

AUDITORIA ENERGÉTICA A UM EDIFÍCIO DE SERVIÇOS: O CASO DO HOTEL TURISMO SÃO LÁZARO

Flávia Tomas Nardi Ramos

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança para obtenção de Grau de Mestre em Energias Renováveis e Eficiência Energética

Orientado por

Prof. Doutor Orlando Manuel de Castro Ferreira Soares

Prof. Doutor Mauro Sandro dos Reis

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA
FONSECA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ENGENHARIA ELÉTRICA**

FLÁVIA TOMAS NARDI RAMOS

**AUDITORIA ENERGÉTICA A UM EDIFÍCIO DE SERVIÇOS: O CASO DO HOTEL
TURISMO SÃO LÁZARO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**BRAGANÇA
2019**

FLÁVIA TOMAS NARDI RAMOS

**AUDITORIA ENERGÉTICA A UM EDIFÍCIO DE SERVIÇOS: O CASO DO HOTEL
TURISMO SÃO LÁZARO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, do Departamento de Engenharia Elétrica, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Manuel de Castro Ferreira Soares

Co-orientador: Prof. Doutor Mauro Sandro dos Reis

**BRAGANÇA
2019**

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva da Biblioteca Central do CEFET/RJ.

Dedico este trabalho à minha família e amigos sempre presentes, que proveram essencial suporte na minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Primeiramente, agradecer a Deus pelas oportunidades que tive. Além de todos meus familiares, principalmente minha mãe Simone e meu pai Luis Antonio, pelo extraordinário suporte em minhas empreitadas, assim como, pelo amor e dedicação em todos os momentos.

Agradeço, em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Orlando juntamente com meu co-orientador Prof. Dr. Mauro, pela solicitude e o imenso auxílio nesta trajetória.

Como grande fonte de inspiração e ajuda nos momentos necessários gostaria de agradecer do fundo do meu coração aos meus amigos, da Tutoria 19, ao Apertadinho e à Isadora Menezes, que me apoiou nas minhas escolhas e tem me dado força.

Na Tutoria 19, Amanda Almeida, Ana Nemoto, Brenda Capinã, Jean Maffi, Jordana Tureck, Kamila Venancio, Lucas Barbosa, Lucas Brito, Lucas Lacerda e Rubens Otero, mostram de forma excepcional como a distância não consegue alterar os laços que nos unem. Aprendi com vocês que podemos ficar presente na vida um do outro sem mesmo estarmos no mesmo continente, e isso não diminuiu nossa amizade.

Assim como, o Apertadinho e os Agregados, que tem me suportado nesses anos de faculdade e se tornaram essenciais no meu dia a dia. Aqui fica difícil citar todos, portanto, já me desculpo com alguns, mas gostaria de agradecer em especial ao Francisco Gracioli, Jorge Farias, Rhuan Figueiredo, Sara Tomaz, Carla Lima, Beatriz Isacksson, Alexandra Nogueira, por estarem ao meu lado e me permitir ser livre (fazendo muitas festas).

Aos meus colegas de sala no de tantos anos no CEFET, pelo constante apoio em todas as disciplinas e nos momentos de avaliação. Além daqueles que compartilharam comigo os momentos de aprendizado, em Portugal, e contribuíram para o meu amadurecimento profissional e pessoal.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

TOMAS NARDI RAMOS, Flávia. **Auditoria Energética a um Edifício de Serviços: o Caso do Hotel Turismo São Lázaro**. 2019. 84. Dissertação de Mestrado – Instituto Politécnico de Bragança. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Rio de Janeiro. Bragança, 2019.

A auditoria energética predial possui grande importância na concepção atual da busca pela poupança de energia. Torna-se dessa maneira, o ponto inicial para a visualização dos consumos e, portanto, a percepção dos desperdícios nos sistemas de consumo. Como é sugerido pela União Europeia, nas políticas públicas a eficiência energética tem destaque na diretiva conhecida como 20/20/20, sendo uma das partes, para os países consolidarem uma redução de pelo menos 20% nessa área, até o ano de 2020. Outra parte relativa ao programa é a implementação de fontes renováveis, seguindo o percentual para a ampliação desse tipo de medida, promovendo a produção distribuída. Portanto, a análise dos consumos segue, também, do entendimento dos fatores circundantes ao objeto de estudo, assim como, de sua função e funcionamento. Deste modo, a compreensão da faturação e de como ocorre a tarifação promove uma base para a economia financeira, benefício primordial no âmbito dos negócios. Para finalizar, a auditoria prevê a formulação de medidas que buscam gerar melhorias em diversos cenários, como estrutural, o ambiental, o financeiro e sempre preocupando-se com o conforto das instalações.

Palavras-chave: Auditoria. Eficiência Energética. Energia Renovável.

ABSTRACT

TOMAS NARDI RAMOS, Flávia. **Energy Audit of a Service Building: The Case of Hotel Turismo São Lázaro**. 2019. 84. Master's Degree – Instituto Politécnico de Bragança. Graduation – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Rio de Janeiro. Bragança, 2019.

Building energy auditing is of great importance in the current conception of the search for energy saving. In this way, it becomes the starting point for the consumption visualization and, therefore, the perception of the waste in the consumption systems. As suggested by the European Union, in public policies energy efficiency is highlighted in the directive known as 20/20/20, with one of the parties, for countries to consolidate a reduction of at least 20% in this area by 2020. Another part related to the program is the implementation of renewable sources, following the percentage for the expansion of this type of measure, promoting distributed production. Therefore, the analysis of consumptions also follows the understanding of the factors surrounding the object of study, as well as their function and operation. Thus, the understanding of billing and how pricing occurs provides a basis for financial savings, a primary benefit in the business environment. Finally, the audit foresees the formulation of measures that seek to generate improvements in various scenarios, such as structural, environmental, financial and always worrying about the comfort of the facilities.

Keywords: Audit. Energetic Efficiency. Renewable Energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa Mundial com Percentual de Fontes Fósseis na Produção de Eletricidade [1].....	13
Figura 2: Preço do Óleo Cru com Acontecimentos Geopolíticos e Eventos Econômicos [4].....	15
Figura 3: Consumo de Energias Renováveis, por Fonte [5].....	16
Figura 4: Intensidade de Energia Necessária para Aquecimento por Área de Andar [7]	17
Figura 5: Fluxograma do SCE conjugada com o SGCIE [10].....	28
Figura 6: Curva Característica de Produção Fotovoltaica	30
Figura 7: Representação do Modelo de Funcionamento de Pequena Produção [11]	31
Figura 8: Localização Geográfica do Hotel São Lázaro [13]	34
Figura 9: Temperaturas e Precipitações Médias em Bragança [14].....	35
Figura 10: Condições do Céu em Bragança [14].....	36
Figura 11: Temperaturas Máximas em Bragança [14]	37
Figura 12: Diagrama de Carga do Ano de 2018.....	40
Figura 13: Diagrama de Carga do Mês de Fevereiro de 2019	41
Figura 14: Diagrama de Carga Característico Semanal de Fevereiro de 2019.....	42
Figura 15: Curva de Produção Característica Fotovoltaica por Patamar de Carga no Período de Verão	47
Figura 16: Faturação Anual de Energia Elétrica em 2018.....	48
Figura 17: Repartição do Consumo de Energia Elétrica por Período Horário	49
Figura 18: Consumo Faturado de Gás Natural no Ano de 2017	52
Figura 19: Consumo Faturado de Gás Natural no Ano de 2018	53
Figura 20: Sobreposição do Consumo Faturado e uma Curva Característica de Produção Solar Fotovoltaica.....	55
Figura 21: Sistema Fotovoltaico Instalado no Terraço	56
Figura 22: Produção Anual do Sistema Fotovoltaico por Simulação no PVGIS	56
Figura 23: Distribuição do Software PVSyst para Produção Anual Considerando Perdas.....	58
Figura 24: Taxa de Eficiência Obtida no PVSyst no Decorrer de um Ano.....	59
Figura 25: Sistema Solar Térmico Instalado no Terraço	60
Figura 26: Energia Total Consumida no Ano de 2018 por Fonte	62
Figura 27: Consumo de Energia Elétrica Faturada com Comparação aos Valores de Ocupação para o Ano de 2017.....	63
Figura 28: Percentual de eContribuição das Fontes Primárias	65
Figura 29: Consumo de Energia por Uso Final [7]	66
Figura 30: Esquema Simplificado do Sistema de Climatização.....	67
Figura 31: Quadra no Centro Poliesportivo [27]	74

Figura 32: Produção Fotovoltaica.....	75
Figura 33: Diagrama de Perdas	76
Figura 34: Gaussiana da Probabilidade de Produção do Sistema	77
Figura 35: Comparativo de Consumo Faturado e Potência Horas de Ponta: Antes e Depois da Ampliação Proposta	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tarifas Médias Indicativas – Energias Renováveis [12]	32
Tabela 2: Ocupação do Hotel no ano de 2017	33
Tabela 3: Principais Espaços Dispostos por Piso	38
Tabela 4: Quantitativo de Quartos por Categoria	38
Tabela 5: Capacidade das Salas de Reunião	39
Tabela 6: Energia Faturada em 2018	43
Tabela 7: Tarifa de Acesso para Energia Elétrica no Ano de 2019 [15]	44
Tabela 8: Tarifa Representada da Energia de Geração e Redes de Acesso em 2018	45
Tabela 9: Ciclo Semanal em Média Tensão para Portugal Continental [15]	46
Tabela 10: Tarifário Galp Gás Natural para Ano de 2019, Fornecedor Duriensegás [16]	50
Tabela 11: Características dos Painéis Fotovoltaicos	57
Tabela 12: Características do Inversor Fotovoltaico	57
Tabela 13: Características dos Coletores Solares Instalados	61
Tabela 14: Equipamentos Instalados	68
Tabela 15: Consumo de Iluminação de Circulação da Proposta com Sensor	71
Tabela 16: Resumo Resultados Simulados da Proposta com Sensor	72
Tabela 17: Representação da Comparação das Faturas Antes e Depois	77
Tabela 18: Resultado na Cobrança de Potência de Horas de Ponta	79

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

DGEG	Direcção-Geral de Energia e Geologia
EIA	<i>Energy Information Administration</i>
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
IEA	<i>International Energy Agency</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PREn	Planos de Racionalização do Consumo de Energia
REN	Redes Energéticas Nacionais
S.A.	Sociedade Anônima
SCE	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
UPAC	Unidade de Produção de Autoconsumo
UPP	Unidade de Pequena Produção
URE	Utilização Racional de Energia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 MOTIVAÇÃO	18
1.2 JUSTIFICATIVA.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.4 METODOLOGIA	19
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	19
2 AUDITORIA ENERGÉTICA	21
2.1 OBJETIVOS.....	21
2.2 TIPOS	22
2.2.1 Deambulatória.....	22
2.2.2 Analítica	23
2.2.3 Auditoria com Plano de Investimento.....	23
2.3 METODOLOGIAS APLICADAS	24
2.3.1 Recolha de informação e análise prévia	24
2.3.2 Trabalho de campo	24
2.3.3 Tratamento dos dados	25
2.3.4 Elaboração do relatório.....	25
3 ENQUADRAMENTO LEGAL	26
3.1 LEGISLAÇÕES PORTUGUESAS	26
3.2 SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS.....	27
3.3 PRODUÇÃO DISTRIBUÍDA.....	28
3.3.1 Autoconsumo	29
3.3.2 Pequena Produção	30
4 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E INSTALAÇÕES	33
4.1 ATRIBUTOS GEOCLIMÁTICOS.....	34
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO	37
4.3 PERFIL DE CARGA.....	39
5 UTILIZAÇÃO DE ENERGIA.....	43
5.1 ENERGIA FATURADA.....	43
5.1.1 Energia Elétrica.....	44
5.1.1.1 Tarifa Energia Elétrica.....	44
5.1.1.2 Consumo Energia Elétrica	48
5.1.2 Gás Natural.....	49
5.1.2.1 Tarifa Gás Natural.....	50
5.1.2.2 Consumo Gás Natural.....	51
5.2 SISTEMA DE MICROPRODUÇÃO.....	54
5.2.1 Sistema Fotovoltaico.....	55

5.2.2 Sistema Solar Térmico.....	59
5.3 ENERGIA TOTAL CONSUMIDA	61
5.3.1 Transformação para TEP.....	64
6 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS CONSUMIDORES DE ENERGIA	66
6.1 CLIMATIZAÇÃO	66
6.2 ILUMINAÇÃO.....	67
6.3 EQUIPAMENTOS	68
7 POTENCIAL DE MELHORIAS.....	70
7.1 SENSOR DE MOVIMENTO	70
7.2 AMPLIAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	72
8 CONCLUSÃO.....	81
8.1 TRABALHOS FUTUROS	81
REFERÊNCIAS.....	83
ANEXO A - Relatório PVGIS do Sistema Fotovoltaico Instalado na Cobertura 85	
ANEXO B - Relatório PVSyst do Sistema Fotovoltaico Instalado na Cobertura 87	
ANEXO C - Relatório do TSOL para o Sistema Solar Térmico	92
ANEXO D - Relatório PVSyst da Ampliação do Sistema Fotovoltaico	101

1 INTRODUÇÃO

No tangente ao desenvolvimento das civilizações sempre estivemos atrelados à energia, este como impulsionador para as grandes invenções humanas. Nessa visão, podemos compreender as múltiplas variações no foco de utilização ao longo dos anos envolvendo as fontes energéticas, como as de origem fóssil e as ditas renováveis, por ocorrência de questões políticas e preços de mercado das matérias-primas.

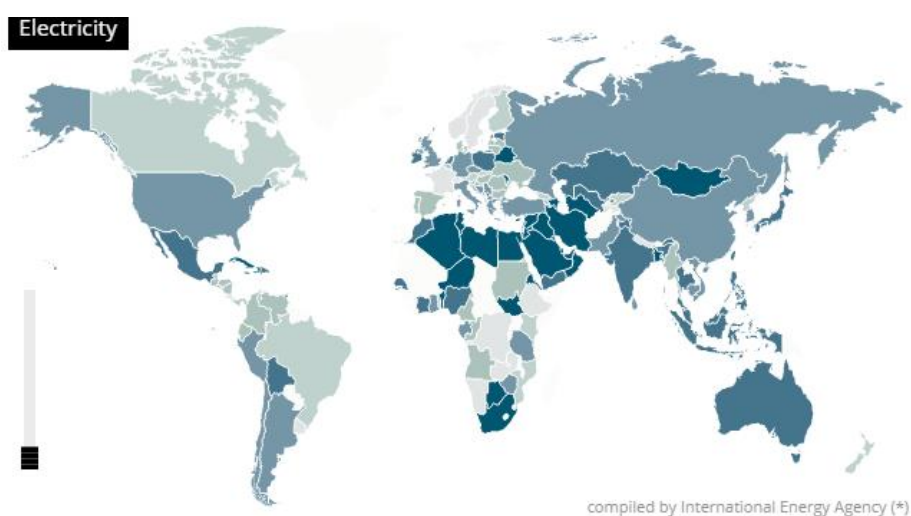


Figura 1: Mapa Mundial com Percentual de Fontes Fósseis na Produção de Eletricidade [1]
Fonte: IEA (2018)

Os recursos das fontes não renováveis possuem papel central como insumo no mercado mundial de energia. Com a visualização do mapa mundial da participação percentual dos combustíveis fósseis no mercado de energia, apresentado na Figura 1 que tem um sistema de utilização de 100% de fontes não renováveis para a cor mais escura e decrescendo em 20% para cada cor mais clara, percebemos a grandeza, mesmo atualmente, dessa matéria-prima dita não renovável.

Como consequência dessa utilização massiva, é importante perceber que as crises econômicas e políticas podem ser vistas refletidas nos preços deste produto, pela sua participação ainda hoje no mercado. E por fim podemos conceber um paralelo com os incentivos governamentais para as energias renováveis.

Portanto, podemos analisar o preço do petróleo ao longo dos anos, principalmente a partir dos anos 70 e avaliar sua influência no desenvolvimento de outros mercados. A partir da Revolução Industrial o petróleo ganha força no mercado

internacional, entretanto, somente em 1960 os principais países com exploração do petróleo institucionalizam uma organização chamada OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo). Todavia, na época não foi visto com grande relevância a união desses países, mas se tornou com o tempo um importante regulador e, em parte, desencadeador das duas conhecidas crises do petróleo na década de 70 [2].

Como mostra a Figura 2, o início dos anos 1970 o preço do petróleo encontrava-se em baixa, devido sua grande disponibilidade no mercado. Primeiramente, o acontecimento do embargo árabe às nações amigas a Israel em 1973-74, representado como o ponto 2 da Figura 2. Nesse momento verificou-se que os Estados Unidos não possuía mais capacidade de ampliar sua produção para sustentar o suprimento de seus aliados em caso de crise, tornando o petróleo árabe uma arma cada vez mais potente. E após, tentativas fracassadas de negociar a elevação do preço do petróleo ocorreu uma reunião dos membros da OPEP decidindo pela efetivação do aumento de forma unilateral.

Poucos anos depois, com a Revolução Islâmica no Irã em 1979, marcada como o ponto 3 na Figura 2, e início da Guerra Irã-Iraque, exposto como o ponto 4 na mesma figura, propiciando nova instabilidade no mercado petrolífero. Devido a revolução ocorreu uma quebra na oferta de petróleo do Irã, que nesse período correspondia a 8% do mercado mundial [3] determinando o que ficou conhecida como segunda crise do petróleo.

Por fim, podemos citar também como evento mais recente a Guerra no Golfo nos anos 1990, representado no ponto 6 da Figura 2. Além desses fatos políticos temos a conhecida crise financeira global no ano de 2008, correspondendo a outra copiosa elevação. Podemos apontar outros fatores como desastres naturais, visualizando o ponto 10 da Figura 2 temos a ampliação dos preços devido a temporada de furacões do ano de 2005, que fecharam inclusive refinarias e geraram uma diminuição da capacidade de produção.

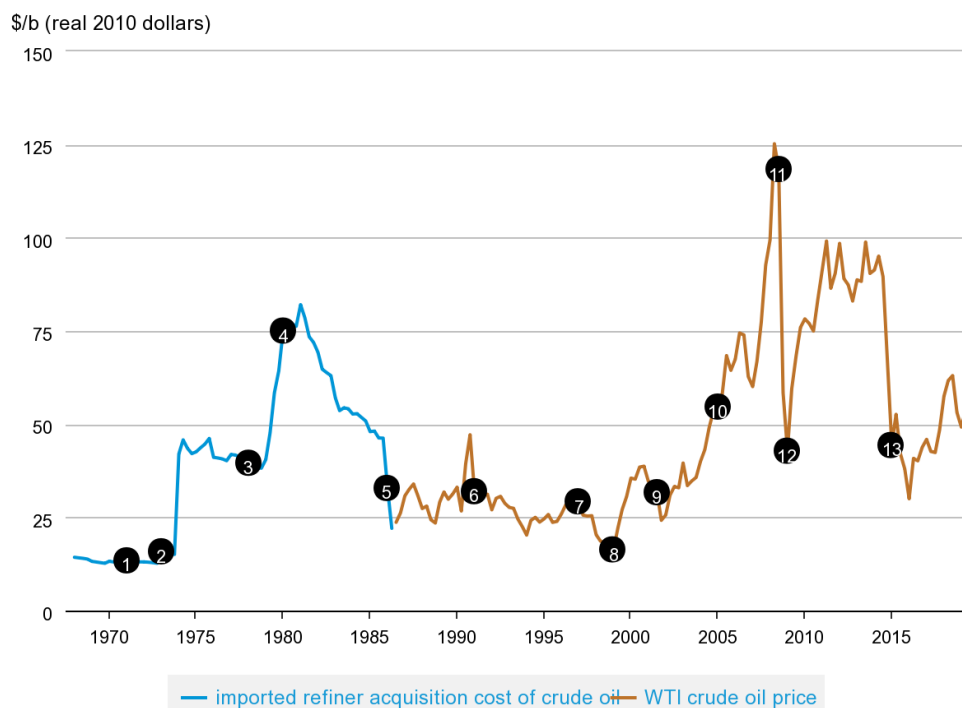


Figura 2: Preço do Óleo Cru com Acontecimentos Geopolíticos e Eventos Econômicos [4]
Fonte: EIA (2019)

A sucessão desses eventos, políticos e naturais, demonstram a fragilidade da oferta do petróleo no mercado mundial e alertam as populações da importância da diversificação da matriz energética, para minimizar esse domínio dos detentores das reservas das fontes fósseis. Como na Figura 3 podemos perceber o aumento da utilização das energias renováveis no decorrer dos anos, e percebemos que a elevação do consumo corrobora com os fatos históricos apresentados anteriormente.

