CAGR de 43% entre 2000 e 2013 (EPIA,2014).

Os valores no investimento caíram significativamente conforme a capacidade instalada aumentava como reflexo da curva de aprendizagem e dos ganhos de escala (MME/EPE, 2014). Segundo Geller, (2003 apud Viana, 2010), o Japão e a Alemanha são líderes mundiais em residências com energia elétrica providas da energia solar fotovoltaica, que por sua vez, reduziu consideravelmente o custo para a instalação do sistema. Isso se deve ao investimento em programas do governo federal, que oferece subsídios de capital considerável para sistemas fotovoltaicos.

3.2 Utilizações dos painéis fotovoltaicos no Brasil e discussões do tema

No Brasil a discussão da inserção dessas fontes ainda é carente e necessita de uma abordagem mais aprofundada (OLIVEIRA, 2002). Esse impasse tem cunho político, uma vez que as políticas públicas não possuem grande desenvolvimento no que tange a energia solar fotovoltaica e incentivos fiscais para maior incentivo de implantação. MME/EPE (2014) relata que o Brasil possui enorme potencial, por ser um país tropical apresentando altos níveis de incidência solar e por suas tarifas de energia elétrica estarem em patamares semelhantes aos países líderes em capacidade instalada de geração distribuída fotovoltaica urbana. Porém, a capacidade instalada ainda é pequena, por isso busca-se superar algumas barreiras para a inserção da fonte na matriz brasileira.

Vianna (2010) destaca que de maneira geral, o custo dos sistemas fotovoltaicos ainda é alto a nível mundial. O custo dos equipamentos para captação de energia solar e o próprio painel fotovoltaico possuem elevado valor monetário, uma vez que não há produção de suas matérias primas no Brasil. A inserção do sistema fotovoltaico no Brasil teve algumas etapas iniciais na regulamentação da legislação e segue em fase de adequação. O ponto inicial dessa inserção foi em 1994, através do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), que conforme informações do material da ABINEE (2012) promoveu a aquisição de sistemas fotovoltaicos por meio de licitações internacionais. Foi instalado o equivalente a 5MWp em aproximadamente 7.000 comunidades em todo Brasil.

Algumas medidas de incentivo são importantes: incidência, por prazo determinado, de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) somente no consumo líquido de energia elétrica da microgeração e

minigeração distribuídas; inclusão da fonte solar como um dos critérios de repartição dos recursos do Fundo de Participação dos Estados (FPE) e do Fundo de Participação dos Municípios (FPM); flexibilização da obrigação de as distribuidoras de energia elétrica aplicarem 60% dos recursos destinados à eficiência energética para beneficiários da Tarifa Social de Energia Elétrica; destinação de verbas para pesquisa e desenvolvimento no âmbito do Orçamento Geral da União; e autorização para o uso do FGTS na aquisição de equipamentos de geração fotovoltaica para microgeração e minigeração distribuídas. (SILVA, R. M. 2015)

Em três semanas, a energia solar incidente sobre a terra equivale também a todas as reservas conhecidas de combustíveis fósseis como óleo, gás natural e carvão (RÜTHER, 2000). O que torna relevante o tema frente a matriz energética e seus benefícios em relação a tecnologia, sustentabilidade e eficiência energética.

3.3 Setor Hoteleiro

Segundo Ferreira (2009), o surgimento da Indústria Hoteleira no mundo tem algumas teorias diferenciadas, o marco inicial da hospedagem, coincide com os Jogos Olímpicos, que teria sido de imprescindível importância ao desenvolvimento do Turismo Mundial. No início do século XVIII, começaram a surgir na cidade do Rio de Janeiro as primeiras estalagens, ou casas de pasto, que ofereciam alojamento aos interessados. Na década de 90, com a implantação do Plano Real, a indústria hoteleira cresceu consideravelmente.

A década de 90 reflete um dos períodos de maior expansão da oferta da Indústria Hoteleira, além das fontes de capital internas, a indústria hoteleira brasileira atraiu a atenção do capital estrangeiro, que começou a investir em hotéis no Brasil. Com o passar dos anos, a globalização e a concorrência, o setor hoteleiro passou a receber pessoas de todos os tipos de pensamento e cultura, assim tendo que se adaptar a novas tecnologias e criar conceitos sustentáveis, diferenciais para atrair clientes aliando com a economia nos consumos de energia.

3.4 A utilização de sistemas fotovoltaicos em hotéis

Devido à racionalização da arquitetura e da engenharia, o ambiente construído deve proporcionar além de abrigo, conforto térmico, acústico, lumínico, a fim de gerar qualidade para seus usuários. Os estabelecimentos comerciais também

estão integrados nessa lógica, o fator preponderante da relação custo benefício evidencia que a energia fotovoltaica está intrínseca na compensação de custo em energia elétrica mensal do estabelecimento.

A centralização da geração de energia convencional é demasiadamente distante dos consumidores, gerando perdas de distribuição naturais para o sistema, o que acarreta em elevações no custo da energia e também danos ambientais e às concessionárias. No entanto, a geração distribuída oferece inúmeras vantagens ao setor elétrico, uma vez que a disposição da unidade de geração é próxima da carga, além disso, permite uma maior diversificação das tecnologias empregadas para a produção de energia (RODRIGUES, 2002).

O mercado da tecnologia eletrônica e desenvolvimento de projetos para elaboração de sistemas menores, com finalidades domésticas ou comerciais, hoje correspondem a mais de 50% do mercado fotovoltaico no mundo. (ATHANASIA, A. L.; 2000). Em termos de aplicações destacam-se os tipos de células solares de silício cristalino (c-Si), o silício amorfo hidrogenado (a-Si:H ou a-Si), o telureto de cádmio (CdTe) e outros compostos relacionados ao dissulfeto de cobre e índio. Neste último grupo, segundo Ruther (2000), aparecem elementos altamente tóxicos e raros. Este fator fez com que surja um obstáculo considerável na utilização mais acentuada destas tecnologias em alguns países. Sendo assim, as opções de energia gerada em sistemas com finalidades menores são pertinentes para esses casos devido a grande demanda de energia em edificações hoteleiras.

3.5 Relação de Contratação de demanda

No Brasil, as unidades consumidoras atendidas em média e alta tensão são obrigadas a contratar a demanda de potência e de consumo energético. O fornecimento de eletricidade possui um comportamento de consumo energético característico ao longo do dia, influenciado pelos hábitos das várias classes de consumo que compõe os empreendimentos. Segundo Resolução Normativa Nº 482 da ANEEL, os horários compreendidos entre 19 às 22 h (horário de verão) e 18 à 21 h nos demais meses, excluindo finais de semana e feriados nacionais, possuem maior carregamento e esse intervalo é denominado horário de Ponta, podendo variar entre as concessionárias. Assim, o intervalo restante sendo denominado horário Fora de Ponta.