A primeira fonte renovável que apresenta expansão no seu consumo é a energia Hídrica, com uma evolução firmada entre as décadas de 60 e 70, das quais podemos associar aos momentos previamente relatados com grande inconsistência econômica. Essa prosperidade se dá pela sua tecnologia ser dominada mais satisfatoriamente e consistente no mercado da época, além de seu vasto potencial de geração.

Posteriormente, novas fontes renováveis ganharam espaço no mercado mundial, como as fontes de biocombustíveis e a energia eólica. A primeira fonte conquista mercado principalmente com o desenvolvimento das suas gerações de combustível, tornando a produção mais eficiente e ampliando suas origens de matérias-primas. A segunda energia apresentada se desenvolve, por exemplo, por

possui a necessidade de uma tecnologia mais básica, dentre as ainda não desenvolvidas no período.

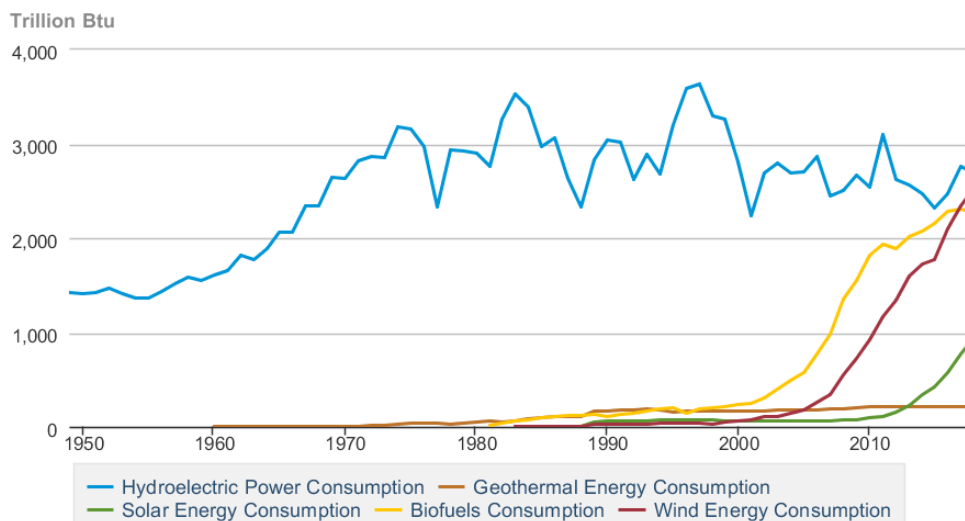


Figura 3: Consumo de Energias Renováveis, por Fonte [5]
Fonte: EIA (2019)

Podemos visualizar na Figura 3 o avanço da energia solar atualmente, e conseguimos correlacionar esse momento com os pontos 12 e 13 na Figura 2, estes apresentam segundo a EIA (Administração de Informação de Energia Americana, sigla em inglês) momentos de cortes de produção e cota fixa estipulados pela OPEP, tornando as fontes alternativas promissoras para o investimento do mercado como subterfúgio dos monopólios. Esse crescimento também ocorre por consequência de incentivos públicos em diversos países.

Em consoante, a busca pela eficiência energética, no panorama atual da sociedade, se tornou uma grande oportunidade de negócio, visto a vasta preocupação com o consumo de energia. Ao ser tomado como parâmetro as questões discutidas no Parlamento Europeu, os governos buscam reduzir as emissões de gases do efeito estufa e uma das medidas indicadas é a produção de energia a partir de fontes renováveis, assim como, a melhoria da eficiência dos estabelecimentos.

Desde 2010, sob uma diretiva imposta pela União Europeia, os Estados-Membros devem contribuir para a redução em 20% das emissões de gases do efeito estufa, basear 20% de sua energia em fontes renováveis e 20% de eficiência energética. Essa política adotada pelos países europeus ficou conhecida como “20-20-20”, esta estabelece diferentes metas para cada membro e tem sua data alvo o

ano de 2020. Com a aproximação de sua data limite, para obtenção dos resultados estabelecidos, em 2018 uma nova diretiva foi estabelecida para 2030, com uma relativa cautela, e é esperado o valor de 32% de energias renováveis na matriz energética europeia [6].

A eficiência energética predial propõe uma redução no consumo geral, implicando um maior acesso pela adequação da geração com sua demanda, provendo um equilíbrio na economia do país. Com a associação da utilização de energia solar ativa nas edificações atinge-se maiores níveis de conforto térmico com a função de aquecimento ou pela produção de eletricidade compondo a matriz do edifício. Além da utilização no momento da arquitetura com o condicionamento do prédio voltado para o aproveitamento dos recursos naturais renováveis, sol e vento, com técnicas de construção e a localização do empreendimento.

O indicador apresentado na Figura 4 demonstra um importante dado de comparação entre países participantes do IEA (Agência Internacional de Energia, sigla em inglês), e Portugal se encontra entre os com maior redução nos valores de energia necessária para o aquecimento de áreas prediais. Dentre os países tem-se Portugal, Holanda, Alemanha e Irlanda com experiência de redução de até 35% desde 2000.

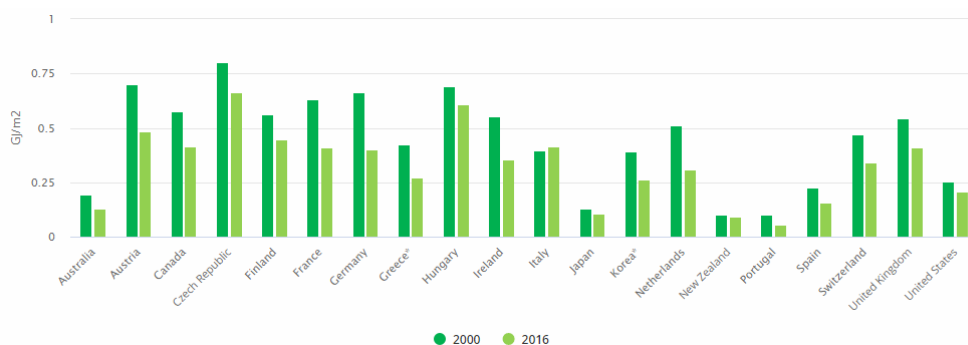


Figura 4: Intensidade de Energia Necessária para Aquecimento por m² [7]
Fonte: IEA (2018)

Ao analisarmos tal indicador percebemos a relevância das auditorias no tocante a administração dos consumos e a grandeza de tais valores em um âmbito geral, visto a disparidade dos países apresentados no gráfico anterior.

Portanto, o presente trabalho tratará de uma auditoria energética em um prédio do ramo da hotelaria, Hotel Turismo São Lázaro. O edifício está localizado na cidade de Bragança, em Portugal, e possui classificação de 3 estrelas. Com uma estrutura grande voltada para eventos e reuniões, visto dispor de diversas salas de

conferência. Dada sua grandeza no mercado local, o trabalho propõe analisar possíveis interferências que proporcionem melhora na forma de utilizar a energia, por parte da gestão.

1.1 MOTIVAÇÃO

Em virtude da importância da eficiência energética predial no âmbito atual, o estabelecimento ao disponibilizar os dados necessários, contribui para uma melhor consciência da magnitude dos seus consumos. Desse modo, possuirá melhores tomadas de decisão no tangente as questões práticas de utilização da energia computada no exercício de suas funções gerando poupança nos gastos com a faturação da energia e desenvolvendo uma administração com lucidez a respeito do ambiente em que se conecta.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em relação ao destaque imposto pelas governanças na atualidade ao tema de eficiências percebe-se a necessidade de constantes avaliações energéticas e a relevância da auditoria no mercado recente conforme se analisa a legislação, que busca a cada momento controlar de forma mais próxima os índices relativos à eficiência energética. As entidades, portanto, devem almejar os objetivos propostos pela União Europeia de completar uma melhora na eficiência de 20%.

1.3 OBJETIVOS

Primeiramente pretende-se examinar o modo como a energia é consumida. No afã de proporcionar uma compreensão da melhoria da eficiência do edifício, assim como, demonstrar as ações bem-sucedidas que estão em implementação. O projeto visa promover uma inspeção, dentro das possibilidades, a respeito dos grandes sistemas envolvidos no desempenho energético no Hotel Turismo São Lázaro.

1.4 METODOLOGIA

Inicialmente foi executada uma etapa de recolha de dados, com informações relevantes para preparação do histórico de consumo do prédio. Em um segundo momento, o projeto prosseguiu com uma visita às dependências do hotel para executar um levantamento dos pontos de carga e visualizar as condições dos equipamentos em geral. Por fim, foi realizada o estágio de análise dos dados obtidos e, em seguida, a avaliação das medidas pretendidas.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho é delineado em capítulos, com seu início dado de forma a salientar os anseios para sua realização, com motivação, justificativa e metodologias abordadas.

O segundo capítulo se propõe a esclarecer a respeito do tema geral da auditoria energética. Dessa forma, serão expostos seus objetivos, tipos conhecidos e sua formulação metodológica.

Em seguida, o terceiro capítulo abordado será o quadro da legislação em Portugal. Pela égide das leis relacionadas com a normatização da auditoria energética predial, com finalidade de prestação de serviços, bem como os dispostos relacionados as energias renováveis implementadas nas instalações e como tais podem se enquadrar no ordenamento português.

No quarto capítulo, o proposto texto apresenta de uma forma ampla o objeto de estudo, o Hotel São Lázaro. Desse modo, as informações expostas como as características físicas e o modo de negócio que influenciam seu consumo, resultam no embasamento para prosseguimento do projeto.

Posteriormente, no quinto capítulo será dissertado sobre a forma de utilização das diferentes fontes de energia acessadas pelo hotel. Assim, o conteúdo discorrerá acerca da faturação, da microprodução existente no prédio e da energia total consumida.

Já no sexto capítulo teremos a identificação dos principais consumidores de energia. Desse modo, serão elencados os sistemas essenciais para o conforto dos usuários, como iluminação, climatização e outros equipamentos.

Finalmente, o sétimo capítulo apresentará o potencial para melhorias, buscando a maior eficiência energética do edifício. É importante frisar, quando possível, o retorno econômico pretendido ao efetuar tais alterações, além do esperado, consoante as responsabilidades ambientais.

Por último, o oitavo capítulo trata da conclusão, com a apresentação de futuros trabalhos.

2 AUDITORIA ENERGÉTICA

O procedimento de uma auditoria energética almeja, de forma sistemática, otimizar o uso da energia por meio de um levantamento detalhado dos diferentes equipamentos e sistemas existentes. Tal procedimento pode ser executado para edifícios, frotas e instalações industriais ou comerciais ou de serviços públicos ou privados [8]. A partir dos estudos efetuados as informações obtidas serão disponibilizadas e armazenadas para uma análise histórica e um subsequente acompanhamento do desempenho. A realização da auditoria energética visa, portanto, promover a eficiência energética das instalações consumidoras em foco.

2.1 OBJETIVOS

Posteriormente ao entendimento do encargo da auditoria devemos seguir para a delimitação dos seus desígnios. Na sua formulação, por norma, a auditoria energética deve efetuar um levantamento que contenham os seguintes itens basilares [9]:

- Quantificar os consumos energéticos, com demonstração do custo final associado;
- Medições, julgadas necessárias, referentes aos equipamentos e sistemas consumidores de energia;
- Apresentar diagramas de carga (DDC) dos sistemas;
- Detectar e quantificar as áreas factíveis de contenção no consumo de energia;
- Definir intervenções com o propósito de reduzir a fatura energética;
- Implementar ou melhorar um programa de Gestão de Energia.

Desta forma, a auditoria energética contribui com os conhecimentos indispensáveis à elaboração dos Planos de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), como disposto pela Direcção-Geral de Energia e Geologia no Despacho n.º17449/2008, do qual denota a função de propiciar uma fácil verificação dos desvios.

Consoante, tem-se o previsto em anexo, na norma de 2015, que os critérios mínimos aplicáveis às auditorias serão [8]:

- Dados operacionais atualizados, para os perfis de carga;
- Análise pormenorizada de perfil de consumo;
- Análise dos custos ao longo da vida;
- Representar fidedignamente o desempenho global energético e das oportunidades de melhoria.

Sempre em busca de uma avaliação completa, com cálculos claros e embasados, possuindo séries históricas para acompanhamento do desempenho energético [8].

2.2 TIPOS

Como dito, as auditorias energéticas podem ser diferenciadas pelos seus objetos de estudo, como predial, industrial ou de transporte. Bem como, podem ser avaliadas pelos seus métodos de pormenorizar o estudo. A seguir são apresentados três métodos de auditoria energética, para o foco predial, de acordo com a profundidade do estudo. Apresentadas a seguir em ordem crescente de complexidade.

2.2.1 Deambulatória

Esta técnica de auditoria prevê uma contabilização simples do uso de energia. Demonstrando de forma trivial a situação energética predial da instalação em questão. Nesse processo são tomadas as informações básicas de fatura e uma avaliação sucinta dos grandes equipamentos instalados na instituição. Dessa forma, pode-se empregá-la como estudo prévio para futuras auditorias mais detalhadas. Tal esquema pode apresentar importância para uma tomada de decisão, por parte dos gestores, mais imediata, pela sua execução descomplicada os resultados são obtidos de forma mais ágil.

2.2.2 Analítica

Em segundo lugar, este método de auditoria supõe uma contabilização detalhada do uso de energia. Com uma das suas atividades de aprofundamento, podemos citar a realização da separação dos consumos por setor ou equipamentos. Mostrando-se mais eficiente do ponto de vista da tomada de decisão quanto a utilização racional da energia pelo gestor, entretanto, demanda um tempo de resposta maior. Seu relatório é fruto de processos exaustivos de recolha de dados relativos ao consumo de todos os equipamentos existentes.

2.2.3 Auditoria com Plano de Investimento

Esta forma de auditoria prevê uma contabilização detalhada do uso de energia, como também contempla uma análise da potencial poupança de recurso energéticos e hídricos, com a implementação delineada em um plano financeiro e de verificações.

As previsões de tipos de medidas de economia se encontram pela forma de armazenamento de calor, ventilação, resfriamento, controles, inclusão de energia renovável e pelo racionamento na iluminação. Em seu plano para verificação, e então garantia do sucesso da auditoria, são estabelecidas equipes internas responsáveis pelo desenvolvimento do projeto. Além disso, a empresa deve estar sempre aberta a novas auditorias externas para a averiguação e o estabelecimento de fundos para a manutenção e implementação das ações necessárias a melhoria do uso da energia.

Os mecanismos mais usados nesse tipo de auditoria são as plantas do local, os dados de construção do edifício, sua ocupação e uso, dados de consumo obtidos por equipamentos instalados em locais estratégicos, dados de produção de energia, caso exista, também é utilizado dados de auditorias anteriores e as possíveis medidas já adotadas pela instituição visando a contenção de energia.

Como resultado, o relatório gerado para a implantação *do Investment Grade Audit* contém uma descrição do edifício apresentando as necessidades energéticas de consumo para a manutenção da atividade econômica do estabelecimento. Em seguida, serão demonstrados os estudos com as estimativas de economia financeira para cada proposta apresentada e os planos necessários para a implementação e

seus impactos estruturais. Além de discorrer sobre um modelo de financiamento e manutenção que cubram os planos de verificação de todo o projeto de melhoria proposto.

2.3 METODOLOGIAS APLICADAS

A partir do discernimento da finalidade e de suas variedades, seguimos para a forma de execução. Desse modo, as etapas de uma auditoria consistem, em geral, nas quatro fases apresentadas em breve. Válido lembrar que o aprofundamento e tempo demandado em cada estágio dependerá de seus objetivos e do tipo de auditoria desejada.

2.3.1 Recolha de informação e análise prévia

A etapa inicial do processo de auditoria dá-se pela análise dos valores históricos dos consumos de energia. Com a tomada de conhecimento das informações de faturas, de pelo menos dois anos anteriores, e possíveis registros internos sobre o modo de utilização da energia no edifício.

Nessa fase, são executadas também o recolhimento de informações de outros sistemas, assim como, a disponibilidade de tecnologias no mercado. Finalizando, com a preparação para o próximo estágio da auditoria, a intervenção em campo.

2.3.2 Trabalho de campo

Nesse momento, executam-se as inspeções visuais de todos os maquinários e sistemas relevantes ao estudo do consumo de energia. Será, portanto, desempenhado o detalhamento dos principais equipamentos consumidores, de forma a pormenorizar em termos de potência, bem como as fontes de energia.

Dessa forma, procederá a obtenção do diagrama de carga, e dos rendimentos dos diversos sistemas e grandes aparelhos, devido a instalação de medidores no local de interesse.

2.3.3 Tratamento dos dados

Nesse período do processo de auditoria será formulada a parte de análise e organização dos dados obtidos anteriormente. Promove, portanto, a desagregação do consumo e dos custos devidos a cada forma de energia e seus usos finais. Como objeto de compreensão da auditoria temos a obtenção dos consumos específicos de energia e os indicadores de eficiência energética, comparadas com valores de referência.

Portanto, realiza-se o importante processo de identificação das medidas de Utilização Racional de Energia (URE), como também, as análises relativas à substituição por energias renováveis, visando o menor impacto, ou apenas as análises de implementação de energias de menor custo associado. Retornando, um estudo de viabilidade técnico-econômica de todas as medidas propostas.

2.3.4 Elaboração do relatório

Por fim, temos a fase responsável pela síntese de todo trabalho executado. Nesse ponto do cumprimento da auditoria serão relatados de uma forma clara e concisa toda a informação recolhida ao longo do processo e apresentar os resultados encontrados. Com o intuito de salientar na conclusão as análises das medições realizadas, atitudes tomadas para a melhoria e seus consequentes impactos.

Demonstra, principalmente, os informes relativos as noções básicas da empresa auditada, os valores de contabilização energética, as análises do uso de energia pelos processos e as medidas de racionalização de energia pretendidas.

3 ENQUADRAMENTO LEGAL

Primordialmente, além da execução propriamente dita da auditoria energética deve-se atentar ao modo de normatização dos quesitos. Todo processo de auditoria é legislado para sua melhor conformidade e possui seus certificados correspondentes, como no caso do certificado dado a edifícios. Para o objeto de estudo desse trabalho, o Hotel São Lázaro, o enquadramento será o SCE - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, caracterizado como prédio de serviços.

De modo similar, a produção de solar fotovoltaica, presente no terraço, para o auxílio do consumo diurno do hotel, possui enquadramento no regime de produção distribuída, que será visto em seguida suas duas possibilidades de disposições.

3.1 LEGISLAÇÕES PORTUGUESAS

Inicialmente, no ano de 2008 foi publicada o Decreto-Lei nº71/2008 com o objetivo de promover a eficiência energética e se adequar as novas normas de controle das emissões de gases do efeito estufa. A lei de responsabilidade do Ministério da Economia e da Inovação em consoante ao Programa Nacional para Alterações Climáticas estabelece três diretrizes, dentre elas a eficiência energética é fomentada pela promoção de um novo modelo de regulamentação da gestão do consumo.

No mesmo ano, ocorreu a publicação do Despacho n.º17449/2008, pela Direcção-Geral de Energia e Geologia, e este delimita os elementos que devem constituir a auditoria energética e conseguinte na elaboração dos planos de racionalização.

Assim como posto pelas diretrizes portuguesas as empresas devem realizar auditorias, quando esta for rentável. Portanto, algumas leis regem esse seguimento, do modo do Decreto-Lei 68A/2015. Este, de responsabilidade do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, traz medidas de promoção da eficiência energética, como também, os objetivos de economias de energia.

3.2 SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS

Para além das diretivas, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) promove uma via de informações ao consumidor acerca do desempenho dos edifícios, proporcionando a redução de custos com energia, aumento do conforto e possíveis benefícios fiscais.

No que diz respeito ao certificado energético, existem dois modelos em vigor, um primeiro para edifícios de habitação e um segundo voltado para prédios de comércio e serviços. No documento será apresentado uma classificação energética, do edifício em questão, por uma comparação baseada em valores de referência.

No mesmo, constará uma área dedicada a apresentação dos indicadores de desempenho, para os sistemas de aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente, água quente sanitária e iluminação, para o modelo dedicado ao comércio e serviços. Inicialmente, será apresentada a contribuição de possíveis gerações por fontes renováveis, as emissões estimadas de dióxido de carbono para efeito devido ao consumo de energia, assim como a classe energética do edifício.

Para além dessas informações, o certificado apresenta uma descrição do edifício, assim como a previsão do consumo por forma de energia, como por exemplo eletricidade e gás natural. Em seguida, expressa os consumos estimados pelas tipologias e sua distribuição por uso. Apresentando por fim, propostas de melhorias e seus custos estimados de investimento.

Como uma das medidas que constam no Plano Nacional de Ação em Eficiência Energética os edifícios de consumo intensivo devem ser regulados pelo SGCIE, Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, de forma obrigatória, entretanto, como segue no fluxograma a seguir da Figura 5, os edifícios que não se enquadram em consumo intensivo de energia podem voluntariamente seguir os dispostos pelo SGCIE.

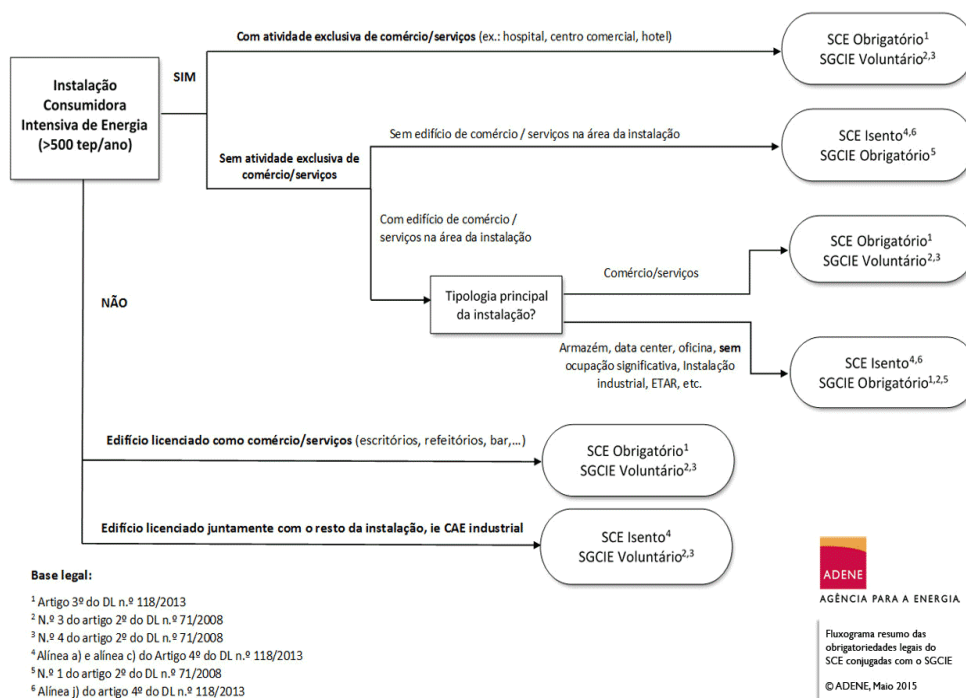


Figura 5: Fluxograma do SCE conjugada com o SGCIE [10]
Fonte: ADENE (2015)

No âmbito do SGCIE, os edifícios devem realizar, periodicamente, auditorias energéticas para a promoção da eficiência energética, incluindo o uso de fontes renováveis, demonstrando a relevância das auditorias para a gestão dos consumos. Bem como, elaborar Planos de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) embasados em tais auditorias. Incidindo sobre as condições da utilização de energia e o estado das instalações, as auditorias promovem a recolha de dados necessários a elaboração do PREn. O plano de racionalização almeja contemplar objetivos dos quais inferem valores mínimos de eficiência energética para os estabelecimentos.

3.3 PRODUÇÃO DISTRIBUÍDA

No que se refere a produção de energia, por fontes renováveis, temos um enquadramento geral fornecido pelo Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Apresentada como uma das vantagens para a diminuição de necessidade de ampliação da rede de transmissão os modelos de produção próprio trazem outra vantagem como a redução das necessidades elétricas na ponta. Assim,

também é visto seu incentivo devido a promoção do desenvolvimento do mercado e indústrias, como a fotovoltaica.

O novo regime de produção distribuída pode ser dividido em duas vertentes, Pequena Produção e Autoconsumo. Suas diferenças se dão, principalmente, pela atribuição dos modelos de consumo do usuário que estabelece uma adequação do dimensionamento da instalação. Assim como o local de injeção da energia produzida, pois o foco de cada regime determina se o dimensionamento será otimizado para o perfil de utilização na instalação, ou se será totalmente injetada na rede e, nesse caso, podendo ser até duas vezes superior ao consumo, no cenário de pequena produção.

3.3.1 Autoconsumo

Para os contratos de Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC) prioriza-se o dimensionamento adequado ao consumo, devido a remuneração da energia elétrica injetada na rede somente se torna gratificante no caso da tarifa “pool” com valor maior que o respectivo custo da energia. Um importante fator considerado para a validação e que demonstra a importância da implementação dos sistemas fotovoltaicos de autoconsumo são os vistos ao analisar uma curva característica de produção de energia para o dimensionamento dos sistemas.

Como vemos na Figura 6, obtida através do software PVSyst, foi retirada uma curva correspondente a um dia de verão em Bragança, com característica boas de temperatura e incidência solar, gerando uma produção fotovoltaica com maior aproveitamento. Percebemos um pico de produção no horário de meio-dia, correspondendo aos patamares de cheia e ponta, determinado pelas concessionárias, promovendo uma redução na energia solicitada da rede nos momentos mais críticos e mais onerosos. Ao adequar esses momentos de pico de produção com os valores de carga do cliente tem-se o retorno do investimento em menor tempo.

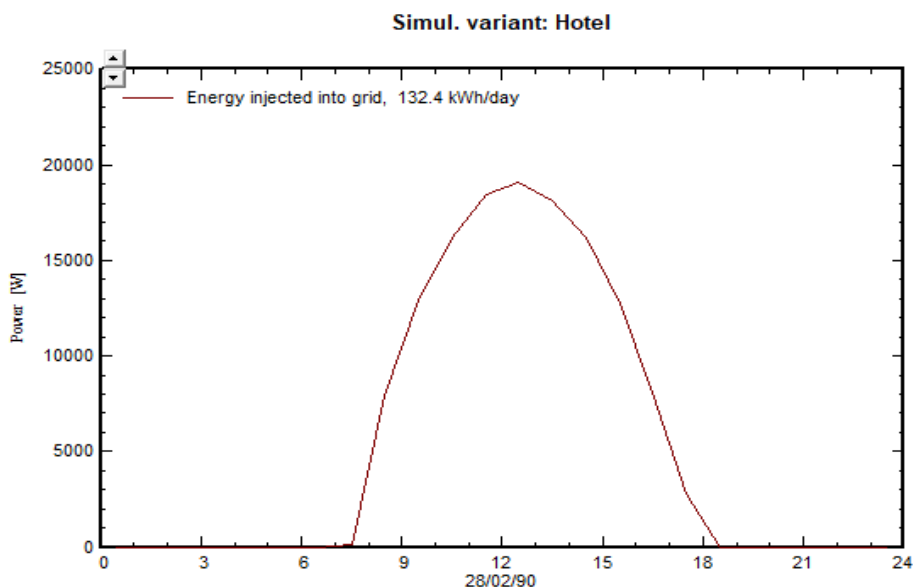


Figura 6: Curva Característica de Produção Fotovoltaica em 28 de Fevereiro
Fonte: Software PVSyst (2019)

Ainda para regimes de autoconsumo é recomendado a contabilização da eletricidade produzida por fontes renováveis, com a finalidade de obter dados para o cômputo das metas estipuladas pelos países. A meta atual é a diretiva conhecida como 20/20/20 para o ano de 2020, prevendo uma produção de energia renovável em 20%.

Essa contabilização promove, também, a possibilidade de os produtores se beneficiarem da transação futura de Garantias de Origem, pois a energia injetada na rede não dá direito a essa garantia. Vale ressaltar o fato de apenas instalações de dimensões expressivas serem obrigadas a realizarem a contagem, de acordo com o atual enquadramento uma UPAC com produção superior a 1MWh ao ano engloba representatividade significativa [11].

3.3.2 Pequena Produção

No que se refere ao segundo modelo de produção distribuída, a unidade de Pequena Produção (UPP), seus contratos estipulam a injeção total da energia na rede do sistema elétrico de serviço público. Portanto, a instalação será suprida completamente pela distribuidora local, exigindo contadores individualizados.

A utilização do contador nesse modelo é essencial, devido a legislação determinar que a produção se encontra limitada ao dobro do consumo anual. Desse

modo, não pode ocorrer alteração na avaliação do consumo e da produção. Nesse modelo, serão usados contadores distintos para garantir o isolamento dos sistemas, atendendo aos dispostos.

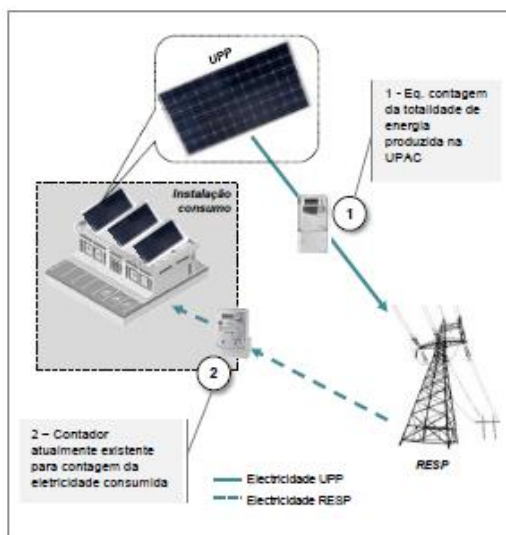


Figura 7: Representação do Modelo de Funcionamento de Pequena Produção [11]
Fonte: Enquadramento do Novo Regime de Produção Distribuída (2014)

Nesse caso, a atribuição de potência da unidade ocorre de forma segmentada em três categorias, descritas a seguir:

- O produtor pode instalar apenas uma UPP;
- Pode proceder com a instalação de tomada elétrica para o carregamento de veículos elétricos, associada a UPP;
- Associar coletores solares térmicos à UPP.

Com tal categoria definida, será de extrema importância para a determinação da remuneração da energia elétrica injetada na rede pública. Pois será associado um fator extra para a fórmula de tarifa de venda nos dois últimos casos, valorizando o retorno.

Desse modo, a tarifa de remuneração de cada categoria é estabelecida anualmente com base em um modelo de leilão mediante despacho, promovendo abonos na tarifa de referência conforme se encaixe em cada um dos três tipos anteriores de cliente.

É importante frisar que a energia excedente ao valor firmado para a UPP não será remunerada e para a energia tarifada não poderá acumular qualquer tipo de incentivo, como por exemplo Garantia de Origem. Os respectivos contratos são

convencionados por um período de 15 anos, e nesse intervalo o produtor está restrito a mudança de regime.

A tarifa aplicada à injeção de energia na rede consoante ao tipo de energia primária está apresentada na tabela a seguir, demonstrando uma tarifa diferenciada para cada fonte. Assim, podemos perceber a valorização da implementação dos sistemas solares, pois trariam um melhor retorno, dado seu valor de venda ocorrer com o montante superior.

Tabela 1: Tarifas Médias Indicativas – Energias Renováveis [12]

Tecnologias	Tarifas Médias Indicativas
	(€/MWh)
Solar	355 - 470
Eólica	74 - 75
Hídrica	91 - 95
Biogás	115 - 117
Biomassa	119

Fonte: DGEG (2019)

O processo de instalação de unidade de pequena produção não possui legislado os requisitos obrigatórios para auditorias energéticas, entretanto, pode voluntariamente seguir as diretrizes da normatização para consumidores intensivos de energia.

4 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E INSTALAÇÕES

Situado na cidade de Bragança, em Portugal, o Hotel São Lázaro se destina a atividades do setor de turismo. O estabelecimento possui uma classificação, conhecida no ramo hoteleiro, de 3 estrelas e encontra-se no ramo desde 2002. O Hotel dispõe de 272 quartos, 2 bares e 1 restaurante.

Além disso, o estabelecimento conta com amplas salas equipadas para reuniões e conferências. No ano de 2019 foram inauguradas duas novas áreas, voltadas para o lazer, um centro desportivo e um SPA, por não estarem incluídos no histórico das faturas não foram contemplados, nesse trabalho, ambos os espaços. Com toda essa estrutura, o local é uma das unidades hoteleiras com maior capacidade de lotação, de toda a zona norte do país. Geograficamente se encontra situado a 1 km do centro histórico da cidade, entretanto, situa-se rodeado por natureza.

Tabela 2: Ocupação do Hotel no ano de 2017

Mês	Ocupação Percentual	Mês	Ocupação Percentual
Janeiro	9,35%	Junho	16,13%
Fevereiro	13,54%	Agosto	28,45%
Março	12,25%	Setembro	19,55%
Abril	21,10%	Outubro	19,34%
Maior	19,53%	Novembro	14,91%
Junho	20,29%	Dezembro	13,34%

Fonte: Dados do Hotel São Lázaro (2018)

De acordo com os valores fornecidos pelo hotel foi elaborada a Tabela 2, com os números de ocupação da instituição ao longo do ano de 2017. Esses dados serão tomados para comparações com os informes de consumo analisados nos capítulos seguintes. Com esses montantes mensais podemos tirar a média anual de 2017, com 17,37% da capacidade preenchida. Conforme foi passado pelo hotel em valores

absolutos no ano de 2018 a taxa média de ocupação ficou em 17,83%mostrando uma constância no atendimento.

Dadas as características do ramo hoteleiro o fornecimento energético deve ser de extrema importância e possui a necessidade de abastecimento 24 horas por dia, visto o cuidado com o conforto e bem-estar dos hospedes. Por se tratar de uma prestação de serviço o comprometimento com o atendimento das necessidades dos clientes é essencial. E para muitas funções a utilização da energia se encontra na base do processo, como no acondicionamento do ambiente, no fornecimento de iluminação adequada e muitos serviços de alimentação e limpeza, que se encontram nos bastidores do negócio.

4.1 ATRIBUTOS GEOCLIMÁTICOS

O Hotel São Lázaro se localiza em Bragança, uma cidade portuguesa na Região Norte e sub-região de terras de Trás-os-Montes, no Nordeste de Portugal.



Figura 8: Localização Geográfica do Hotel São Lázaro [13]
Fonte: Google Maps (2019)

Como destacado em vermelho no mapa da Figura 8, o hotel se encontra relativamente afastado do centro histórico, aproximadamente 1 km, estando ambientado nas imediações da natureza, com vista para os montes.

Associado às características geográficas temos o fator do clima local, devido a sua posição entre uma região montanhosa a umidade relativa do ar é baixa. Ao acompanhar a Figura 9, os valores de precipitação ao longo do ano se mostram

miúdos e, principalmente durante o verão, período no qual são expressas cifras extremamente ínfimas. Os dados mostram que apenas o inverno tem precipitação superior a 40 mm, caracterizando um clima predominantemente seco.

Tal fator é o grande causador da diferença de temperatura no decorrer de um dia, como se trata de um local distante de extensas porções de água os efeitos da continentalidade predominam. Como o vapor d'água, pela sua capacidade térmica, se encarrega da manutenção da temperatura noturna, percebemos com as linhas tracejadas em vermelho e azul na Figura 9 a discrepância das temperaturas, respectivamente, máxima e mínimas do dia. Nesses casos, observamos até quase 30°C de diferença entre dia e noite nos meses de verão. Essa análise possui notável importância, tanto para o conforto térmico do edifício quanto para a durabilidade dos sistemas solares fotovoltaicos, influenciando diretamente na sua produtividade.

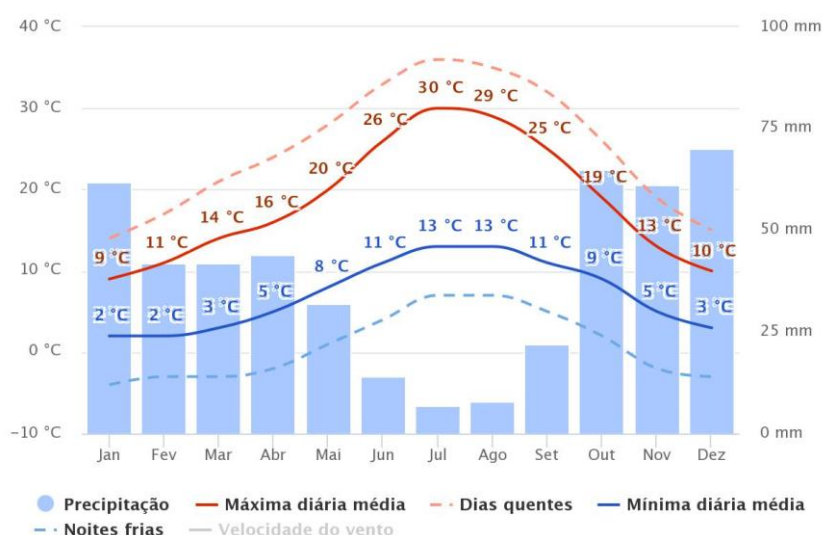


Figura 9: Temperaturas e Precipitações Médias em Bragança [14]
Fonte: MeteoBlue (2019)

Para o emprego de sistemas solares e outras utilizações, como aproveitamento de iluminação natural e acondicionamento do ambiente, vale tomar os dados da Figura 10, que representa de certa forma as condições de incidência do céu.

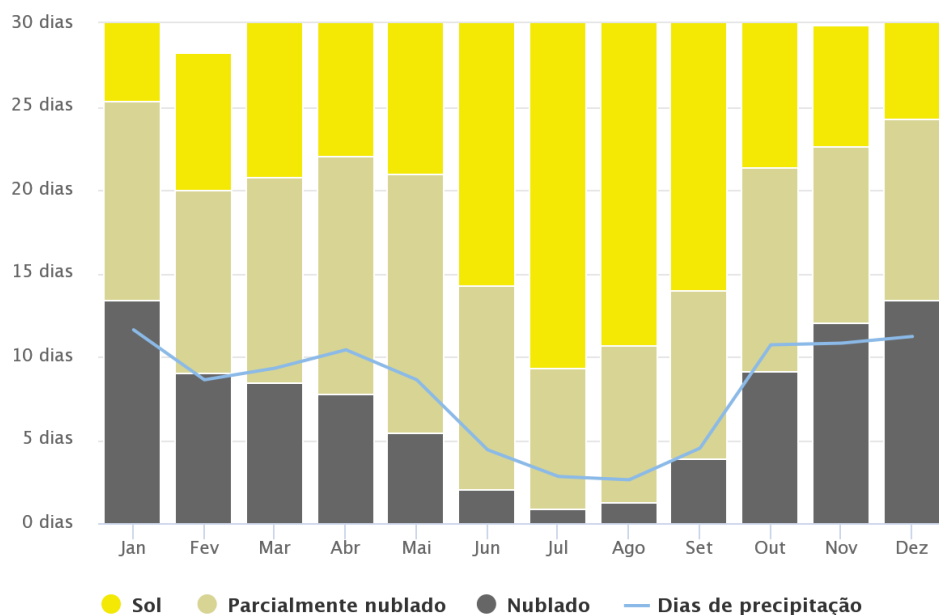


Figura 10: Condições do Céu em Bragança [14]
Fonte: MeteoBlue (2019)

Esse gráfico nos mostra de forma clara a divisão de dias de sol, céu nublado e parcialmente nublado. Para a formulação do gráfico da Figura 10, foi tomada como parâmetro os limites de: menos de 20% de cobertura de nuvens no dia, classificam em dias de sol; e com mais de 80% são classificados como dias nublados [14].