A potência disponibilizada pela concessionária para uso da unidade consumidora é denominada demanda contratada, medida em kW, que é independente do consumo, medido em kWh. Caso haja algum registro de utilização de demanda superior a 10% do valor contratado, o consumidor deverá pagar o excesso calculado pela tarifa de ultrapassagem, que é três vezes o valor da tarifa de demanda. Em relação ao custo da energia elétrica, no cálculo do custo com energia, as tarifas publicadas pela concessionária são acrescidas dos impostos conforme especificado pela ANEEL.

O consumo na Ponta pode então ser calculado pela soma das demandas na parcela de dias úteis para os horários correspondentes, já o consumo Fora da Ponta é obtido pela soma das demandas da parcela dos finais de semana com a soma das demandas restantes da parcela de dias de semana, dividindo-se o resultado por quatro, para compor o consumo na unidade kWh. Com isso, é aplicada a tarifa correspondente e obtém-se o custo final com consumo da edificação (ZOMER, 2010, p.25).

Para o cálculo do custo com demanda, a máxima demanda registrada é comparada com a demanda contratada no período analisado. Se a demanda registrada for inferior à demanda contratada, o custo com demanda é calculado multiplicando o valor da tarifa de demanda pelo valor da demanda contratada. Caso contrário, a verificação da ocorrência de demanda de ultrapassagem deve ser feita, onde a demanda de ultrapassagem é o valor da demanda registrada superior a 10% da demanda contratada. Segundo Zomer (2010) ocorrendo ultrapassagem, o custo com demanda é obtido pela soma dos valores da multiplicação da demanda contratada pela tarifa correspondente mais a multiplicação do valor ultrapassado de demanda pela tarifa de ultrapassagem. Assim, concluímos que o custo energético da edificação é a soma das parcelas de custo com energia e custo com demanda.

Conforme o Manual de Tarifação de Energia Elétrica, elaborado pelo PROCEL, o cálculo para simulação de demanda é feito através do *software* Excel, com as fórmulas descritas no seu próprio material, explicadas através de um exemplo prático.

Primeiramente, deve ser registrada a demanda medida nos últimos 12 meses. Na coluna seguinte um teste lógico, se a demanda verificada for menor que a contratada, o teste resulta em '0'; se a demanda for maior que a contratada, porém menor, que a margem de ultrapassagem (10%), resulta em '1' e se a demanda verificada for maior que o limite de tolerância de ultrapassagem, o teste resulta em '2'. Para esse teste, deve ser usada a declaração do EXCEL: =SE(D7>\$D\$3;(SE(D7>1,1*\$D\$3;2;1));0). Use a última coluna para somar os valores das colunas denominadas 'Demanda' e 'Ultrapass'. (PROCEL, 2011, p.33)

4. METODOLOGIA

A pesquisa está distribuída em quatro etapas, a primeira teve seu início através de levantamento bibliográfico sobre os assuntos relacionados a sistemas fotovoltaicos, contratação de demanda e eficiência energética. Além de encontrar material físico em bibliotecas também foi utilizado material digital, entre eles teses, dissertações e artigos publicados em revistas acadêmicas. A segunda etapa foi à definição da edificação hoteleira devido suas características específicas e facilidade no acesso a informações dos seus valores energéticos.

A terceira etapa foi o dimensionamento do sistema de mini geração de energia, assim como os potenciais de geração de energia existente, seu consumo e identificação das áreas disponíveis para integração do sistema fotovoltaico. A quarta e última etapa é relacionado aos estudos de contratação de demanda onde são encontrados os resultados e as discussões sobre contribuição da geração fotovoltaica na redução do consumo energético e nas possibilidades de alteração nas contratações de demanda.

4.1 Levantamento bibliográfico

A partir do levantamento de bibliografia específica foi elaborado um estudo aprofundado nas áreas de eficiência energética, sistemas fotovoltaicos e contratação de demanda. Analisando e entendendo o funcionamento das mesmas, assim como suas aplicações internacionais e suas adaptações no âmbito nacional.

4.2 Definição da Edificação Hoteleira

Quanto ao levantamento da edificação hoteleira, foi escolhido o Itaimbé Palace Hotel, pelo seu perfil arquitetônico estar incluso na maior tipologia de hotéis no Brasil, segundo o IBGE, e por ter seu uso na grande maioria corporativo, assim contribuindo para as pesquisas futuras.

O Hotel Itaimbé possui um contrato de fornecimento de energia junto à concessionária local que estabelece a contratação de demanda de potência fornecida. Nela, o valor de potência contratada independe do horário de Ponta e Fora de Ponta, cabendo ao consumidor o dever de pagar o valor total contratado

independente do uso total ou não da demanda disponibilizada, além do valor mínimo já contratado.

O Itaimbé Palace Hotel (Figura 1) está localizado na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul e está implantado no maior parque da cidade, o parque Itaimbé. Quanto à análise arquitetônica trata-se de um prédio em fita com habitações pequenas, sequenciais, espelhadas e que atualmente é repetida em diversos locais do Brasil de forma semelhante.