Com uma análise anual percebe-se que a ocorrência de dias nublados corresponde a menor parte do ano, e temos o predomínio de dias ensolarados. Uma questão auspiciosa para o ramo hoteleiro, também proporciona uma maior produção de energia, pelas fontes renováveis instaladas na cobertura, e uma menor necessidade de aquecimento do ambiente, como tal equivale ao maior consumo nos prédios em geral.

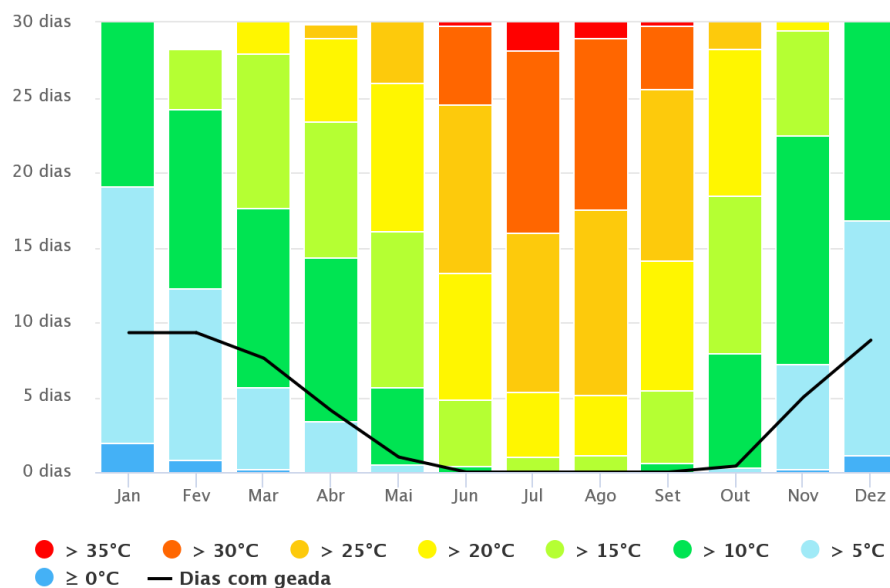


Figura 11: Temperaturas Máximas em Bragança [14]
Fonte: MeteoBlue (2019)

Por fim, na Figura 11 temos o diagrama de valores máximos de temperatura, para a cidade de Bragança. Esse dado é mais detalhado por apresentar uma perspectiva mensal, não apresentando apenas o montante absoluto de um dia no mês. Novamente, esse fator é de relevância para a durabilidade dos módulos do terraço e para a qualidade e conforto no ambiente interno do hotel. Devemos considerar as dificuldades enfrentadas para o aquecimento do ambiente nos períodos de inverno, com máximas de 10°C, e resfriamento no verão, com máximas acima dos 35°C, gerando uma dinâmica de acondicionamento do ar complexa, pela disparidade ao longo do ano.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício é constituído por 12 pisos, sendo dois deles abaixo do solo. Dessa forma, segue na Tabela 3, para uma visão geral, a discriminação dos principais espaços por andar.

Tabela 3: Principais Espaços Dispostos por Piso

Pisos	Espaços
1°	Lavanderia Armazém Oficina Garagem
2°	Casa de Máquinas
3°	Recepção Escritórios Restaurante
4° ao 11°	Quartos
12°	Terraço Piano Bar

Fonte: Planta Civil Hotel São Lázaro (1998)

Como maior prioridade dentre o fornecimento de energia temos os hóspedes, como exposto pela Tabela 3 o hotel possui 8 andares praticamente dedicados a acomodações. Portanto, é válida a análise isolada de como ocorre a composição dos quartos disponibilizados. Na Tabela 4 apresenta-se os quatro tipos de quartos ofertados, com suas respectivas áreas e as quantidades de cada categoria.

Tabela 4: Quantitativo de Quartos por Categoria

	Área Individual	Quantidade
	<i>m²</i>	<i>Unidade</i>
Quarto Simples	28	27
Quarto Duplo	30	125
Suíte	50	8
Suíte Familiar	60	112

Fonte: Dados Hotel São Lázaro (2019)

Além do disposto, o hotel São Lázaro conta com espaços disponíveis para diversos eventos, são 6 salas de reunião com capacidade aproximada entre 50 e 600 pessoas, como ordenado na Tabela 5. Tais salas de reunião possuem estrutura e equipamentos completos de áudio. Dado o perfil de cliente mais sofisticado do hotel esses ambientes são de expressivo interesse.

Tabela 5: Capacidade das Salas de Reunião

	Área Individual	Capacidade
	<i>m²</i>	<i>Número de Pessoas</i>
Alcina Ramos	288	200
Armindo Correia I	562	580
Gimonde	60	60
França	54	50
Rio de Onor	140	150
Palácios	58	50

Fonte: Dados Hotel São Lázaro (2019)

4.3 PERFIL DE CARGA

O perfil de carga da instituição encontra-se associado as atividades e ocupação do hotel, como por exemplo um perfil de público mais executivo produz um consumo maior em dias úteis, enquanto, um perfil de público mais turístico traria a curva de consumo para os finais de semana e feriados. Assim, essa análise se torna importante para o contrato de potências, de forma simples com a visualização dos períodos de ponta e fora de ponta.

Os dados para a interpretação do perfil de carga do hotel foram feitos a partir de um sistema de telecontagem e manipulados para fornecer os gráficos a seguir, em que cada um nos apresenta diferentes conclusões. Primeiramente, pode-se analisar a carga de forma anual, como na Figura 12, correspondente ao ano de 2018. Pode-se perceber um crescente aumento a partir de aproximadamente agosto, entretanto, o valor de maior expressividade se encontra em um pico no final do ano, provavelmente, indicando algum evento de grande porte no mês de dezembro, dadas as dimensões das estruturas da instituição.

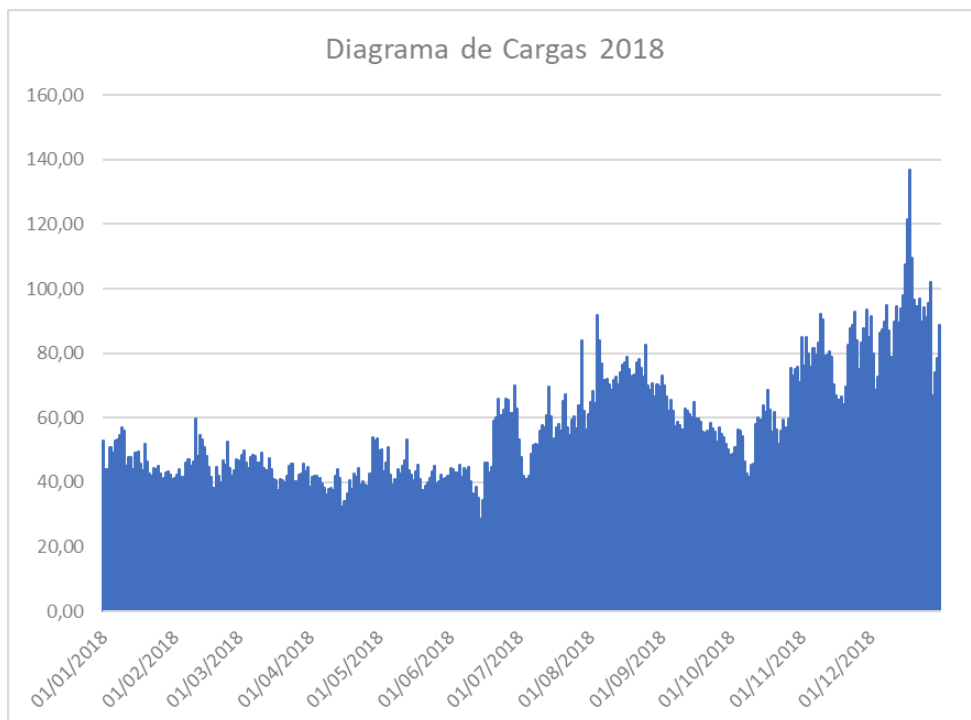


Figura 12: Diagrama de Carga do Ano de 2018

Em seguida, avaliou-se um dado mais recente de forma a se aproximar melhor do perfil do cliente atual. Com a Figura 13 temos a representação do mês de fevereiro do ano de 2019, visualizamos depressões no gráfico como por exemplo no dia 03/02, um domingo, e no dia 16/02, um sábado, mostrando um perfil de utilização mais comercial. Claramente podem existir exceções, mas conforme ocorrem visualizações em outros meses pode-se perceber uma redução nesses períodos dos meses, os finais de semana.

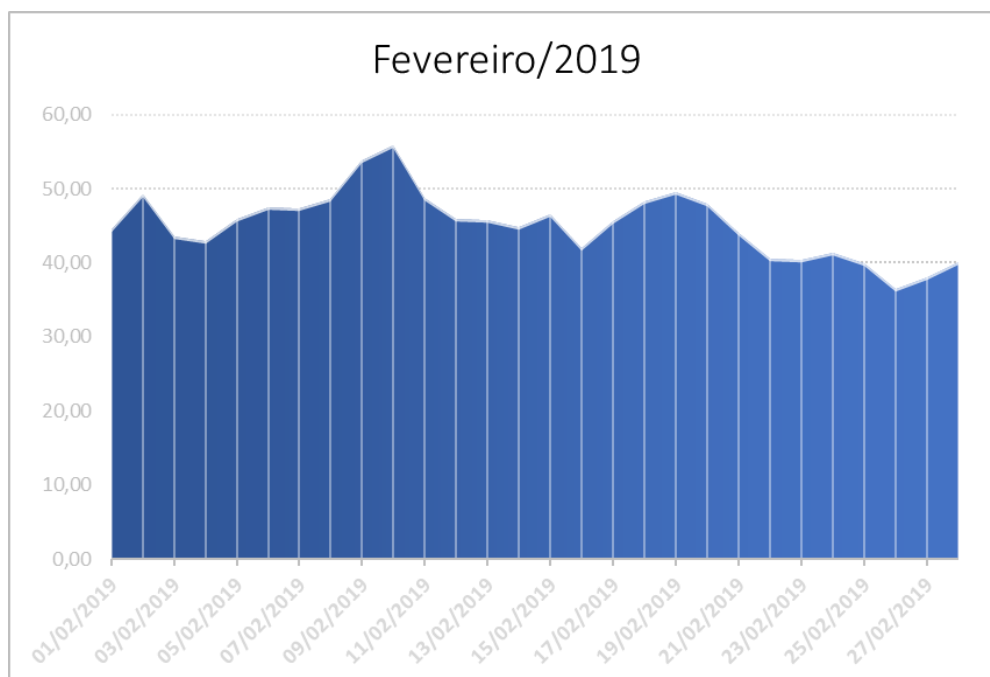


Figura 13: Diagrama de Carga do Mês de Fevereiro de 2019

Para finalizar, acompanhou-se uma semana deste mesmo mês de fevereiro, para proceder com uma visualização horária do perfil de utilização, na Figura 14. Pode-se perceber apenas o domingo apresentando um perfil mais plano e próximo dos valores de manutenção mínima.

Ainda assim, verificamos o início das atividades por volta do horário de 06:00. Logo em seguida, reconhecemos uma queda nos horários característicos entre entrada e saída de hóspedes, isso se deve a telecontagem corresponder aos valores faturados e, portanto, o sistema fotovoltaico, que possui maior produção nesse horário, suprir diretamente ao quadro de cargas. Por conseguinte, reparamos em algumas variações nesse período por questões de maior uso ou apenas variações no tempo, com aparecimento de nuvens.

Nesse gráfico da Figura 14, também se pode entrever o dado de consumo no horário de vazio, considerados pela concessionária no período de madrugada, esse valor representa em geral o quantitativo mínimo para a manutenção do estabelecimento. Por, em geral, os hóspedes se encontrarem em repouso e os maiores equipamentos encontrarem desligados, como os da cozinha e lavanderia. Portanto, esse horário representa grandezas voltadas à manutenção de iluminação de segurança, acondicionamento para o conforto dos clientes, dentre outras poucas atividades, por exemplo, recepção.

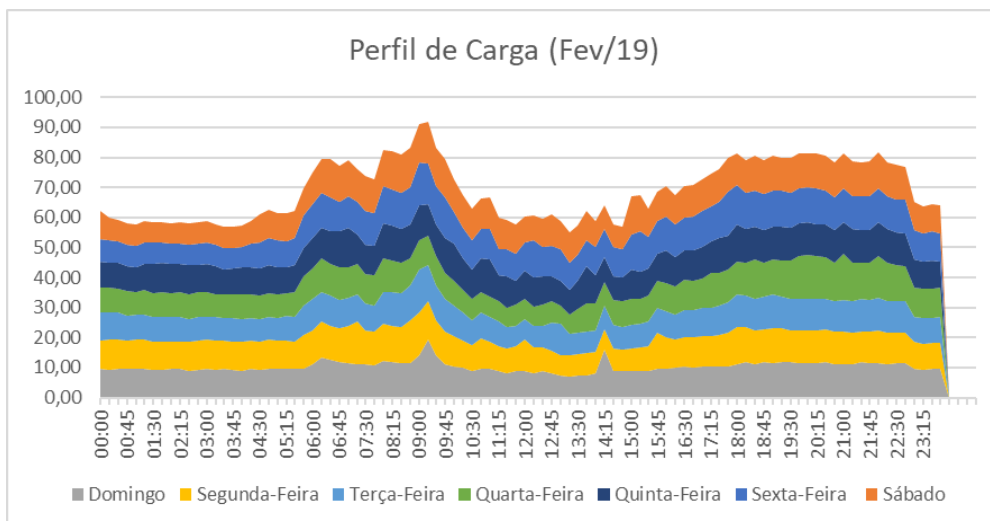


Figura 14: Diagrama de Carga Característico Semanal de Fevereiro de 2019

5 UTILIZAÇÃO DE ENERGIA

No edifício estudado tem-se uma diversificação da matriz energética, composta por um contrato com a Galp Power S.A. para fornecimento de energia elétrica, em Média Tensão $\leq 3000\text{MWh}$, como também gás natural, com a Galp Gás Natural S.A.; além dos sistemas de microprodução fotovoltaica e solar térmica, em sua cobertura.

A energia consumida pelo hotel, portanto, já contempla uso de fontes renováveis, como é incentivado pelo governo, localizados na área superior do prédio. Segue, desse modo, uma compreensão do modo como a energia é usufruída, definindo as formas faturadas e a microprodução.

5.1 ENERGIA FATURADA

Para iniciar a análise, toma-se os dados com uma visão geral da energia obtida da faturação. Pois, estes proporcionam uma perspectiva dos consumos que originam os gastos efetivos com energia, para futura associação com as fontes renováveis produzidas no estabelecimento.

Sendo o principal foco de otimização, conforme apresentado na Tabela 6 a energia faturada em 2018 gerou um custo anual de mais de 100.000,00 €. Esse valor, conforme ocorra a redução da fatura pode retornar como fundo de investimento em outros meios de geração, visando melhores gratificações a longo prazo.

Tabela 6: Energia Faturada em 2018

Concessionária	Energia Final	Energia Primária	Preço	Custo Energia
	<i>kWh</i>	TEP	€	€/kWh
Galp Power	486.242	104,54	65.791,75	0,14
Galp Gás Natural	671.343	64,15	36.269,70	0,05

Fonte: Faturas Galp Gás Natural e Galp Power (2018)

5.1.1 Energia Elétrica

A instituição possui seu contrato de abastecimento em média tensão, na categoria ciclo semanal com feriados, assinado pela empresa Galp. Tal acordo prevê três diferentes modelos diários, conforme os patamares de carga. A principal utilização do fornecimento de energia elétrica é dada para iluminação e atendimento de certos equipamentos, como fornos na cozinha e as máquinas na lavanderia, além do arrefecimento em épocas de calor.

5.1.1.1 Tarifa Energia Elétrica

As tarifas são reguladas pela ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, assim, a Tabela 7 mostra os preços de acesso firmados pela entidade devido a Diretiva N.º 13/2018.

Tabela 7: Tarifa de Acesso para Energia Elétrica no Ano de 2019 [15]

TARIFA DE ACESSO ÀS REDES EM MT		PREÇOS	
Potência		(EUR/kW.mês)	(EUR/kW.dia)
	Horas de ponta	5,928	0,1949
	Contratada	0,984	0,0324
Energia ativa		(EUR/kWh)	
Períodos I, IV	Horas de ponta	0,0499	
	Horas cheias	0,0387	
	Horas de vazio normal	0,0143	
	Horas de super vazio	0,0136	
Períodos II, III	Horas de ponta	0,0496	
	Horas cheias	0,0384	
	Horas de vazio normal	0,0142	
	Horas de super vazio	0,0137	
Energia reativa		(EUR/kVArh)	
	Fornecida	0,0248	
	Recebida	0,0187	

Fonte: ERSE (2018)

Portanto, por serem os montantes mais recentes, os dados da Tabela 7 servirão para as análises porvindouras de economia da fatura. Além disso, na fatura nota-se os valores intitulados de Energia Ativa Medida, representando o custo correspondente a geração propriamente dita.

Esse contrato é de ciclo de tarifação semanal: sábado, domingo e segunda-feira à sexta-feira. Dentre esses modelos a alteração ocorre pela diferenciação nos horários determinados com ciclo de contagem tetra-horário; super vazio, vazio normal, cheia e ponta. Por fim, serão considerados as mudanças na especificação dos horários dividindo-os entre duas estações no ano, inverno e verão.

Primeiramente, ao analisar-se as faturas mensais muitas vezes ocorre a errônea percepção do valor de energia ser o item apresentado como, somente, a Energia Ativa. Entretanto, a fatura nos mostra de forma segmentada o valor total que de fato é pago para a disponibilidade da energia ao consumidor final, mostrando também o montante referente ao uso das Redes de Acesso, como apresentado anteriormente, ademais a contabilização de impostos. Portanto, para um estudo mais claro deve-se entender esse valor conjugado de cada ciclo de contagem e estação do ano, como apresentado na Tabela 8. Os valores apresentados a seguir são referentes ao ano de 2018, devido ao estudo das faturas estarem baseadas nesse ano.

Tabela 8: Tarifa Representada da Energia de Geração e Redes de Acesso em 2018

Preço por Patamar		
	Verão	Inverno
Super Vazio	0,06931 €	0,06921 €
Vazio Normal	0,07719 €	0,07729 €
Ponta	0,11769 €	0,11799 €
Cheia	0,10494 €	0,10524 €

Fonte: Faturas Galp (2018)

Ainda sobre a Tabela 8, vale ressaltar o acréscimo nos valores de Ponta proveniente da cobrança de Potência de Horas de Ponta, como apresentado na Tabela 7, tornando seu gasto unitário muito elevado em comparação aos patamares.

Assim, uma análise interessante, devido ao perfil de consumo diurno do hotel, visto no capítulo anterior de Caracterização do Local e Instalações, são os valores de tarifa em relação a esses horários de patamares. Devido ao modelo de ciclo semanal, do contrato em vigor, na Tabela 9 são apresentados os períodos definidos dos patamares, considerando a diferença imposta pelas estações do ano.