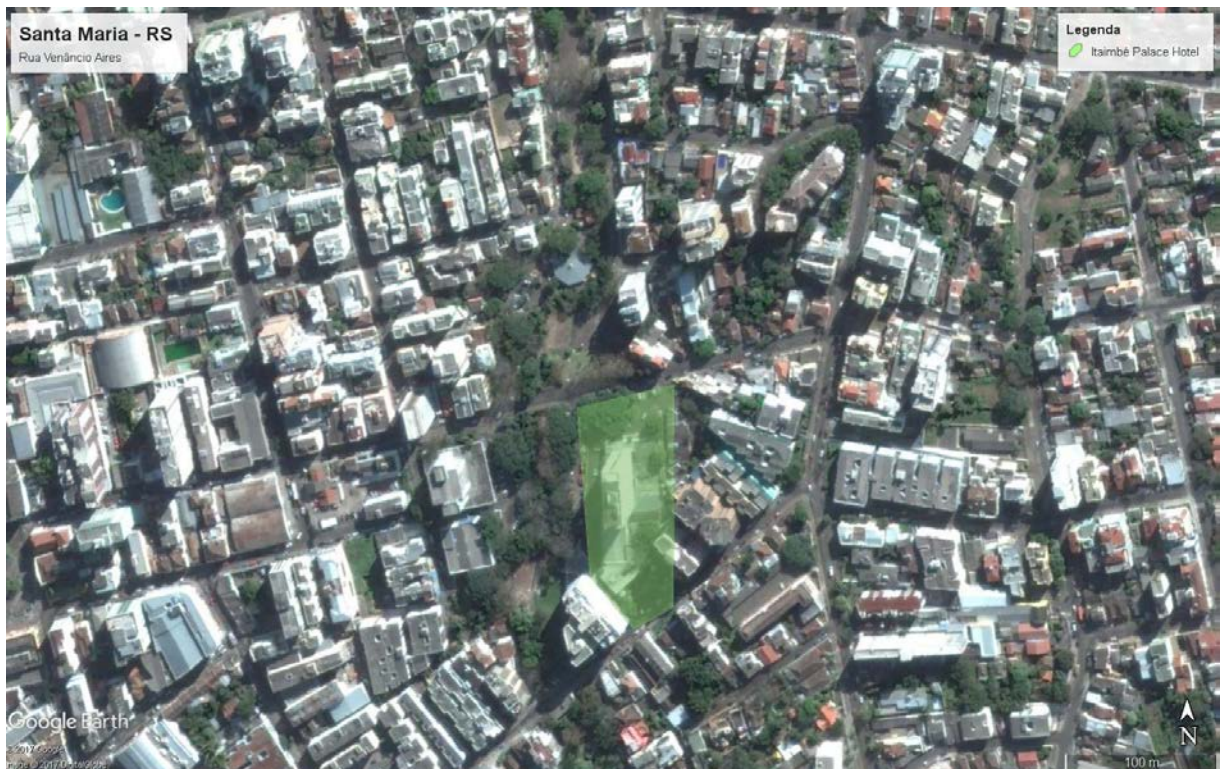
Figura 1: Hotel Itaimbé



Fonte: Imagem divulgada pelo hotel em seu site (<http://www.hoteisobino.com.br/>, acessado em 25/11/2016).

Outro determinante importante para a escolha foi à localização no centro da cidade, não possuir edificações que interferissem no seu sombreamento e por ter um uso corporativo (figura 2).

Figura 2: Imagem aérea do Complexo do Hotel Itaimbé



Fonte: Imagem retirada do Google Earth alterada pela autora.

A edificação sofreu algumas modificações ao longo dos anos, como reformas com e sem acréscimo de área. Atualmente o hotel conta com além das habitações, restaurante, área própria para eventos, salas de reuniões, lavanderia, recepção e áreas técnicas de manutenção.

4.3 Dimensionamento do sistema de geração de energia

O cálculo para dimensionamento do sistema de painéis fotovoltaicos foi realizado no Software Excel utilizando as equações 1 e 2. Na Equação 1, a partir de um determinado sistema instalado, tem-se uma estimativa da geração disponível de acordo com a radiação local.

$$Pot = E / (GpoaxR) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Pot = Potência instalada dos módulos fotovoltaicos ou potência atingida a partir da radiação incidente no módulo (kWp/kWp);

E = Energia gerada pelo sistema (kWh/dia);

G_{poa} = Média mensal do total diário da irradiação solar incidente no plano do arranjo fotovoltaico (kWh/m²/dia);

R = Rendimento do sistema, inversor e conexões (utilizado o valor de 80%).

No entanto existe a equação 2, que faz a estimativa levando em consideração que a posição dos painéis não está em posicionamento ideal, ou seja, recebendo a incidência de irradiação total.

$$Pot = E / (G_{poa} \times R \times (1 - IrrS) \times lrrp) \quad \text{Equação 2}$$

Onde, além das outras variáveis da Equação 1, tem-se:

IrrP = Irradiação ponderada pela posição (sendo a posição ideal=100%, e outras posições o valor indicado pelo ábaco no da Figura 3), indicado em %;

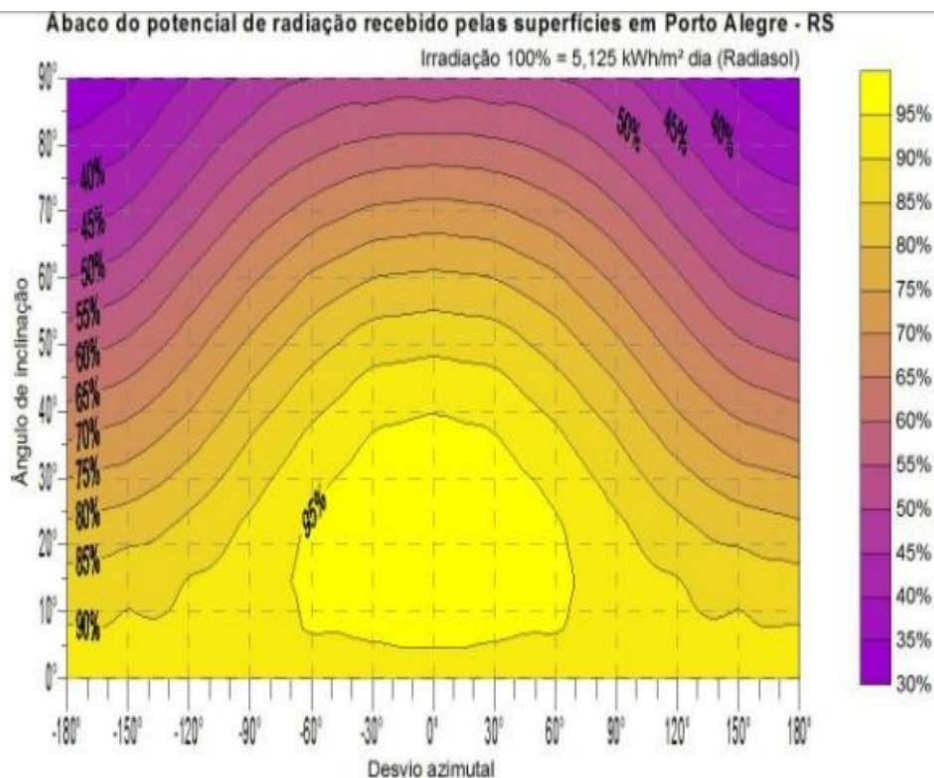
IrrS = Não recebimento da irradiação ocasionado pelo sombreamento (estimado a partir de modelos de previsão do movimento solar como o SKETCHUP, ou softwares específicos como o PVSYST), indicado em %.

No caso deste trabalho a potência foi estimada considerando que a cobertura do prédio não tem sombreamento e foi utilizada a equação 2.

Foi considerado que a disponibilidade de radiação solar em média diária é de G_{poa} = 5,1 kWh/m² dia, conforme dados do ábaco da Figura 3, e onde necessária a orientação entre +60° e -60° de azimute e uma inclinação entre 10 e 30° para obtenção dos maiores níveis de irradiação. Para utilizar o ábaco foi necessário definir o local de instalação dos painéis e conhecer a inclinação da estrutura. Foi utilizado o ábaco de Porto Alegre em virtude de não existir um específico de Santa Maria e seu desvio azimutal ser semelhante ao do objeto de estudo.

A edificação possui um desvio azimutal de 0° com relação ao norte e o ângulo de inclinação dos painéis é de 30°. Logo, o valor encontrado no ábaco para o potencial de radiação é de 95%.

Figura 3 - Ábaco de Porto Alegre/RS.



Fonte: Santos, 2013.

Para estimar o número de módulos foi escolhido o módulo a partir da tabela do INMETRO e depois de aplicada a Equação 3 para definir o número de módulos a serem instalados para atender à demanda.

$$nMód = PotTotal / Pot. Mód \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

$nMód$ = número de módulos a ser utilizado;

$PotTotal$ = valor identificado na Equação 1 (kWp);

$Pot.Mód$ = valor indicado pelo fabricante do módulo (kWp em STC).

Assim, a área total necessária para a aplicação sendo definida pela multiplicação da área do módulo individual pela sua quantidade de módulos encontrada na fórmula anterior.

4.4 Definição do tipo de painel fotovoltaico

Por meio da tabela do INMETRO é possível verificar todos os produtos disponíveis no mercado, com suas certificações. Foi escolhido o painel de silício policristalino da empresa WE BRAZIL ENERGY COMERCIO DE GERADORES SOLARES LTDA, marca SCHUTTEN, modelo STP6-310/72. Está representado na Figura 4. Possui 1,94 m² com dimensões de 1.956 x 992 mm. Este painel conta com uma eficiência energética de 16 %, sua produção média de energia é de 38,80 kWh/mês, a temperatura máxima para funcionar em condições ideais é 45°C, sua potência é de 310 W. A tensão e a corrente são respectivamente: 46,32 V e 8,81 A. Cada painel pesa 17,6 kg. A escolha se deu pelo seu nível de eficiência e pelo tamanho, que paginado a cobertura possibilitou um melhor aproveitamento.

Figura 4 - Painel de silício policristalino



Fonte: <http://brazilwe.com.br/nossos-produtos/>. Acessado em 11/04/2017.

4.5 Relações de Demanda de Potência e Consumo

A contratação de demanda de consumo está relacionada diretamente com a redução do custo final energético da edificação, porém, ao realizarmos a contratação, poderá ocorrer o evento de demanda de ultrapassagem, pois a utilização de energia por parte da edificação e a geração solar são fatores incertos.

Tentando buscar confiabilidade na determinação do valor da demanda recontratada, o valor mínimo para o qual a redução do custo final energético seja mantida foi determinado utilizando o princípio de que a tarifa de ultrapassagem só é aplicada quando valores de demanda máxima registrada são superiores a 10% do valor de demanda contratada. Quanto ao contrato atual de demanda de potência, temos o valor de 170 kW.

A análise financeira para redução foi baseada na comparação financeira de cada mês no período de um ano e através do método de equação no *software* Excel por definição do Manual de tarifação de energia elétrica. Este método ensina através de exemplos prático como elaborar a simulação financeira conforme a figura 5 que representa a página 33 do próprio Manual.

Figura 5 – Página 33 do Manual de tarifação do PROCEL

É possível que a demanda contratada mais adequada seja inferior a 243,3 kW. Para analisar essa possibilidade, prepare nova tabela, como mostrado abaixo, na qual usamos as tarifas da CEMIG reproduzidas do Anexo I.

Numa coluna, registre a demanda medida nos últimos 12 meses. Na coluna seguinte faça um teste lógico para facilitar o uso das fórmulas apresentadas no item 4.1: se a demanda verificada for menor que a contratada, o teste resulta em '0'; se a demanda for maior que a contratada, porém menor, que a margem de ultrapassagem (10%), resulta em '1' e se a demanda verificada for maior que o limite de tolerância de ultrapassagem, o teste resulta em '2'. Para esse teste, usamos a declaração do EXCEL: =SE(D7>\$D\$3;(SE(D7>1,1*\$D\$3;2;1));0).

Usando as duas colunas seguintes para calcular seus pagamentos, conforme as fórmulas apresentadas no item 4.1 (P_{DEMANDA} e $P_{\text{ULTRAPASSAGEM}}$). Use a última coluna para somar os valores das colunas denominadas 'Demanda' e 'Ultrapassagem'.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1						Tarifa Convencional		
2				Contrato Atual		Demanda	Ultrapass	
3				243,3		R\$ 37,65	R\$ 112,95	
4								
5						Pagamento (R\$)		
6		Ano	Mês	Demanda (kW)	Teste Lógico	Demanda	Ultrapass	Total
7	2006	Jan		204,7	0	9.160,25	0,00	9.160,25
8		Fev		232,9	0	9.160,25	0,00	9.160,25
9		Mar		261,6	1	9.849,24	0,00	9.849,24
10		Abr		267,6	1	10.075,14	0,00	10.075,14
11		Mai		239,4	0	9.160,25	0,00	9.160,25
12		Jun		200,3	0	9.160,25	0,00	9.160,25
13		Jul		184,8	0	9.160,25	0,00	9.160,25
14		Ago		209,0	0	9.160,25	0,00	9.160,25
15		Set		239,2	0	9.160,25	0,00	9.160,25
16		Out		211,8	0	9.160,25	0,00	9.160,25
17		Nov		255,8	1	9.630,87	0,00	9.630,87
18		Dez		262,7	1	9.890,66	0,00	9.890,66
19						Total ano 2006 =		R\$ 112.727,87

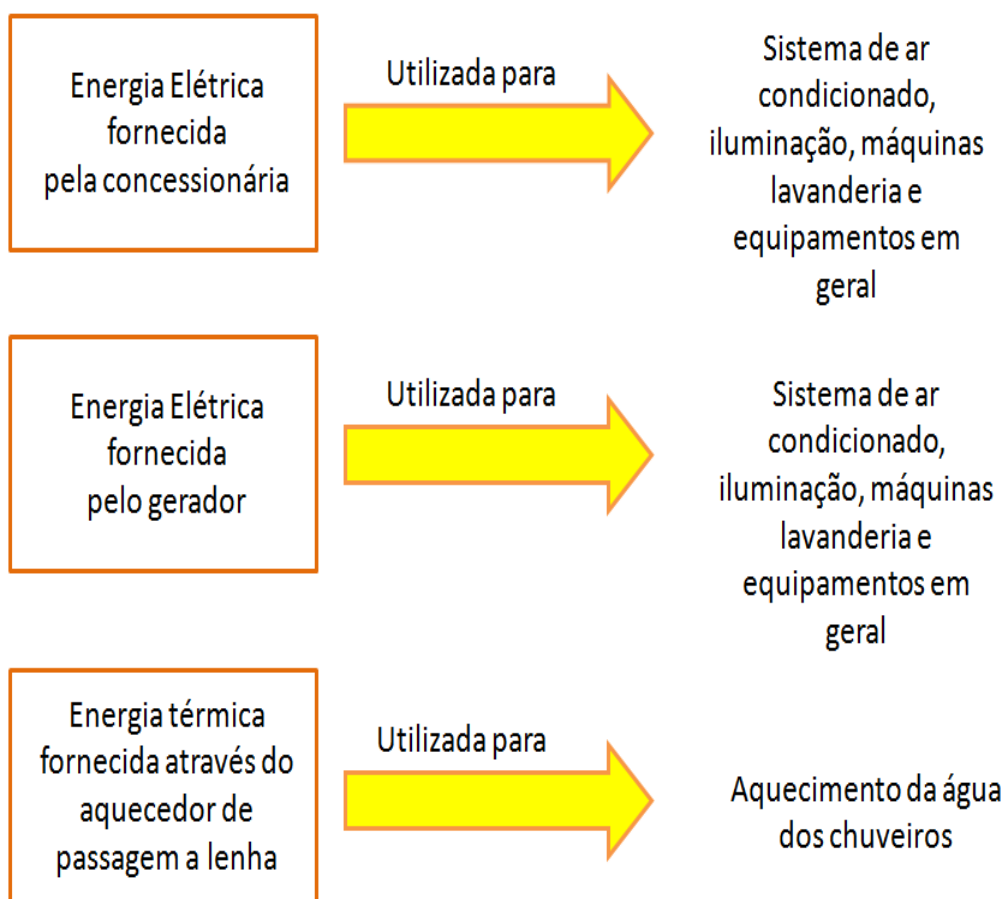
Observe que em 12 meses o valor total a pagar será R\$ 112.727,87.