Tabela 9: Ciclo Semanal em Média Tensão para Portugal Continental [15]

Ciclo semanal opcional para MT em Portugal Continental

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	17h00 - 22h00	Ponta:	14h00 - 17h00
Cheias:	00h00 - 00h30	Cheias:	00h00 - 00h30
	07h30 - 17h00		07h30 - 14h00
	22h00 - 24h00		17h00 - 24h00
Vazio normal:	00h30 - 02h00	Vazio normal:	00h30 - 02h00
	06h00 - 07h30		06h00 - 07h30
Super vazio:	02h00 - 06h00	Super vazio:	02h00 - 06h00
Sábado		Sábado	
Cheias:	10h30 - 12h30	Cheias:	10h00 - 13h30
	17h30 - 22h30		19h30 - 23h00
Vazio normal:	00h00 - 03h00	Vazio normal:	00h00 - 03h30
	07h00 - 10h30		07h30 - 10h00
	12h30 - 17h30		13h30 - 19h30
	22h30 - 24h00		23h00 - 24h00
Super vazio:	03h00 - 07h00	Super vazio:	03h30 - 07h30
Domingo		Domingo	
Vazio normal:	00h00 - 04h00	Vazio normal:	00h00 - 04h00
	08h00 - 24h00		08h00 - 24h00
Super vazio:	04h00 - 08h00	Super vazio:	04h00 - 08h00

Fonte: ERSE (2018)

Após a percepção dos valores dos patamares, seus preços e horário, é tomada mais consciência sobre a importância da distribuição da carga ao longo do dia. Iniciando, com a organização dos consumos fora dos patamares de Cheia e Ponta, como por exemplo máquinas da lavanderia programadas para funcionamentos noturnos. Para tal, com a tarifa já apresentada e segmentada pelos seus horários considera-se visualizar a sobreposição dos valores de produção do sistema

fotovoltaico, como mostrado na Figura 15. Surgindo como alternativa a mudança da rotina já imposta no estabelecimento em questão.

Nessa ilustração a preocupação se dá com sua forma e não propriamente com os seus valores exatos, ou seja, uma produção genérica característica do verão. A referência buscada na formulação da curva, se deu pela simulação no software PVSyst, devido a previa disposição dos dados do sistema instalado. No gráfico da Figura 15 será utilizado os valores horários da Tabela 9 correspondentes ao verão, dado a produção nessa estação possuir melhores resultados e a visualização se tratar de um artifício para a análise proposta, dado a curva de geração apenas representar valores hipotéticos.

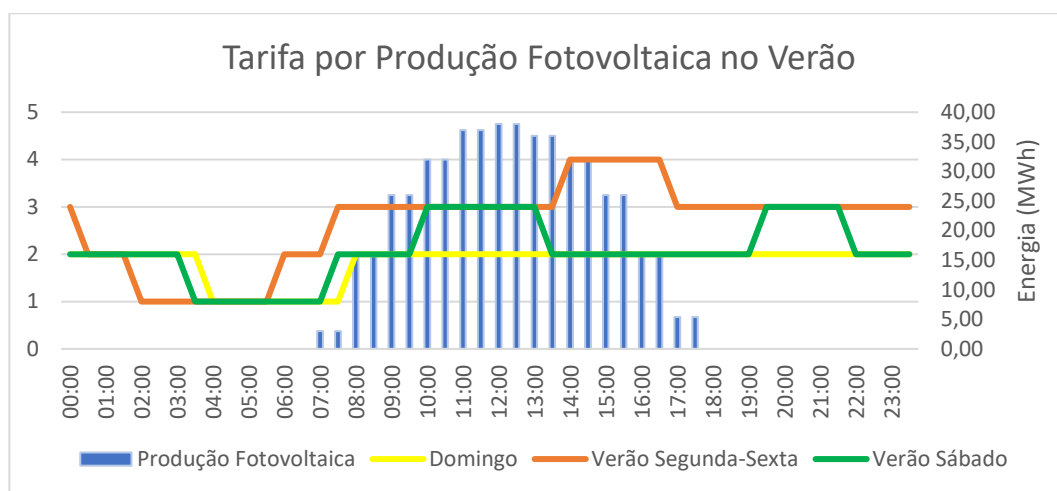


Figura 15: Curva de Produção Característica Fotovoltaica por Patamar de Carga no Período de Verão

Fonte: *software PVSyst (2019) e ERSE (2018)*

Dessa forma podemos perceber as vantagens da implementação de sistemas solares. A curva de produção fotovoltaica, apresentada na Figura 15, mostra que a introdução de energia ativa no sistema ocorre de fato nos patamares mais onerosos. Conforme eixo vertical principal, os valores de 1 a 4 representam os patamares de forma crescente, respectivamente, Super Vazio, Vazio Normal, Cheia e Ponta.

Além da redução dos valores de Rede de Acesso e de Energia Ativa Medida, temos alguma redução do valor de Potência Horas de Ponta, visto que a geração se estende aos horários diurnos correspondentes ao patamar de Ponta, até as 17h. Este último representa o valor unitário mais caro da fatura, cotado em 0,2147 € para redes de Média Tensão (MT) em 2019.

5.1.1.2 Consumo Energia Elétrica

Seguidamente, o estudo do modo de consumo da energia provinda da concessionária se dá de forma coesa com o apresentado anteriormente. A partir dos dados de fatura, fornecidos pela instituição, referente aos dois últimos anos concluídos, foram manipulados os dados para a formulação do gráfico da Figura 16 demonstrando o consumo no ano de 2018. Com essa visualização podemos dar prosseguimento em um entendimento global e generalizado do funcionamento da instituição.

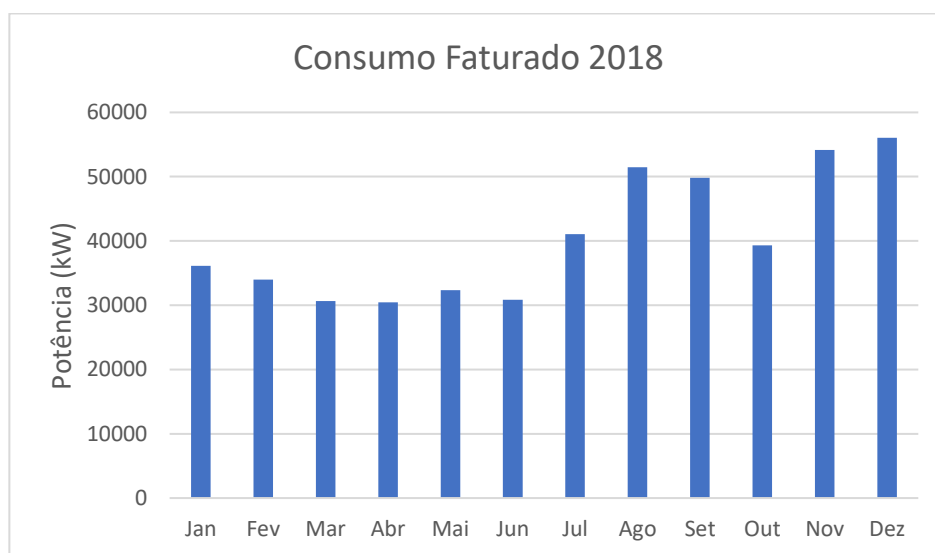


Figura 16: Faturação Anual de Energia Elétrica em 2018

Verifica-se um aumento no consumo no final de ano, visto na Figura 16, em decorrência do aumento de ocupação percebido a partir do meio do ano. Como apresentado no capítulo anterior, tanto em 2017 como em 2018 a taxa de ocupação possuem médias similares.

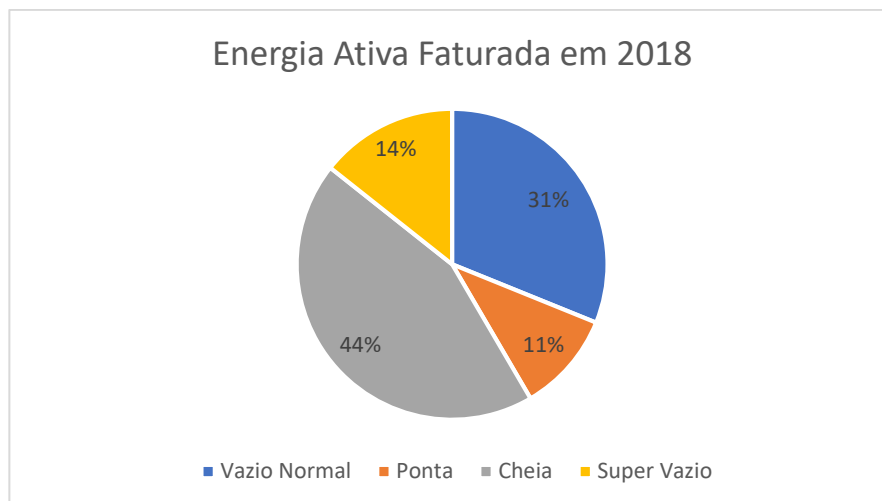


Figura 17: Repartição do Consumo de Energia Elétrica por Período Horário

Como era esperado, ao analisar o consumo pela ótica dos patamares de carga, o modo de utilização de energia pelo Hotel São Lázaro é predominantemente diurno. Mesmo, com a visualização quase igualitária do somatório entre ponta e cheia, predominantemente diurnos; e vazio normal e super vazio, horários predominantemente noturnos, é necessário recordar a utilização em vigor do sistema solar fotovoltaico. Por se encontrar conectado diretamente ao quadro geral não ocorre a contabilização nesse gráfico.

Dessa forma, podemos perceber que 55% de todo o seu consumo mensal estão concentrados nos horários de cheia e ponta, patamares correspondentes aos valores de tarifa mais elevados. Como, também, se mostra com margem para uma ampliação do sistema solar fotovoltaico. Visto atualmente o consumo ainda superior no período de presença de sol verifica-se que a implantação de fontes renováveis com teor de aproveitamento solar, inclusive, proporcionaria um retorno do investimento com tempo reduzido.

5.1.2 Gás Natural

Para a Galp Gás Natural o abastecimento da cidade de Bragança é dado pela distribuidora Duriensegás. A utilização do gás natural se emprega no aquecimento das águas e ambiente, e para alguns equipamentos no âmbito da cozinha.

5.1.2.1 Tarifa Gás Natural

A venda de gás natural se dá pela alocação dos clientes em quatro escalões, que consideram o consumo dos últimos 12 meses, e o atendimento ocorre para consumos inferiores à 10.000 m³. Dessa forma, o tarifário empregado está apresentado na Tabela 10.

Tabela 10: Tarifário Galp Gás Natural para Ano de 2019, Fornecedor Duriensegás¹ [16]

Escalão	Termo Tarifário Fixo		Energia	Termo Tarifário Fixo
	m ³ /ano	€/mês	€/kWh	€/dia
Escalão 1	0 - 220	2,11	0,0580	0,0694
Escalão 2	221 - 500	2,75	0,0544	0,0915
Escalão 3	501 – 1.000	4,02	0,0511	0,1320
Escalão 4	1.001 – 10.000	4,41	0,0502	0,1448

Fonte: Galp Energia (2019)

O consumo é informado considerando a diferença entre duas leituras obtidas em metros cúbicos (m³), entretanto, a faturação propriamente dita transcorre em quilowatt-hora (kWh) devido exigências das diretrizes europeias. Para tal, sendo necessário a utilização de um fator para o cálculo de conversão. Além do valor de Energia a fatura de gás natural conta com o Termo Tarifário Fixo, este é pago para cada dia de fornecimento no mês.

Na formulação do fator de conversão de m³ para kWh são utilizados três componentes, dada a fórmula a seguir:

$$Fator\ de\ Conversão = PCS \times Fct \times Fcp \quad (1)$$

Onde:

PCS = Poder Calorífico Superior do Gás Natural

¹ Aos valores apresentados acresce IVA à taxa legal em vigor.

F_{ct} = Fator de correção por temperatura

F_{cp} = Fator de correção por pressão

O primeiro componente da fórmula (1), Poder Calorífico Superior, será calculado a partir da média direta de valores obtidos em tabela.

$$F_{ct} = \frac{273,15}{(273,15 + T_{gás})} \quad (2)$$

Onde:

$T_{gás}$ = Temperatura média, em °C

Já os outros dois, Fator de Correção por Temperatura e por Pressão, que são obtidos respectivamente pelas fórmulas (2) e (3), seguindo em seu cálculo valores disponibilizados pela distribuidora.

$$F_{cp} = \frac{(Pr + 1013,25)}{1013,25} \quad (3)$$

Onde:

Pr = Pressão Relativa, de fornecimento em mbar

Dessa maneira, o procedimento adotado pela distribuidora na formulação da fatura segue um modelo de conformidade com o determinado pela União Europeia. De modo semelhante à tarifa de energia elétrica, a regulamentação dos preços comercializados de gás natural ocorre por parte da ERSE.

5.1.2.2 Consumo Gás Natural

A partir da compreensão da forma de fatura do gás natural, o estudo segue para a visualização do consumo propriamente dito. O principal uso da energia do gás natural é baseado na sua transformação em energia térmica, para aplicações, por exemplo, na cozinha, águas quentes sanitárias e aquecimento de ambientes.

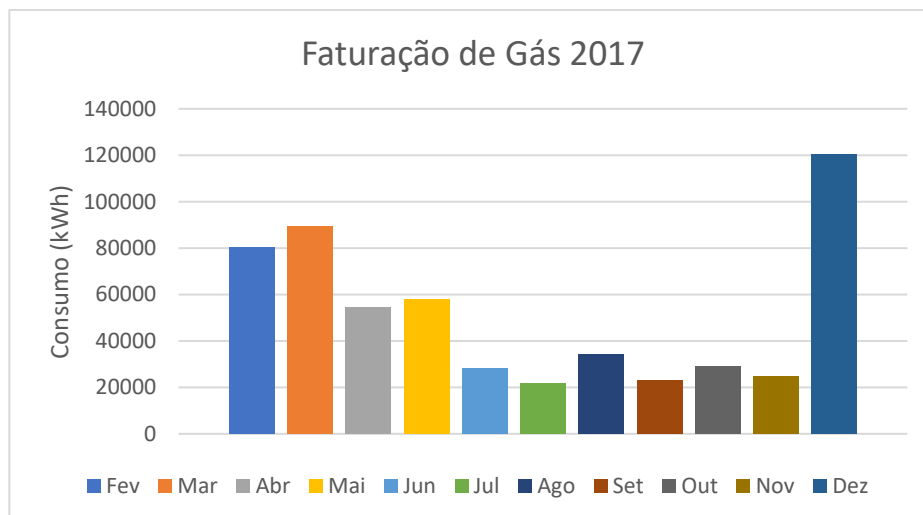


Figura 18: Consumo Faturado de Gás Natural no Ano de 2017

Como percebido graficamente, na Figura 18, os meses de menor consumo se encontram no verão, evidenciando o aquecimento dado por sistema a gás, e este sendo responsável pelo maior consumo de gás proveniente da concessionária. Ao acompanhar a visualização do mês de dezembro em 2017 com os meses iniciais do ano de 2018, este apresentado na Figura 19, existe uma continuidade no consumo indicando o inverno rigoroso.

Com a visualização da Figura 19 pode-se perceber uma mudança no mês de dezembro, isso pode ser devido a condição do inverno nesse ano, 2018, ter sido mais brando, sem ocorrência de neve, apenas poucos dias de geada, reduzindo drasticamente a necessidade de grande aquecimento de ambiente, como visto no inverno do ano anterior.

Com a associação do sistema solar térmico podemos perceber o gasto muito baixo nos meses de verão. Com os coletores em produção elevada e com a necessidade de aquecimento do ambiente ínfima, devido o verão possuir características de temperaturas elevadas nessa região. Além disso, o consumo de águas quentes sanitárias apresentou cifra muito pequena de atendimento da concessionária, demonstrando a eficiência da implementação do sistema solar térmico na cobertura.

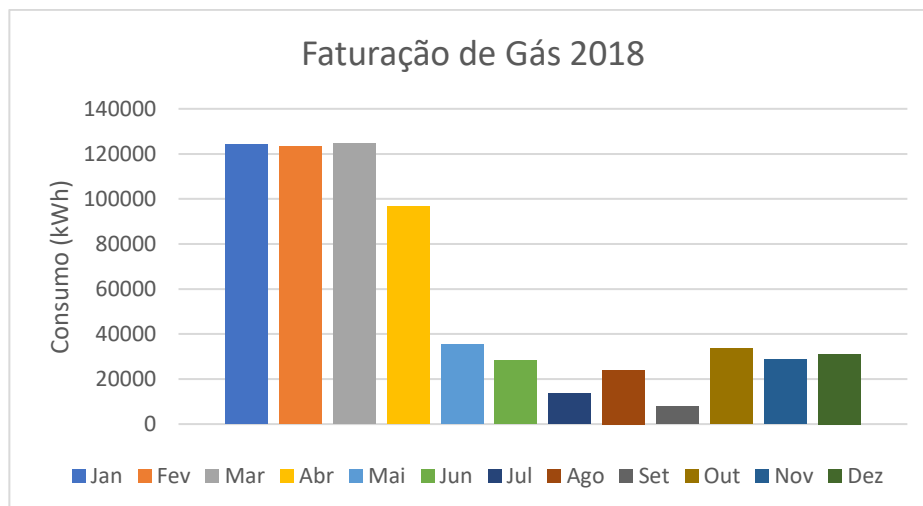


Figura 19: Consumo Faturado de Gás Natural no Ano de 2018

Entretanto, para a realização do gráfico da Figura 19 foi necessária a manipulação dos dados das faturas, estas informações foram disponibilizadas pela empresa. Pois, nos arquivos disponibilizados não foi encontrada a fatura referente ao mês de setembro/2018. Pela falta da fatura para proceder com a análise foi executado o mesmo procedimento da concessionária, com o auxílio das faturas anterior e posterior verificou-se a contagem real do medidor para aquele mês.

Os cálculos se basearam nas informações do consumo em metros cúbicos, um fator de correção de volume (tipo Ptz) e o fator de conversão para a unidade de energia convencional (kWh). Como foi apresentado na seção anterior as fórmulas usadas nesse caso, a sequência dos cálculos procura respeitar o descrito em fatura. O processo executado está retratado a seguir:

- Primeiramente, verificou-se o valor de volume consumido no mês e foi feito o produto com um fator Ptz apresentado em fatura, no valor de 1,24. Esse valor será o utilizado para a aplicação do fator de correção apresentado na fórmula (1), da seção anterior.

$$\text{Consumo } m^3 \text{ com Correção PTZ} = 528 \times 1,245903 \quad (4)$$

- Logo em seguida, a partir de tabelas disponibilizadas pela Infraestrutura de Gás Natural na REN, obtêm-se o valor de PCS igual a 11,982 [17]. Em segundo lugar, com o auxílio de tabelas e a aplicação das fórmulas (2) e (3), da seção anterior, foram obtidos os

valores de F_{ct} como 0,961288 dado o valor de 11° usado pela distribuidora Duriensegás [18]. E o valor para o F_{cp} de 1,0444 [19].

$$\text{Fator de Conversão (setembro/2018)} = 11,982 \times 0,961288 \times 1,0444 \quad (5)$$

- Finalmente foi obtido o valor de 7912,86 kWh, pela fórmula (6), para o mês de setembro de 2018. Graças ao valor de 657,83 m³ corrigido pelo Fator P_{tz} , na fórmula (4), logo acima, e o valor de 12,028 do Fator de Correção de m³ para kWh, obtido no passo anterior na equação (5).

$$\text{Consumo a Faturar (kWh)} = 657,836 \times 12,0286 \quad (6)$$

Logo, como determinado pelo cálculo (6), o valor obtido corroborou com o consumo apresentado entre os meses adjacentes e possui um montante de grandeza similar as proporções do ano de 2017, que seguiu o mesmo padrão de uso para essa época do ano.