Reduzindo um pouco a demanda contratada, digamos para 240 kW e refazendo as contas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo do levantamento arquitetônico do Itaimbé Palace Hotel e pesquisas *in loco* de informações das utilizações de energia elétrica, foi aplicado um sistema fotovoltaico e relações de análise de contratação de demanda, encontrando assim, soluções de eficiência energética para redução de custo de energia. Partindo de dados obtidos *in loco*, podemos entender a forma de distribuição das energias e suas utilizações (figura 5).

Figura 6: Fluxograma dos usos das energias do Hotel Itaimbé.



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dos dados fornecidos através da fatura de energia elétrica referente ao mês de março, pode ser identificado que sua modalidade tarifária tratou-se da bandeira verde. Assim, foi elaborada uma tabela com os somatórios do consumo

nos últimos doze meses.

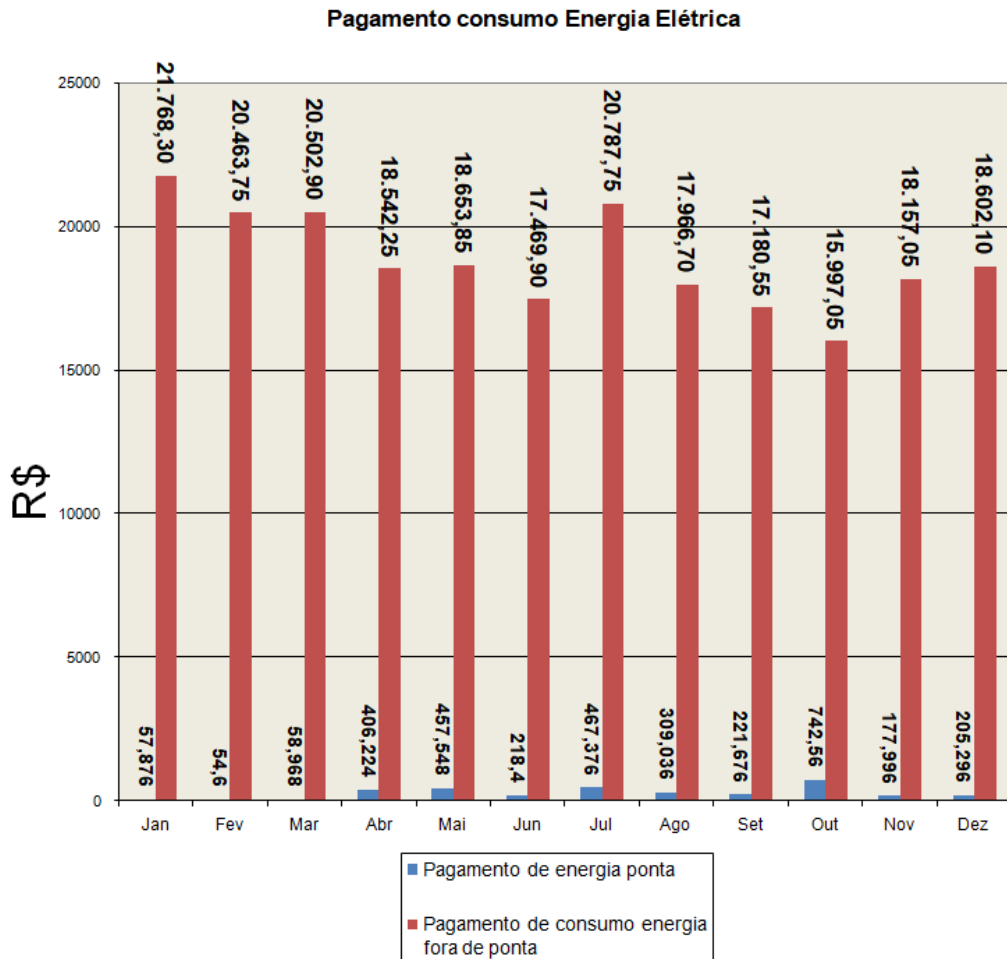
Tabela 1 - *Demanda energética de consumo total mensal e anual do Hotel*

Demanda energética mensal (kWh)	
Mês	Hotel Itaimbé
Janeiro/2017	48.372
Fevereiro/2017	46.711
Março/2017	51.943
Abril/2016	40.577
Maio/2016	41.872
Junho/2016	39.022
Julho/2016	46.623
Agosto/2016	40.209
Setembro/2016	38.382
Outubro/2016	36.154
Novembro/2016	35.843
Dezembro/2016	42.734
Média da demanda energética anual (kWh)	42.370,16

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da tabela 1, foi possível elaborar o gráfico 1, onde é possível ver o valor pago de demanda de consumo pelo uso edificação, resultando em R\$ 272.229,72 ao ano.

Gráfico 1- Custo financeiro pago em um ano com energia elétrica



Fonte: Elaborado pela autora

Aplicando as equações 1, 2 e 3 descritas na metodologia para os dados de consumo da Tabela 1 tem-se os resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados do dimensionamento do sistema fotovoltaico

Hotel Itaimbé	
Demanda energética média mensal anual (kWh)	42.370,16
Disponibilidade de radiação solar em média diária	5,1

(kWh/m² dia)	
Posição de instalação	Azimute 0° (voltado para o norte) e inclinação de 30°
Percentual de radiação recebida	100%
Potência instalada necessária (kWp)	364,38
Tipo de módulo a ser utilização	Silício Poli Cristalino, WE BRAZIL ENERGY COMERCIO DE GERADORES SOLARES LTDA, marca SCHUTTEN.
Potência do módulo (kWp)	0,31
Quantidade de módulos	1.176
Potencia final	364,56 kWp

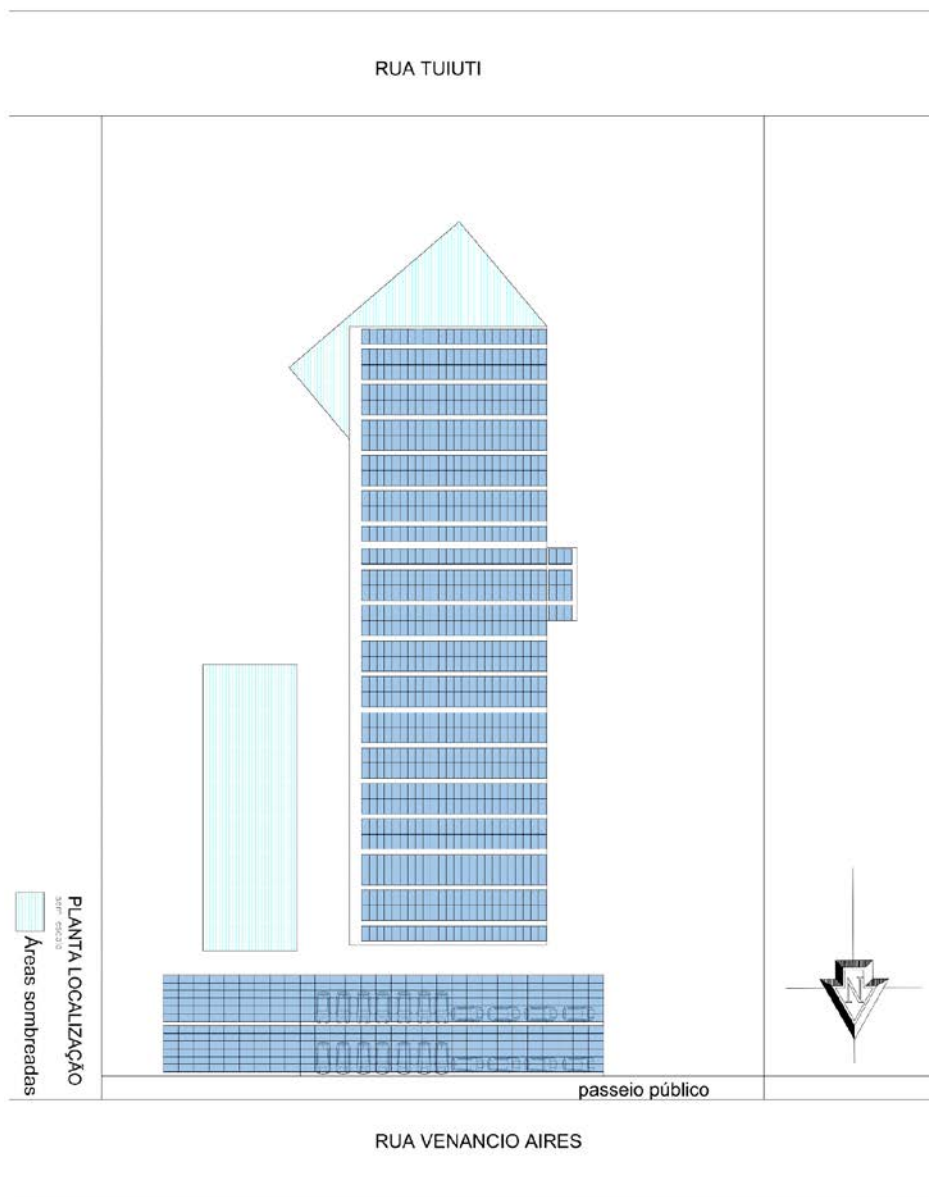
Fonte: Elaborado pela autora.

Por o hotel ser um edifício ordenador da cidade, característico e com elementos visuais de grande reconhecimento dos cidadãos da cidade de Santa Maria, foi proposto dispor dos módulos nas coberturas da edificação principal e criar uma cobertura de estacionamentos na parte frontal do hotel.

Como algumas áreas de coberturas nos anexos do hotel são sombreadas, as mesmas não foram possíveis de serem utilizadas na proposição dos painéis, justificando o projeto de cobertura dos estacionamentos. Os módulos foram projetados (figura 6) nas coberturas da edificação principal, estacionamentos e desconsiderando seus anexos.

O Complexo do Hotel atualmente dispõe de 2.413,13m² de área de cobertura, o projeto acrescentaria 480 m² nos estacionamentos, totalizando assim 2.893,13 m². Para implantação do sistema seria necessário 2.340,20 m² para os módulos fotovoltaicos, assim correspondendo a 80% das suas áreas de coberturas.

Figura 7 - Planta de locação dos painéis fotovoltaicos



Fonte: Elaborado pela autora.

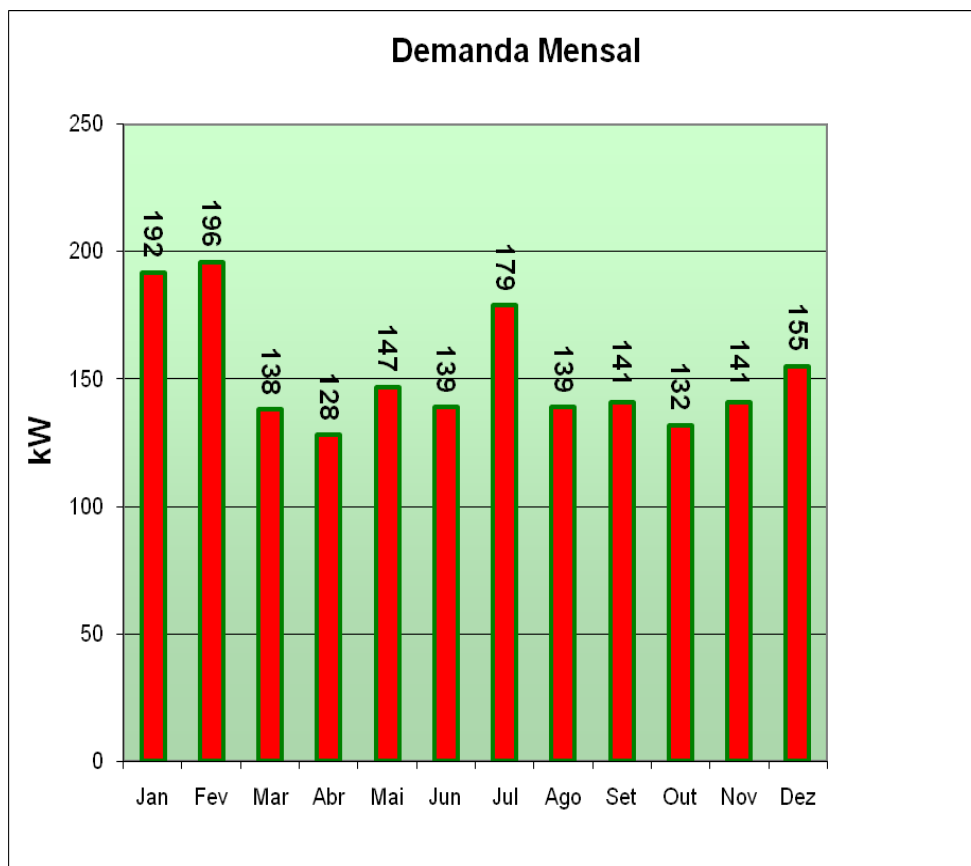
Foi definido que os módulos estariam dispostos paralelamente aos eixos das coberturas, lado a lado. Os 2.340,20 m² de módulos dispostos nas coberturas ficariam com a inclinação de 30° e afastados o suficiente para circulação de ar abaixo dos módulos. A relação de integração com o projeto arquitetônico dá-se de forma funcional, além de estar adequado com a geração de energia, e contribuindo para o entorno de forma não poluente.