Conforme as faturas, podemos perceber uma grande conexão do valor de consumo de gás natural e a temperatura externa, percebidas pelas estações do ano. Entretanto, ao buscar a informação de ocupação do Hotel, apresentada no capítulo anterior, não ocorre uma correlação, o que indica possíveis desperdícios nesse setor.

5.2 SISTEMA DE MICROPRODUÇÃO

Como uma das medidas, bem implementadas pelo hotel, a produção de energia renovável para a redução da dependência da concessionária traz uma melhoria na eficiência energética predial. O sistema fotovoltaico visa complementar a fonte elétrica, e o sistema solar térmico busca uma solução de otimização na compra de gás natural da distribuidora.

5.2.1 Sistema Fotovoltaico

Este sistema instalado no terraço do hotel visa reduzir o consumo da energia proveniente da concessionária local de energia elétrica. Com um contrato definido pelo modelo de Autoconsumo (UPAC), sem injeção do excedente na rede.

Com a Figura 20, pode-se perceber a importância do sistema fotovoltaico em vigor. Essa figura foi produzida com dados da telecontagem do dia 28 de fevereiro, representando a energia faturada e manipulados para valores horários, e a sobreposição dos dados de simulação no software PVSyst da produção solar instalada, para o mesmo dia.

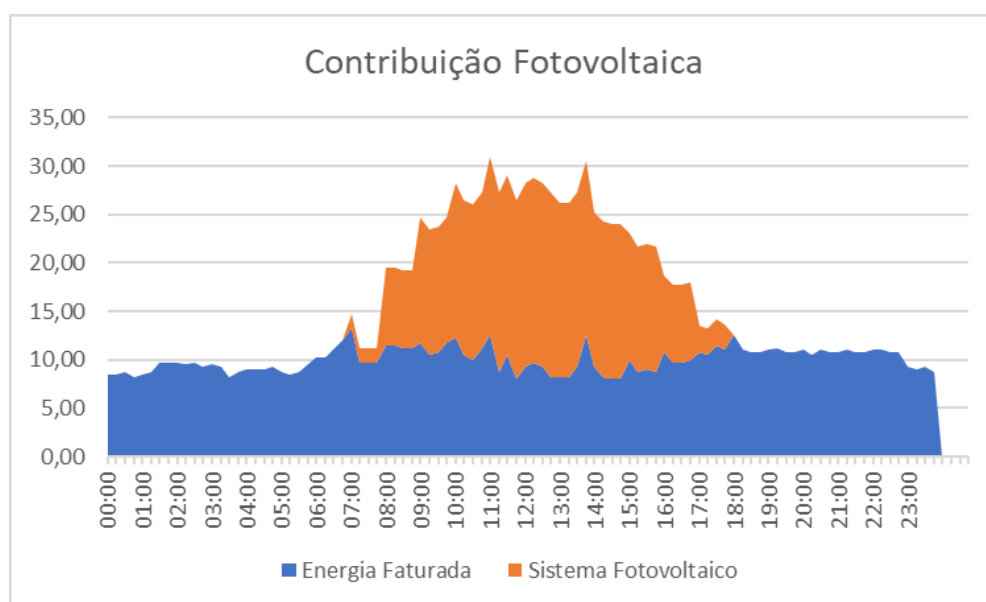


Figura 20: Sobreposição do Consumo Faturado e uma Curva Característica de Produção Solar Fotovoltaica

Fonte: Hotel São Lázaro e PVSyst (2019)

Portanto, esses dados mostram a contribuição do sistema fotovoltaico em um dia do final do inverno e, pela visualização do calendário, um dia útil da semana. Dessa forma, pode-se perceber a primorosa diminuição dos gastos no momento determinado do patamar de cheia.

A instituição conta com 92 painéis fotovoltaicos, instalados na cobertura plana do 12º piso, com a face para o azimute Sul e não possui obstrução em seu horizonte, como mostrado a Figura 21. O sistema se encontra conectado com o quadro geral do edifício por meio de um inversor trifásico.



Figura 21: Sistema Fotovoltaico Instalado no Terraço

Ao estudar o sistema, foi calculado pelo PVGIS-5, de acordo com a localização, as variáveis relacionadas ao horizonte e inclinação. Como resultado o PVGIS apresenta uma curva da provável produção de energia, representado na Figura 22, desconsiderando as perdas do sistema.

O relatório completo se encontra no Anexo A, e apresenta, além dos valores de potencial de geração, outros dados relevantes ao entendimento da importância dos fatores de inclinação e orientação.

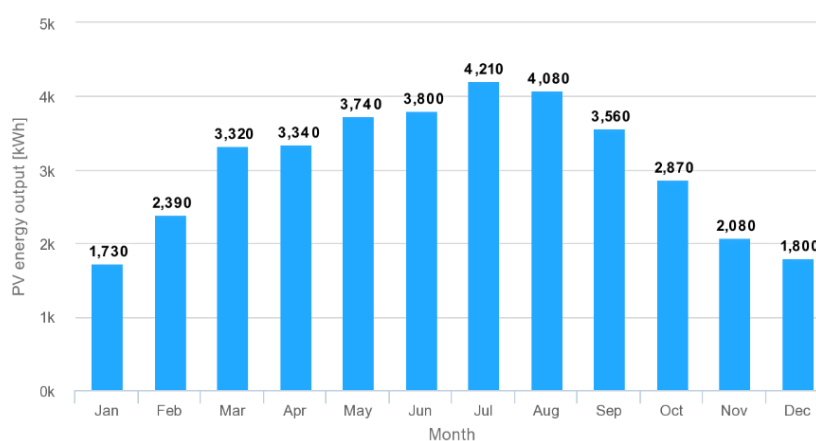


Figura 22: Produção Anual do Sistema Fotovoltaico por Simulação no PVGIS
Fonte: PVGIS (2019)

Por escassez de informação a respeito da produção exata dos painéis ao longo do ano estudado, foi feito por meio do software PVSyst 6.7.0 a determinação do sistema instalado. Foram utilizados em simulação os equipamentos exatos conforme

encontrados no local, como pode ser visto de forma completa no Anexo B, que corresponde ao relatório obtido no programa.

As características técnicas dos módulos fotovoltaicos, no local, estão descritas na Tabela 11, a seguir. Em posse da informação do modelo foi possível a simulação no software escolhido e a confirmação dos valores de potência com a conexão ao inversor.

Tabela 11: Características dos Painéis Fotovoltaicos	
Dados dos Módulos Instalados	
Marca	SolarWorld
Modelo	Sunmodule Protect SW 260 poly
Quantidade	92 unidades
Área Unitária	1,6 m ²
Área Total	154 m ²

Fonte: Datasheet SolarWorld (2015) [20]

Já as informações do inversor utilizado para a ligação do sistema fotovoltaico ao quadro geral de cargas estão descritas na Tabela 12. Demonstrando dessa forma o sistema de 23,9 kWp instalado, enquanto o inversor possui potência nominal de 22 kW. Pelo fato de a curva característica fotovoltaica apresentar um pico ao meio-dia e possuir menor produção no restante do dia o inversor não opera em seu máximo o tempo todo, o que permite um pequeno sobre dimensionamento.

Tabela 12: Características do Inversor Fotovoltaico	
Dados do Inversor Instalado	
Marca	Huawei Technologies
Modelo	SUN2000-20k TL
Quantidade	1 unidade
Seguidores MPP	3 unidades

Fonte: Datasheet Huawei (2018) [21]

Após os dados introduzidos, o PVSyst informou a produção anual, como mostra a Figura 23, com valores próximos aos obtidos devido aos dados de

localização do PVGIS. Além da produção pode-se verificar a apresentação dos dados de perda no sistema, devido, por exemplo, aos coletores e perdas no inversor, apresentando os dados de forma mais próxima da real utilização.

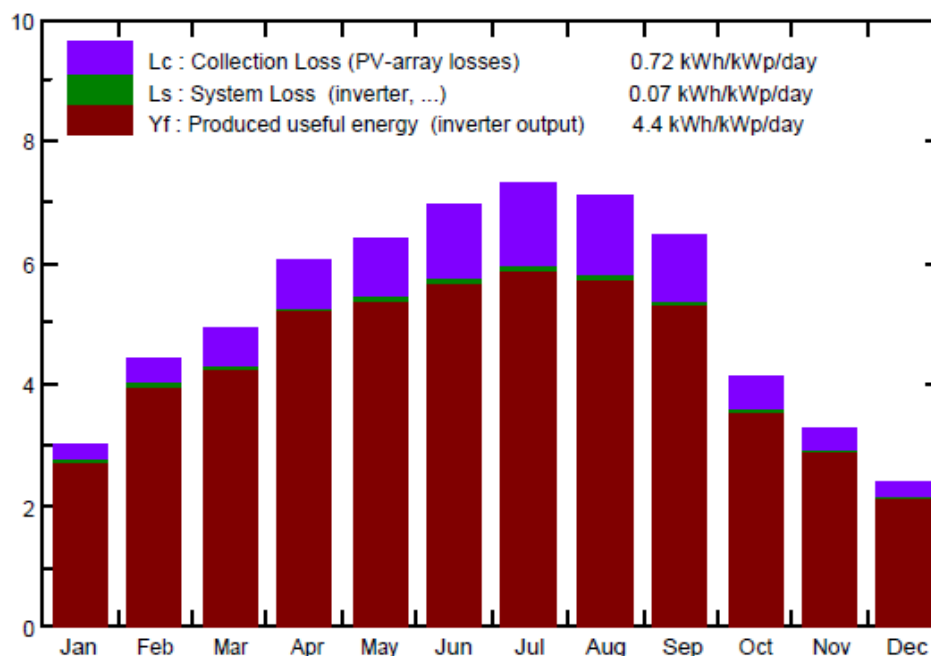


Figura 23: Distribuição do Software PVSyst para Produção Anual Considerando Perdas
Fonte: PVSyst (2019)

Pode-se visualizar na Figura 23 a relação da temperatura com as perdas associadas aos coletores, devido ao aquecimento ser uma das variáveis de grande influência na formulação do desempenho das células fotovoltaicas atualmente disponíveis no mercado.

O sistema instalado disposto para simulação no PVSyst obteve um índice de 84,76% de eficiência, com a conexão desses componentes apresentados. Como na Figura 24, demonstrando a desenvoltura do sistema ao decorrer de um ano. Com esses valores, foi possível a introdução da contribuição fotovoltaica ao consumo de energia geral do Hotel São Lázaro no decorrer do ano.

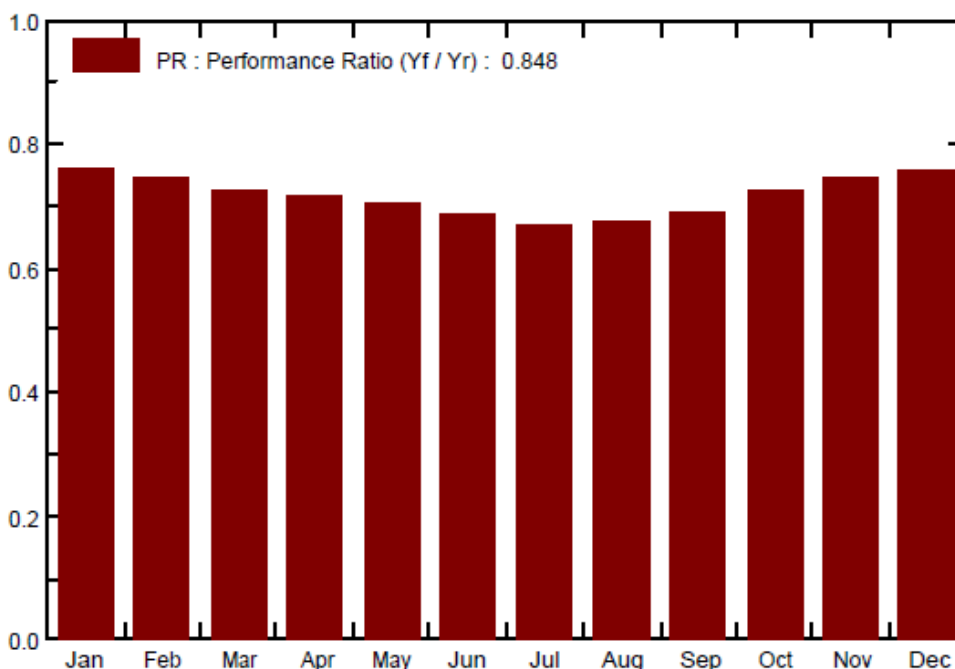


Figura 24: Taxa de Eficiência Obtida no PVSyst no Decorrer de um Ano
Fonte: PVSyst (2019)

5.2.2 Sistema Solar Térmico

A ideia básica de um sistema solar térmico encontra-se na utilização da radiação solar para o aquecimento de um fluido, em sua maioria líquido, como por exemplo a água. Portanto, o esquemático inicia-se da utilização de um coletor solar térmico, que, em geral, por meio de permutadores transfere essa energia para o consumo final.

Dada a sua energia base prover de uma fonte térmica, sua utilização se dá como complemento da energia proveniente da faturação do gás natural. Assim, primeiramente, por análise teórica do balanço energético proporcionado pelo coletor entende-se seu funcionamento com alicerce nos requisitos para o desempenho desejado.

O uso mais tradicional de um sistema solar térmico é o aquecimento das águas sanitárias, e a temperatura obtida por esse método favorece o uso para essa finalidade. Os sistemas podem ser apresentados por diversas classificações, inicialmente pode-se diferenciá-los por sistemas diretos ou indiretos [22].

Os sistemas diretos são aqueles com a água do consumo aquecida nos coletores, este sistema é bem simples e os coletores estão conectados diretamente

ao tanque. Sua principal limitação é a possibilidade de congelamento, que pode ser corrigida com uma pequena circulação de água ou o esvaziamento dos coletores.

Já os sistemas indiretos, tipo mais utilizado, ocorre devido a inclusão de um permutador de calor entre o atendimento das águas quentes sanitárias e os coletores. Este possui menor desempenho, devido à inclusão de um elemento no sistema, entretanto visa resolver o problema de congelamento existente no sistema direto.

O sistema instalado na cobertura, como mostrado a Figura 25, tem o destino para as águas quentes sanitárias, dividido em dois anéis de alimentação.



Figura 25: Sistema Solar Térmico Instalado no Terraço

Formado por um conjunto de 44 coletores solares, com os dados apresentados na Tabela 13, e por caldeiras, permutadores, acumuladores e bombas de circulação. O sistema está determinado para a indicação de aquecimento da água em 50-60°C, sua capacidade instalada é de 82,85 kW. Tais dados são vistos no Anexo C, que representa uma simulação do sistema solar térmico do Hotel São Lázaro efetuada pelo software T*SOL PRO 5.5.

Tabela 13: Características dos Coletores Solares Instalados

Dados dos Coletores Instalados	
Marca	OpenPlus
Modelo	OP-V2 Plano
Quantidade	44 unidades
Área Unitária	2,17 m ²

Fonte: OpenPlus (2013) [23]

Após a determinação do sistema solar térmico concluiu-se as formas de obtenção de energia por parte da instituição e assim será possível dar prosseguimento a análise com comparação dos sistemas e com as possíveis complementariedades e disposições de cada um. Percebendo quais os pontos de mudança e melhorias existentes.

5.3 ENERGIA TOTAL CONSUMIDA

Após toda a manipulação e avaliação dos dados referentes, da distribuidora somado as produções renováveis, implementadas no hotel, tem-se uma visão mais verossímil do consumo.

De certa forma, sua utilização é dada pela distribuição exposta no gráfico seguinte, apresentando suas proporções de uso.

Após análise completa foi ratificado que os valores de 2018, apresentados na Figura 26, se assemelham muito com os valores de 2017, em sua distribuição ao longo do ano e em suas divisões de fontes de energia.

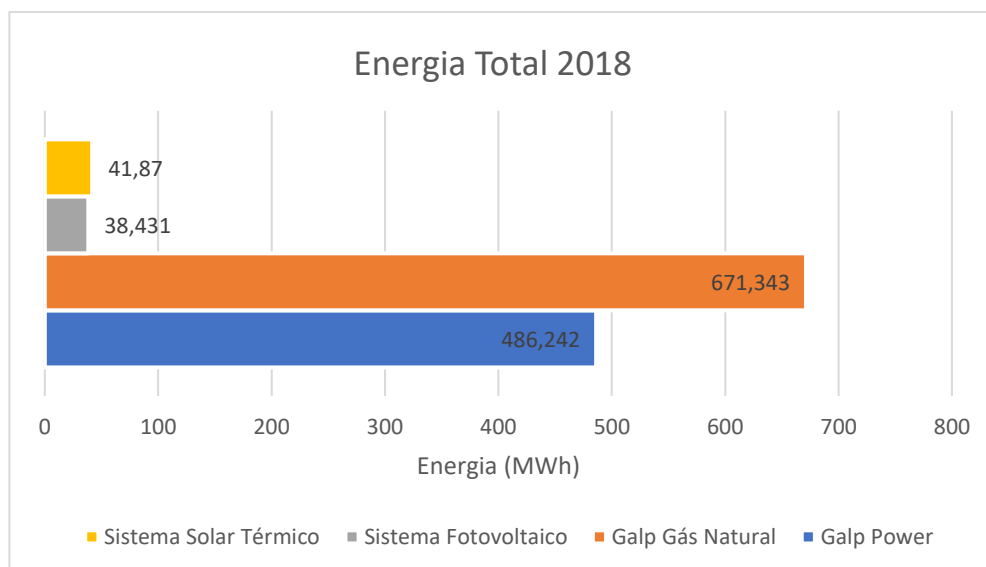


Figura 26: Energia Total Consumida no Ano de 2018 por Fonte

Portanto, torna-se visível ainda a dependência das provisões da concessionária. Apesar de existir margem para crescimento do sistema fotovoltaico, o que reduziria os valores consumidos, primordialmente, nos períodos das tarifas de cheia.

Pode-se analisar duas grandes variáveis no tocante a utilização de energia do perfil de um hotel: sua ocupação, que inflige maior movimentação, uso de equipamentos e maior controle de climatização; e a temperatura, que vem em decorrência do clima local. Portanto, a correlação da forma de consumo das fontes presentes no hotel com essas variáveis demonstra sua boa utilização ou podem indicar pontos de desperdício, e, portanto, futuros estudos para otimização dos sistemas relacionados.

Ao analisar os valores individuais de uso do gás natural percebe-se o gasto muito pequeno no verão, fato que demonstra o bom dimensionamento do sistema solar térmico, pois esta é a época de maior produção e proporciona um período de grande economia, não mostrando sentido em uma ampliação dele. Ainda que a disparidade, dos sistemas térmicos, vista na Figura 26 possa dar uma ideia contrária, mas esse valor deve ser visto com a consideração dos gastos com climatização no inverno, período de menor produção solar, principalmente na localidade de Bragança.

Já na percepção do sistema de consumo elétrico, percebe-se uma margem para ampliação da geração fotovoltaica em valores absolutos devido os dados da Figura 26. Pode-se verificar uma disparidade de fatura e produção, e como apresentado neste mesmo capítulo em subseções anteriores isso ocorre mesmo na

estação de verão. Além, de existir necessidades de atendimento de carga em períodos diurnos na atualidade, o que demonstra a viabilidade econômica para um maior sistema solar fotovoltaico.