Em relação às demandas de consumo, o menor consumo encontrado no mês de Novembro, descontado dos 10% que não são cobradas as ultrapassagens resultaria uma possibilidade de contratação anual de 32.258,70 kWh. O que ultrapassar do uso seria necessário utilizar energia proveniente da concessionária, porém no momento em que a geração ultrapassar o consumo a sua diferença seria vendida a concessionária.

Quanto à implantação do sistema, foi simulado através do site Minha Energia Solar, criado pela empresa ENGIE, onde foram incluídos os valores de demanda de consumo e local de implantação. O valor orçado é entorno de R\$ 1.253.331,12 de investimento inicial. Depois de encontrado este valor, foram realizados cálculos, para encontrar o tempo de retorno do investimento. O retorno para a edificação foi de 5 anos e 4 meses, e seu TIR e VPL deram positivos.

Com relação às demandas de potência, atualmente a empresa possui um contrato com a concessionária de 170 kW, porém conforme o gráfico 2 é possível ver que a ultrapassagem acontece apenas em apenas três meses no último ano, assim correspondendo a nove meses onde foi pago o valor contratado, porém com utilização inferior. O pagamento atual a concessionária está representado através da tabela 3, onde o total anual pago de demanda de potência é de R\$ 41.915,63.

Gráfico 2 - Demanda mensal de potência



Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 3 – Contrato Atual de Demanda de potência

Mês	Demanda	Teste		Pagamento (R\$)		Total (R\$)
		Lógico	Demanda	Ultrapass		
Jan	192,0	2	3.336,25	781,00		
Fev	196,0	2	3.336,25	923,00		
Mar	138,0	0	3.336,25	0,00		
Abr	128,0	0	3.336,25	0,00		
Mai	147,0	0	3.336,25	0,00		
Jun	139,0	0	3.336,25	0,00		
Jul	179,0	1	3.512,88	0,00		
Ago	139,0	0	3.336,25	0,00		
Set	141,0	0	3.336,25	0,00		
Out	132,0	0	3.336,25	0,00		
Nov	141,0	0	3.336,25	0,00	23.530,38	
Dez	155,0	0	3.336,25	0,00	18.385,25	
						R\$ 41.915,63

Fonte: Elaborado pela autora

Tendo o valor contratado e utilizado de demanda de potência, foi aplicado o método de simulação exposto pelo Manual de Tarifação da Energia Elétrica do PROCEL, segundo descrito na metodologia. Assim, foram criados cenários com contratação de 180 kW, 160 kW, 150 kW, 140 kW, 130 kW e 120 kW, conforme tabelas abaixo.

No cenário 1 (tabela 4) foi proposto uma contratação de demanda de 180 kW, onde foi visto que o valor final anual a ser pago seria de R\$ 42.939,50, sendo R\$ 1.023,87 a mais do pago atualmente pela empresa.

Tabela 4 – Cenário 1 – Demanda de Potência 180 kW

Mês	Demanda	Teste	Pagamento (R\$)		Total
		Lógico	Demanda	Ultrapass	
Jan	192,0	1	3.768,00	0,00	
Fev	196,0	1	3.846,50	0,00	
Mar	138,0	0	3.532,50	0,00	
Abr	128,0	0	3.532,50	0,00	
Mai	147,0	0	3.532,50	0,00	
Jun	139,0	0	3.532,50	0,00	
Jul	179,0	0	3.532,50	0,00	
Ago	139,0	0	3.532,50	0,00	
Set	141,0	0	3.532,50	0,00	
Out	132,0	0	3.532,50	0,00	
Nov	141,0	0	3.532,50	0,00	24.727,50
Dez	155,0	0	3.532,50	0,00	18.212,00
					R\$ 42.939,50

Fonte: Elaborado pela autora

No cenário 2 (tabela 5) foi proposto uma contratação de demanda de 160 kW, onde foi visto que o valor final anual a ser pago seria de R\$ 40.768,50, sendo R\$ 1.147,13 inferiores ao pago atualmente pela empresa, já possuindo uma economia entorno de 3%.

Tabela 5 – Cenário 2 – Demanda de Potência 160 kW

Mês	Demanda	Teste		Pagamento (R\$)		Total (R\$)
		Lógico	Demanda	Ultrapass		
Jan	192,0	2	3140,00	1136,00		
Fev	196,0	2	3140,00	1278,00		
Mar	138,0	0	3140,00	0,00		
Abr	128,0	0	3140,00	0,00		
Mai	147,0	0	3140,00	0,00		
Jun	139,0	0	3140,00	0,00		
Jul	179,0	2	3140,00	674,50		
Ago	139,0	0	3140,00	0,00		
Set	141,0	0	3140,00	0,00		
Out	132,0	0	3140,00	0,00		
Nov	141,0	0	3140,00	0,00		22.654,50
Dez	155,0	0	3140,00	0,00		18.114,00
						R\$ 40.768,50

Fonte: Elaborado pela autora

No cenário 3 (tabela 6) foi proposto uma contratação de demanda de 150 kW, onde foi visto que o valor final anual a ser pago seria de R\$ 39.576,63 sendo R\$ 2.339,00 inferiores ao pago atualmente pela empresa, assim aumentando sua economia para 5,58%.

Tabela 6 – Cenário 3 – Considerando Demanda de Potência de 150 kW

Mês	Demanda	Teste		Pagamento (R\$)		Total
		Lógico	Demanda	Ultrapass		
Jan	192,0	2	2.943,75	1.491,00		
Fev	196,0	2	2.943,75	1.633,00		
Mar	138,0	0	2.943,75	0,00		
Abr	128,0	0	2.943,75	0,00		
Mai	147,0	0	2.943,75	0,00		
Jun	139,0	0	2.943,75	0,00		
Jul	179,0	2	2.943,75	1.029,50		
Ago	139,0	0	2.943,75	0,00		
Set	141,0	0	2.943,75	0,00		
Out	132,0	0	2.943,75	0,00		
Nov	141,0	0	2.943,75	0,00		21.635,75
Dez	155,0	1	3.041,88	0,00		17.940,88
						R\$ 39.576,63

Fonte: Elaborado pela autora

No cenário 4 (tabela 7) foi proposto uma contratação de demanda de 140 kW, onde foi encontrado o menor valor final anual a ser pago, que seria de R\$ 38.897,63 sendo R\$ 3.018,00 ao ano inferiores ao pago atualmente pela empresa, assim aumentando sua economia para 7,20%.