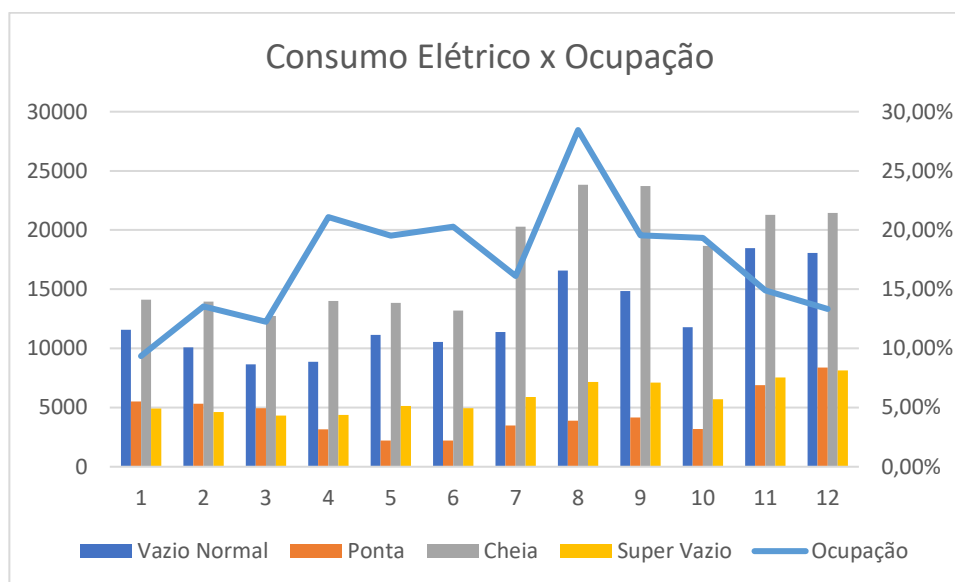


Figura 27: Consumo de Energia Elétrica Faturada com Comparação aos Valores de Ocupação para o Ano de 2017

Com a Figura 27 pode-se verificar que a partir do segundo semestre do ano, devido ao aumento de hóspedes, ocorre uma elevação no consumo demonstrando uma conexão direta, da taxa de ocupação do hotel e do consumo de energia elétrica. Esse quesito demonstra positivamente a utilização de energia elétrica faturada, pois os acréscimos verificados se encontram principalmente no patamar de cheia, pontos de maior utilização diurna e consoante ao perfil de utilização de um hotel.

Além da ocupação podemos ponderar o uso do hotel para reuniões devido as estruturas voltadas para esse público. Podendo, assim, justificar o maior uso de energia elétrica na temporada do final de ano, de natureza igual, a utilização do restaurante para festividades. Caracterizando, poucos índices de desperdício na utilização da energia, com a visualização dos valores pouco variados do patamar de super vazio. Este período caracteriza, principalmente, o consumo basal e noturno, de forma a representar a amplitude do consumo mínimo de equipamentos, dada uma estagnação do exercício das atividades.

5.3.1 Transformação para TEP

Para uma análise comparativa coerente entre os tipos de energia citados devemos apresentá-los em concordância com a fonte primária de obtenção dessa energia. Dessa forma, existirá uma valoração da metodologia de transformação envolvida nessa geração, dada a diferença no processo de obtenção da energia elétrica e da energia térmica.

Assim, na conversão da energia elétrica será considerado o valor médio do rendimento ($\eta_{elétrico}$) das centrais, alcançando, deste modo, valores de conversão de kWh, unidade de energia elétrica, para tep (Tonelada Equivalente de Petróleo) unidade que será usada para a comparação primária das fontes.

$$Energia (tep/kWh) = \frac{\eta}{86} \times 10^{-6} \quad (7)$$

De acordo com a Diretiva 2006/32/CE, será considerado o valor para transformação da energia elétrica dado por $\eta_{elétrico} = 0,4$. Dessa forma, a conversão ocorre com a proporção de $1 kWh = 215 \times 10^{-6} tep$.

Em seguida, a conversão de energia térmica considerará o rendimento térmico médio ($\eta_{térmico}$) das caldeiras utilizadas na geração. Considerando o Despacho n.º 17313/2008 de autoria da Direcção-Geral de Energia e Geologia, o valor será de $\eta_{térmico} = 0,9$.

Para a disposição das quatro fontes presentes no estabelecimento foram utilizadas a fórmula (7) para a obtenção do gráfico da Figura 28, no qual se usufruiu dos valores disponibilizados nas diretivas como dado de rendimento. Assim, os dados apresentados nesse capítulo, sobre o uso global da energia, proporcionaram a base para a implementação conforme os rendimentos médios (η).

Energia Primária (TEP)

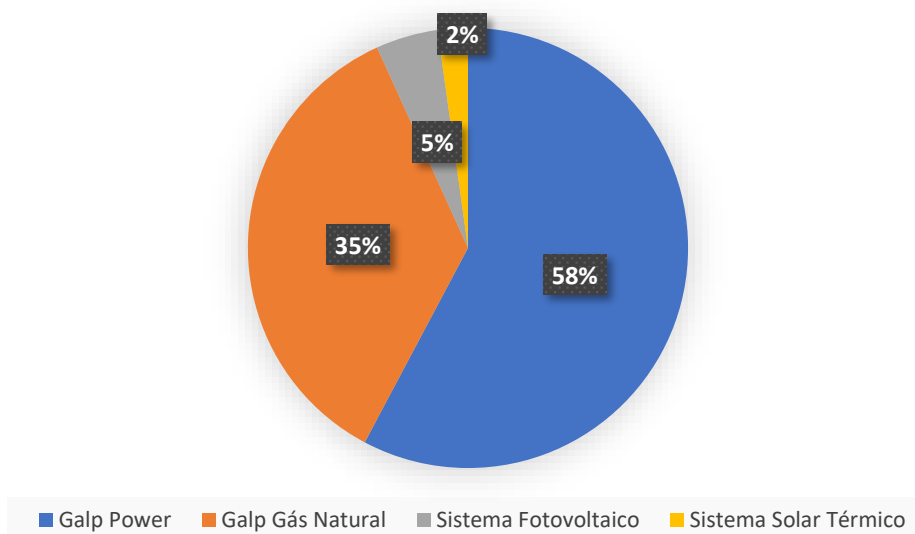


Figura 28: Percentual de eContribuição das Fontes Primárias

Portanto, o rendimento térmico possui um aproveitamento da fonte primária mais otimizado. Logo, como vemos no gráfico do percentual das contribuições de cada tipo de energia apresentados nesse capítulo, a Figura 28 demonstra a porção dessas influências. Como percebe-se a massiva dependência da energia provinda da distribuidora, com 93% da energia utilizada.

6 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS CONSUMIDORES DE ENERGIA

Passando agora para uma análise setorizada dos sistemas, considerados essenciais para o funcionamento do prédio em concordância com suas atividades comerciais. No que diz respeito aos consumos característicos de um edifício com semelhanças ao residencial, como o caso de um hotel. Assim, podemos verificar de acordo com a Figura 29, quais são os principais usos de energia em um prédio. Desse modo, pela IEA são determinados os três maiores sistemas responsáveis pelo consumo de energia, como sendo o aquecimento do ambiente, a iluminação e, na sequência, o aquecimento de águas.

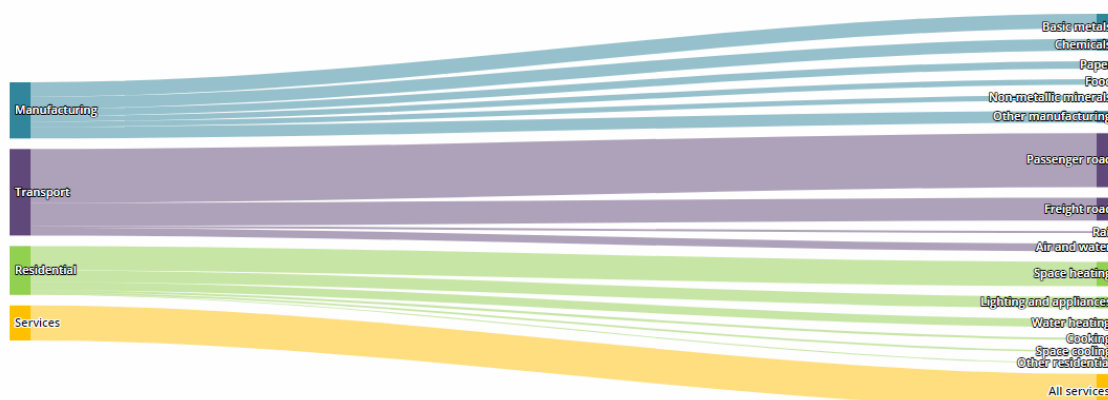


Figura 29: Consumo de Energia por Uso Final [7]
Fonte: IEA (2018)

6.1 CLIMATIZAÇÃO

O sistema de climatização é de extrema importância por ser responsável pelo conforto térmico. Por se tratar de um edifício com o objetivo de prestação de serviços, no ramo da hotelaria, o conforto nos aposentos é de suma relevância. Além do estabelecimento em questão se situar na região de Bragança, que possui um inverno rigoroso, fato que amplia a contribuição desse sistema no âmbito da utilização da energia, principalmente ao considerar as dimensões físicas do hotel.

O edifício está equipado com dois sistemas centrais de aquecimento e arrefecimento, respectivamente, compostos por 2 caldeiras e 2 chillers. Como representado na Figura 30, os esquemas.

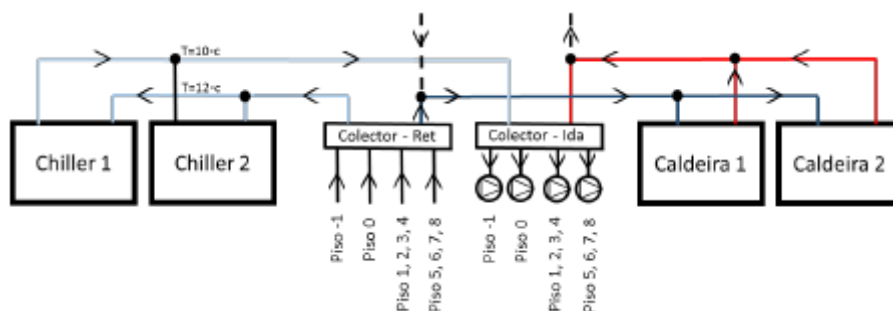


Figura 30: Esquema Simplificado do Sistema de Climatização
Fonte: Auditoria IQ Energy (2014) [24]

Os chillers se encontram instalados na parte traseira do prédio e são sistemas com utilização de energia elétrica, enquanto, as caldeiras estão dispostas no andar da casa de máquinas e possuem dupla função, tanto no aquecimento do ambiente quanto no sistema de águas quentes sanitárias e são sistemas com funcionamento utilizando gás natural.

Portanto, as caldeiras se encontram como principal destino do consumo de gás natural da concessionária, enquanto os chillers são responsáveis pelo aumento do consumo de energia elétrica verificados no período dos meses de verão.

6.2 ILUMINAÇÃO

Responsável pelo segundo maior sistema do prédio, a iluminação encontra-se em processo de renovação para luminárias LED. Além da associação de espaços com aproveitamento da iluminação natural. Por ser um fator importante na classificação energética do edifício, visto que promove uma alteração completa no prédio, esse sistema deve possuir especial atenção. Assim, o tipo do estabelecimento também proporciona um aumento na grandeza do sistema de iluminação.

Entretanto, após conhecimento do modo de utilização dessa energia, foi identificado uma possível melhoria no período de utilização das luminárias, no afã de reduzir o tempo ocioso. Pois, a iluminação artificial ocorre sem desligamentos, fator que pode ser otimizado com o desligamento nos momentos em que os ambientes se encontram desocupados. A formulação encontra-se no capítulo seguinte, destinado às propostas.

Assim como, ter atenção na alocação dos hóspedes priorizando, por exemplo, em épocas de baixa temporada a concentração nos andares, permitindo menos acionamentos da iluminação nas áreas de circulação. Dessa forma, dada a otimização já ocorrer por parte de instalação, com a mudança para o tipo LED, será somado um desligamento programado para um completo aprimoramento desse setor consumidor.

6.3 EQUIPAMENTOS

De maneira geral, a associação, dos diversos equipamentos dispostos pelo hotel, forma um consumo relevante para sua análise de eficiência do desempenho energético do prédio.

Os quartos, como foram apresentados em Características da Instalação, apresentam a distinção em dois grupos de acordo com a disponibilidade de certos equipamentos. O maior quantitativo nas dependências do Hotel são os quartos, simples e duplos, que correspondem a um total de 152 cômodos, possuindo apenas telefones. Já as suítes dispõem de televisores, proporcionando um nível maior de conforto, e correspondem a um total de 120 acomodações no prédio.

Além disso, existem dois outros grandes grupos no local com a disposição de considerável potência instalada, a cozinha e a lavanderia. Portanto, segue, conforme Tabela 14, o descritivo de tais equipamentos para a compreensão da dimensão da potência instalada no edifício.

Tabela 14: Equipamentos Instalados

Local	Piso	Equipamento	Potência Instalada (kW)	Quantidade
Lavanderia	1	Secadora Pequena	6,14	1
Lavanderia	1	Secadora 32kg	36	1
Lavanderia	1	Calandra	53,7	1
Lavanderia	1	Máquina de Roupa 32kg	31	1
Lavanderia	1	Máquina de Roupa 16kg	18	4
Cozinha	3	Forno	17,5	1

Fonte: Hotel São Lázaro (2019)

Por fim, outros espaços no hotel utilizam equipamentos de pequeno porte como os eletrônicos. Encontrados no piso da recepção, com a própria, na parte da gerência, na tabacaria e nas salas de congresso estão o uso de computadores e outros equipamentos voltados para o trabalho de escritório.

Para os equipamentos descritos, conforme dados obtidos em reunião no hotel com a administração, verificou-se que a rotina de utilização já possuía um elevado grau de desenvoltura, o que não fundamentava uma proposta de alteração no cotidiano em vista dos pequenos resultados esperados.

7 POTENCIAL DE MELHORIAS

Este capítulo possui o objetivo de sugerir as medidas identificadas para promover o uso racional da energia. Diversos projetos podem ser pensados para fomentar a eficiência do uso dos recursos como programas de reuso de água, diversificação da matriz energética com a implementação de pequenas turbinas eólicas. Entretanto, essa seção busca descrever de maneira mais detalha duas formas de promover redução da energia fornecida pela concessionária, vistas com fácil gestão e implementação.

Dessa forma, serão apresentadas as propostas com embasamento nos resultados obtidos, demonstrando a economia financeira e o tempo de retorno de cada investimento. Tais resultados, aqui apresentados, servirão para a tomada de decisão dos gestores do hotel e, principalmente, para alicerçar a execução concreta dos projetos de implementação das propostas.

O estudo financeiro executado tomou como base os valores de tarifa correntes do ano de 2019, e utilizou uma análise de retorno do investimento com a formulação simples pela razão entre investimento e economia prevista de forma direta.

7.1 SENSOR DE MOVIMENTO

De acordo com a primeira etapa do trabalho executado, em reunião com responsáveis pelo hotel foi informado sobre a iluminação das áreas de circulação nos pisos destinados aos quartos ocorrer sem desligamentos. Portanto, o estudo primário se dá com a contabilização de um método para evitar períodos de iluminação desnecessárias que ao longo do ano somam quantias indevidas na fatura de energia elétrica. Visto que as demais áreas do hotel são controladas conforme a sua utilização, não sendo identificado valores grandes para otimização.

Dessa forma, buscando uma solução menos onerosa, de simples implementação e com manejo prático para a rotina dos funcionários do hotel propõe-se a instalação de um sensor de presença. Como relatado pela gerência devido a rotina de limpeza nesses andares demandarem muita movimentação no corredor

esses sensores seriam acionados de forma excessiva, portanto para o melhor funcionamento do sistema visa-se associar um temporizador.

Dessa forma, a recomendação discorre sobre as áreas de circulação possibilitarem o desligamento em momentos na madrugada, em que os hóspedes ao saírem dos quartos usufruiriam do acionamento por meio do sensor, assim como os momentos durante o período diurno de pouca movimentação, seguindo a mesma lógica de utilização. Mantendo dessa maneira a iluminação ligada, com a ação do temporizador, nos momentos de maior movimentação dos funcionários e dos clientes.

Tabela 15: Consumo de Iluminação de Circulação da Proposta com Sensor

Horário	% Consumo
01:00 - 05:00	0%
05:00 - 09:00	25%
09:00 - 18:00	100%
18:00 - 01:00	50%

Essa economia ocorre sobre o montante da área de circulação com 10 fileiras de 20 lâmpadas, distribuídas dessa forma em cada piso. Contabilizando do 4º ao 11º piso, resulta-se a instalação de 1.600 luminárias LED de 12 Watts, que atualmente operam pelas 8.760 horas do ano. Assim, a Tabela 15 apresenta a formulação do consumo de energia, conforme identificado pela telecontagem os horários e seus níveis de carga, prevendo patamares de redução. Conforme o horário de maior fluxo, das 09:00 às 18:00, o temporizador permitiria a iluminação ligada permanentemente nesse tempo. Enquanto, nos outros horários, conforme visto no perfil de carga, permitiriam reduções, como no período da madrugada as luminárias seriam pouco acionadas permitindo a maior poupança.

O temporizador com uma breve pesquisa pode ser encontrado no mercado pelo preço médio de 10,00 € até 20,00 € [25]. Já os sensores de movimento podem ser encontrados no mercado com valores médios de 15,00 € até 30,00 € [26]. Mostrando seu baixíssimo custo de implementação. Além de existir no mercado sensores de presença que possuem a funcionalidade de ser acionado somente em determinado período, dia ou noite.

Este último modelo, serviria como alternativa aos dois equipamentos, entretanto possibilitaria a redução somente em um dos períodos do dia, enquanto a associação do temporizador semanal e o sensor possibilitariam maiores programações e períodos de controle da iluminação. Além disso, pode ocorrer mudança nos horários sugeridos conforme verificação da administração do hotel para melhor adequação da rotina de trabalho.

Tabela 16: Resumo Resultados Simulados da Proposta com Sensor

	Potência de Ponta (kW)	Potência Total (kW)	Fatura
Total de Lâmpadas	20	168,2	€ 14.828,14
Com Desligamento	15	94,6	€ 9.070,52
Redução	25%	44%	39%

Dessa forma, a Tabela 16 apresenta os resultados simulados com essa proposta de uso do sensor de presença. Nesse caso, a economia anual representaria a quantia de 5.757,62 € no ano, considerando apenas valores correspondentes a Energia Ativa Medida e Acesso à Rede. Para o funcionamento e cálculo de retorno do investimento foi considerado a instalação de um conjunto de 4 sensores com temporizadores, distribuídos por andar. Devido a uma redução de aproximadamente 480 € ao mês, se considerar o valor apresentado para a implementação, o retorno do investimento ocorreria entre 3 e 4 meses. Além de verificar na Tabela 16 a redução do montante de 5 kW no valor de Potência Horas de Ponta, este valor não foi considerado na fatura, entretanto, representa mais uma economia mensal.

7.2 AMPLIAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Após o andamento do trabalho foi verificado com a análise das faturas uma margem de consumo que poderia encontrar-se em acordo com uma implementação de sistema fotovoltaico. Como já existe o dimensionamento executado na cobertura ocorre a solução de uma ampliação em outra área disponível, com a sugestão de um

estacionamento coberto com painéis fotovoltaicos ou a possibilidade de utilização da cobertura do Centro Desportivo, recém-inaugurado.

A análise ocorre para determinar de maneira simples a viabilidade financeira, conforme ocorra a aprovação do empreendimento poderá ser solicitada uma proposta mais detalhada pela empresa de instalação. Assim, serão considerados os equipamentos já apresentados como existentes no local, pois assim tem-se a facilidade de trabalhar com os mesmos fornecedores.

Portanto, com os dados das faturas pode-se perceber a necessidade de 123 MWh ao ano, devido consumo nos horários diurnos, por visualização dos patamares associado, principalmente, aos dados da telecontagem. Determinando, assim, um sistema com potência instalada de 80 kWp.

Esse valor corresponde a disposição de 308 painéis fotovoltaicos e 3 inversores, admitindo o uso dos mesmos modelos dos equipamentos encontrados no local. Devido facilidade de executar o projeto com a empresa responsável pela instalação dos módulos na cobertura. A validação do sistema foi feita pelo software PVSyst, já utilizado anteriormente, e o relatório completo está no Anexo D e serão apresentados alguns desses resultados obtidos no decorrer dessa secção.