Tabela 7- Cenário 4 – Considerando Demanda de Potência de 140 kW

Mês	Demanda	Teste		Pagamento (R\$)		Total
		Lógico	Demanda	Ultrapass		
Jan	192,0	2	2747,50	1846,00		
Fev	196,0	2	2747,50	1988,00		
Mar	138,0	0	2747,50	0,00		
Abr	128,0	0	2747,50	0,00		
Mai	147,0	1	2884,88	0,00		
Jun	139,0	0	2747,50	0,00		
Jul	179,0	2	2747,50	1384,50		
Ago	139,0	0	2747,50	0,00		
Set	141,0	1	2767,13	0,00		
Out	132,0	0	2747,50	0,00		
Nov	141,0	1	2767,13	0,00		20.793,63
Dez	155,0	2	2747,50	532,50		18.104,00
						R\$ 38.897,63

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 8- Cenário 5 – Considerando Demanda de Potência de 130 kW

Mês	Demanda	Teste		Pagamento (R\$)		Total
		Lógico	Demanda	Ultrapass		
Jan	192,0	2	2551,25	2201,00		
Fev	196,0	2	2551,25	2343,00		
Mar	138,0	1	2708,25	0,00		
Abr	128,0	0	2551,25	0,00		
Mai	147,0	2	2551,25	603,50		
Jun	139,0	1	2727,88	0,00		
Jul	179,0	2	2551,25	1739,50		
Ago	139,0	1	2727,88	0,00		
Set	141,0	1	2767,13	0,00		
Out	132,0	1	2590,50	0,00		
Nov	141,0	1	2767,13	0,00		21.026,00
Dez	155,0	2	2551,25	887,50		18.344,75
						R\$ 39.370,75

Fonte: Elaborado pela autora

Nos cenários 5 e 6 (tabela 8 e 9) estão as proposições uma contratação de demanda de 130 kW e 120 kW. Nestes foram encontrados valores que não se tornam viáveis em relação ao cenário 4, porém ainda melhor que o cenário atual. No cenário 5 uma economia de 6,07% e o cenário 6 com economia de 0,55%.

Tabela 9 – Cenário 6 – Considerando Demanda de Potência de 120 kW

Mês	Demanda	Teste	Pagamento (R\$)		Total
		Lógico	Demanda	Ultrapass	
Jan	192,0	2	2355,00	2556,00	
Fev	196,0	2	2355,00	2698,00	
Mar	138,0	2	2355,00	639,00	
Abr	128,0	1	2512,00	0,00	
Mai	147,0	2	2355,00	958,50	
Jun	139,0	2	2355,00	674,50	
Jul	179,0	2	2355,00	2094,50	
Ago	139,0	2	2355,00	674,50	
Set	141,0	2	2355,00	745,50	
Out	132,0	1	2590,50	0,00	
Nov	141,0	2	2355,00	745,50	22.613,50
Dez	155,0	2	2355,00	1242,50	19.067,50
					R\$ 41.681,00

Fonte: Elaborado pela autora

Assim, a partir das tabelas e gráficos, pode ser previsto uma redução de R\$ 232.184,97/ano, uma vez que o valor total de energia pago a concessionária hoje é de R\$ 271.082,60. Porém como será reduzido todo o valor de consumo de energia, em virtude do sistema fotovoltaico, o Hotel pagará somente os R\$ 38.897,63/ano que se trata da sua contratação de demanda de potência.

6. CONCLUSÕES

Após levantamento da edificação, análise de consumo, dimensionamento dos painéis, percebe-se que frente aos desafios de geração de energia no contexto atual o potencial da energia solar não pode ser ignorado e uma das formas de disseminar esta cultura é desenvolver projetos e políticas públicas eficientes neste sentido. O caráter da contribuição para uma consciência global também é pertinente nesta pesquisa, pois caracteriza de que o desenvolvimento de estudos frente ao tema é compatível com a realidade, e que a arquitetura está aliada a questão ambiental.

No caso estudado, a implantação do sistema torna-se viável, visto que o consumo de energia é elevado, o uso da edificação caracteriza-se pela busca de diferencial no mercado e também possui disponibilidade arquitetônica para locação dos painéis, ainda que seja preciso construir coberturas para as vagas de seu estacionamento rotativo.

Por conseguinte, considerando a contratação de demanda de consumo suprindo a necessidade do hotel, sua a implantação, as propostas de eficiência energética para a edificação se torna viável. Uma vez que, o investimento de implantação do sistema teria seu retorno em 5 anos e 4 meses e o valor atual pago com energia elétrica teria uma redução de 232.184,97/ano, pois só seria pago o valor de R\$ 38.897,63/ano relativo a contratação de demanda de potência. Além de visibilidade e diferencial perante outras edificações do ramo, prospectando assim novos clientes e usuários.

7. REFERÊNCIAS

ATHANASIA, A. L. The economics of photovoltaic stand-alone residential households: a case study for various European and Mediterranean locations. *Solar Energy & Solar Cells*, n.62, p.411-427, 2000.

BRAGA, Renata Pereira. **Energia solar Fotovoltaica: fundamentos e aplicações**. 2008. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001103.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2017.

BRASÍLIA. José Carlos de Souza Guedes. Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica**. 2011. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual de Tarif En El - Procel_EPP - Agosto-2011.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20El%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2017.

DISTRITO FEDERAL. ANEEL. . **Resolução Normativa Nº 482**. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

FERREIRA, Elaine Cristina. **Desenvolvimento econômico turismo no Brasil**. 1 ed. Faculdade da Terra de Brasília - FTB. Distrito Federal, 2009.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MORGADO, Jorge; CHARAS, Ana. Project: Photovoltaic cells based on conducting polymers and anthocyanins. **Instituto de Telecomunicações**, Vila Real, Portugal, v. 1, n. 10, p.4-8, 30 jun. 2008. Disponível em: <<https://www.it.pt/Projects/Index/590>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

OLIVEIRA, S. H. F. **Geração Distribuída de Eletricidade: inserção de edificações fotovoltaicas conectadas à rede no estado de São Paulo**. São Paulo, 2002. PHOTON INTERNATIONAL. Market Survey Solar Modules. 2002

RODRIGUES, C. **Mecanismos regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: o caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas interligadas à rede elétrica pública no Brasil – 1ª edição**. Editora UFSC/LABSOLAR. Florianópolis, 2004.

SANTOS, Isis Portolan dos. **Desenvolvimento de ferramenta de apoio à decisão em projetos de integração solar fotovoltaica à Arquitetura**. Tese de doutorado. UFSC, 2013.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília:

Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 2 de abril de 2017.

VIANNA, Elen Oliveira. **Integração de Tecnologia Fotovoltáica em Edifícios Públicos. Estudo de Caso do Fórum de Palmas – TO**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2010.

ZOMER, Clarissa Debiazi. **MEGAWATT SOLAR: GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA INTEGRADA A UMA EDIFICAÇÃO INSERIDA EM MEIO URBANO E CONECTADA À REDE ELÉTRICA. ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO SEDE DA ELETROSUL, FLORIANÓPOLIS - SANTA CATARINA**. 2010. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93727>. Acesso em: 10 maio 2017.