Em decorrência das visitas no local, para execução do trabalho, foi verificada a disponibilidade da área do estacionamento, encontrado em frente à entrada principal do hotel. Contribuindo, portanto, com uma melhoria do imóvel, devido o conforto proporcionado pelo estacionamento coberto; associado ao benefício da redução da tarifa, gerando maior autonomia energética.

Para uma instalação no estacionamento a área disponível é de 2.000 m², entretanto, não é necessário tamanha dimensão para suprir a carga do período diurno. Uma problemática enfrentada na implantação do estacionamento coberto será a localização das sombras do próprio edifício do Hotel São Lázaro.



Figura 31: Quadra no Centro Poliesportivo [27]
Fonte: Google Earth (2019)

Sendo assim uma alternativa de área disponível é a cobertura da quadra no Centro Desportivo, como mostra a Figura 31, essa área corresponde a aproximadamente 550 m², tal valor se aproxima do sugerido pelo PVSyst, considerando a área dos módulos, ao executar a simulação para suprir a carga do hotel.

Portanto, tanto para o estacionamento quanto para quadra, a proposta simulada ocorre com valor de Azimute Sul e inclinação de 5°, considerando uma pequena inclinação na cobertura, mas apresentando valores próximos do plano ao solo. O valor de sobredimensionamento do inversor é dado por 21%, prática usada devido o equipamento não funcionar todo o tempo em seu máximo e suas características construtivas permitirem operar em tempo limitado com valores superiores ao nominal.

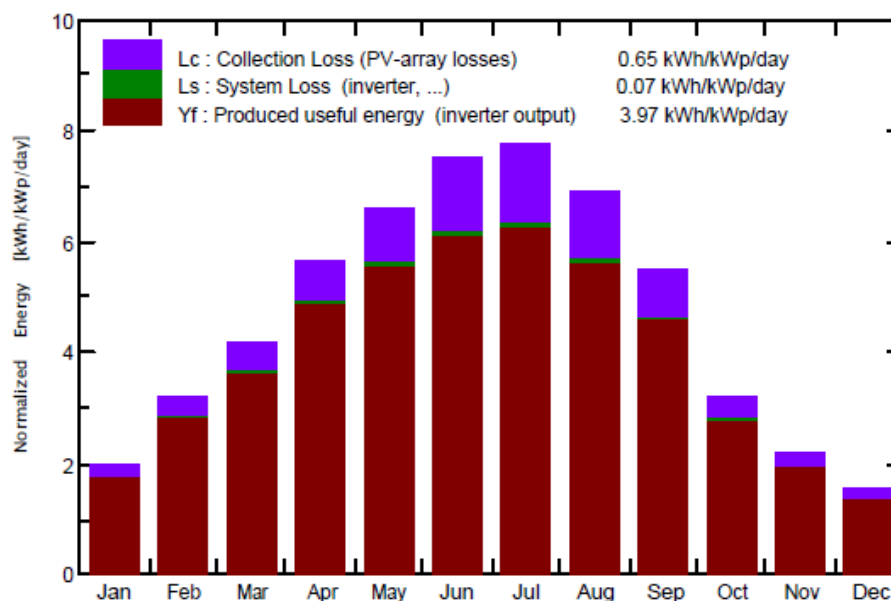


Figura 32: Produção Fotovoltaica
Fonte: Relatório PVSyst (2019)

Conforme Figura 32 mostra a distribuição da produção durante um ano gerando com uma eficiência de 84,7% no sistema proposto. Nesse momento deve-se atentar ao fato de toda essa energia ativa deixar de ser suprida pela rede gerando um ponto negativo na contabilização da energia reativa.

A energia reativa é cobrada pela concessionária como um valor percentual da energia ativa. Conforme a implementação de sistemas de microprodução ocorre a redução da energia ativa e mantém-se o valor de energia reativa, gerando a elevação do valor percentual entre essas energias. Essa problemática pode ser resolvida com a implementação de banco de condensadores; uma solução simples e de retorno rápido, pois as baterias possuem preços acessíveis em todo mercado.

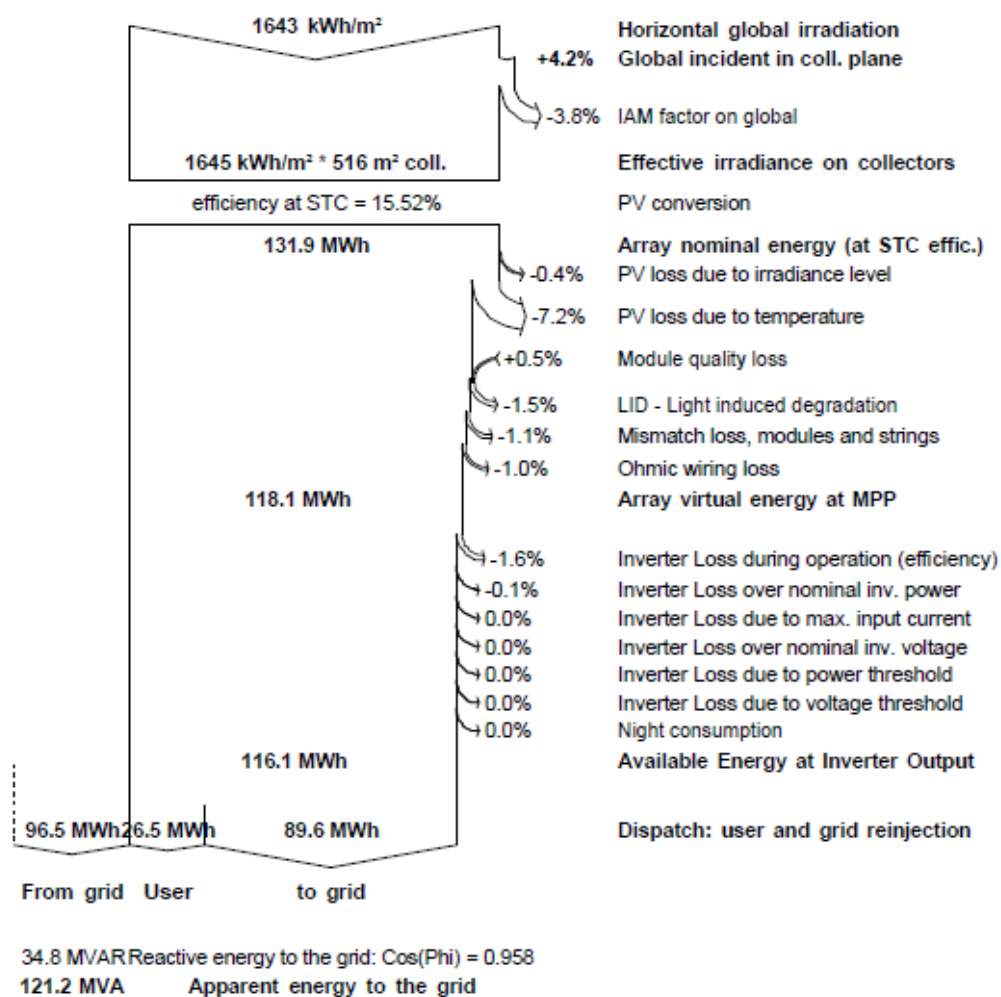


Figura 33: Diagrama de Perdas
Fonte: Relatório PVSyst (2019)

Após a verificação da produção anual a Figura 33 mostra a representação do diagrama das perdas no sistema de forma detalhada. Percebe-se primeiramente que a maior perda ocorre pela temperatura, assim como também são apresentadas outras perdas de menor grandeza como a degradação e perdas na operação por meio do inversor. Conforme os dados das telecontagem introduzidos no software PVSyst a Figura 33 demonstra a taxa de atendimento dessa carga pela rede e pelo sistema simulado, e de todo potencial gerado o hotel consumiria 89,6 MWh ao ano, em consequência dos horários da produção fotovoltaica e consumo.

Pode ser verificada a disponibilidade de implementação de banco de baterias para armazenamento desse montante excedente. Dado esse estudo, pode ser analisado a possibilidade de um pequeno sobre dimensionamento do banco de baterias e do sistema fotovoltaico para a utilização da energia nos momentos sem

produção, reduzindo a necessidade da rede pública ampliando assim a autonomia da instituição.

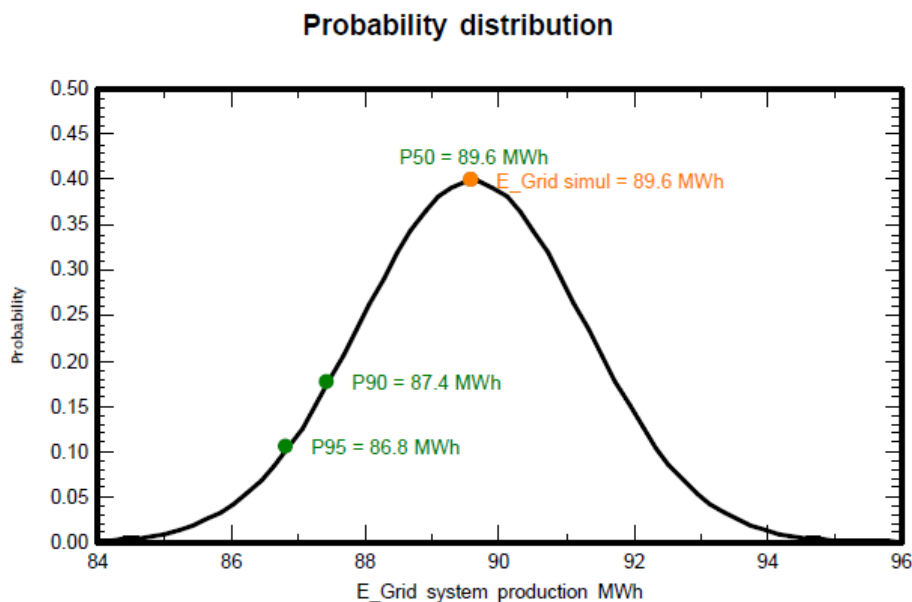


Figura 34: Gaussiana da Probabilidade de Produção do Sistema
Fonte: Relatório PVSyst (2019)

Seguindo os valores de utilização de energia pelo consumidor dado na Figura 33, a gaussiana da Figura 34 utiliza uma variação dos parâmetros considerando dados meteorológicos de diversos anos, verificando a variação entre os mesmos e calculando a probabilidade de produção anual do sistema simulado.

De tal forma, em que o valor de 89,6 MWh anual ocorre com a maior probabilidade de atendimento, no pico da gaussiana calculada na simulação; devido parâmetros dos módulos, incertezas no inversor, degradação e variância meteorológica.

Tabela 17: Representação da Comparação das Faturas Antes e Depois

	Atual	Com Fotovoltaico Ampliado	Redução
Ponta	€ 7.703,09	€ 6.154,41	20%
Cheias	€ 22.812,14	€ 15.309,80	33%
Vazio normal	€ 10.045,65	€ 7.601,89	24%
Super vazio	€ 4.505,62	€ 4.337,62	4%
Total	€ 45.066,50	€ 33.403,72	26%

Após todo trabalho com a determinação do quantitativo de energia fornecida, a Tabela 17 representa a análise financeira desse suprimento de energia. Dessa maneira, a economia anual resultante da ampliação do sistema fotovoltaico está avaliada em 11.662,78 €, considerando apenas valores correspondentes a Energia Ativa Medida e Acesso à Rede.

Como foi apresentado no capítulo anterior, a cobrança de Potência de Horas de Ponta é o maior fator dentro da tarifa da concessionária. Portanto, conforme o gráfico da Figura 35 podemos perceber a relação dos valores de energia da tarifa da concessionária e de Potências de Horas de Ponta atualmente cobrados, verificando com a implantação dessa ampliação uma redução de potência solicitada.

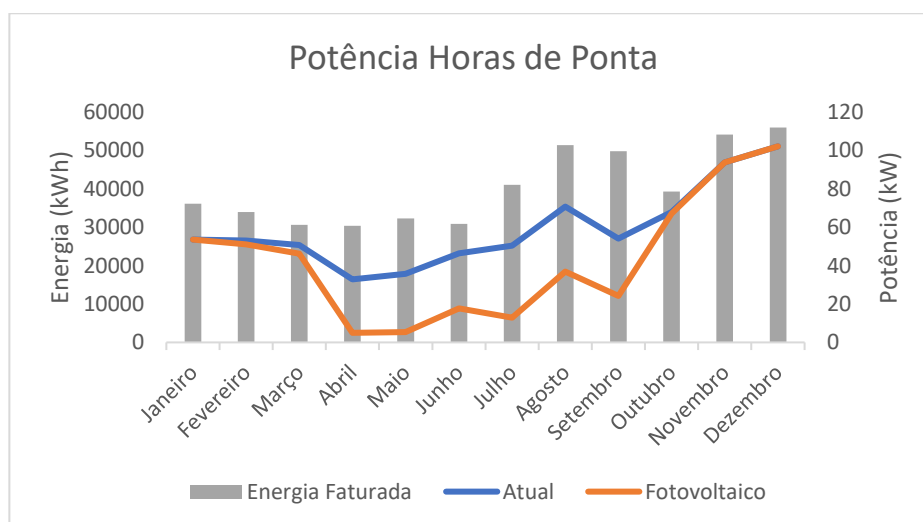


Figura 35: Comparativo de Consumo Faturado e Potência Horas de Ponta: Antes e Depois da Ampliação Proposta

A contribuição na redução dos valores de Potência Horas de Ponta se dá no período de verão devido a mudança na hora desse patamar. Conforme verificamos no capítulo dedicado a Utilização de Energia, o período de Ponta no verão ocorre uma grande sobreposição aos horários de produção fotovoltaica. Devido ao dimensionamento do sistema proposto ocorrer visando a maximização do suprimento da carga, na estação do verão ocorre uma redução média de aproximadamente 70% da solicitação de energia no período de Ponta, para o sistema proposto.

O valor global verificado de redução na fatura é da ordem de 1.181,80 € ao ano, equivalendo a redução anual de 27%, dessa parte da fatura, como é visto na Tabela 18.

Conforme todos os valores mostrados a seguir, a redução devido aos valores de potência de Hora de Ponta da tarifa é mostrada mensalmente na Tabela 18. Como descrito na primeira coluna tem-se o cenário atual com valores baseados na telecontagem de 2018 para comparação com o valor reduzido, na segunda coluna, mostrando a estimativa da cobrança após a ampliação do sistema fotovoltaico.

Tabela 18: Resultado na Cobrança de Potência de Horas de Ponta

Dias no Mês	Atual	Fotovoltaico Ampliado	Redução
Janeiro	€ 323,85	€ 323,85	0%
Fevereiro	€ 320,64	€ 308,56	4%
Março	€ 306,32	€ 279,86	9%
Abril	€ 198,60	€ 30,21	85%
Mai	€ 216,06	€ 32,08	85%
Junho	€ 280,53	€ 106,76	62%
Julho	€ 304,81	€ 78,00	74%
Agosto	€ 428,07	€ 223,31	48%
Setembro	€ 326,50	€ 146,03	55%
Outubro	€ 410,37	€ 405,29	1%
Novembro	€ 566,79	€ 566,79	0%
Dezembro	€ 617,54	€ 617,54	0%
Total	€ 4.300,08	€ 3.118,29	€ 1.181,80

Finalmente, o resultado obtido com a simulação da ampliação do sistema fotovoltaico gera uma redução, contabilizando Potência Horas de Ponta, Redes de Acesso e Energia Ativa Medida, no montante de 12.844,58 € ao ano.

Dada uma análise superficial de investimento, os valores adotados no mercado em média para o ano de 2019 encontram-se em aproximadamente 0,85€ por kWp instalado. Dessa forma, para a análise de retorno do investimento será usado o valor de 68.000 € para a implementação do projeto, dado o estipulado de 80 kWp instalados.

Em seguida, com o cálculo simples de retorno apresentará um período de, aproximadamente, 5 anos e 4 meses.

8 CONCLUSÃO

Como é perceptível após todo levantamento efetuado, a auditoria trouxe uma pormenorização apreciável para o estabelecimento em foco. Foi possível a identificação de pontos de intervenção com possibilidade de poupança de energia e consequente economia financeira para a instituição.

As medidas de melhoria propostas preveem uma redução anual de 28%, ao comparar com o cenário atual de 2018, exposto no desenvolvimento desse projeto. Assim, possibilita uma gratificação anual de aproximadamente 18.600,00 €, demonstrando a viabilidade das propostas apresentadas.

Podemos perceber a importância do sistema fotovoltaico instalado, mesmo com valores percentualmente baixos devemos levar em consideração o imenso consumo de energia do hotel. Portanto, podemos visualizar melhoras em uma ampliação desse sistema em outras áreas disponíveis no terreno. Possibilitando, o Hotel São Lázaro a possuir autonomia de forma sustentável, buscando novas certificações no mercado para demonstrar sua preocupação em usar de modo consciente a energia, preocupando-se com o ambiente.

Este trabalho, portanto, tem potencial para fomentar a implementação de um programa de eficiência energética no estabelecimento. Dado o trabalho contínuo da busca pela contenção dos gastos com o consumo de energia, agora com a compreensão adquirida sobre a forma, atualmente empregada, do consumo do hotel é possível obter um promissor e permanente resultado de eficiência energética.

8.1 TRABALHOS FUTUROS

Visto que neste trabalho não foi possível a representação correta do edifício quanto sua solução construtiva, necessárias ao desenvolvimento do estudo da classificação energética pode-se tomar como base o estudo do consumo real para futuras comparações.

Portanto, a simulação no Design Builder, software de desempenho energético, pode ser um desenvolvimento de um estudo produtivo. Dessa maneira, seria possível a comparação dos valores de consumo real, do presente trabalho, com os valores de

referência, obtidos por meio de programa, para a comparação necessária para a classificação energética predial.

Outro estudo proposto se baseia na percepção da divergência do uso de gás natural com a taxa de ocupação. Esse estudo mais aprofundado visará trazer melhor entendimento do uso do sistema de condicionamento do ambiente, que pela breve análise apresentada demonstra uma taxa de desperdício nesse quesito. Delimitando o tema sobre a relação do sistema de climatização e a ocupação do ambiente.

REFERÊNCIAS

- [1] IEA's Annual Electricity Information, "IEA," 2018. [Online]. Available: <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1118783123/2>. [Acesso em 02 08 2019].
- [2] I. S. P. d. Oliveira, *EFEITOS DA CRISE DO PETRÓLEO DE 1973 NO BRASIL*, 2006.
- [3] I. E. d. Melo, *AS CRISES DO PETRÓLEO E SEUS IMPACTOS SOBRE A INFLAÇÃO DO BRASIL*, 2008.
- [4] EIA, "www.eia.gov," 2019. [Online]. Available: https://www.eia.gov/finance/markets/crudeoil/spot_prices.php. [Acesso em 31 07 2019].
- [5] EIA, "www.eia.gov," 2019. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/totalenergy/data/browser/?tbl=T10.01#/?f=A&start=1949&end=2018&charted=6-7-8-9-14-10>. [Acesso em 31 07 2019].
- [6] IEA, "Photovoltaic Power Systems Programme Trends 2018," 2018.
- [7] IEA, "https://www.iea.org," 2019. [Online]. Available: <https://www.iea.org/statistics/efficiency/>. [Acesso em 01 08 2019].
- [8] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, *Decreto-Lei n.º68-A/2015*, Lisboa, 2015.
- [9] Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), *Despacho n.º17449/2008*, Lisboa, 2008.
- [10] ADENE, 2015. [Online]. Available: <http://sgcie.publico.adene.pt/FAQS/Paginas/FAQs.aspx>. [Acesso em 18 Abril 2019].
- [11] Ministerio do Ambiente, Ordenamento do Territorio e Energia, "ENQUADRAMENTO DO NOVO REGIME DE PRODUÇÃO DISTRIBUIDA," Portugal, 2014.
- [12] DGEG, "Planejamento e Estatística - Remuneração de Energias Renováveis," 2019. [Online]. Available: <http://www.dgeg.gov.pt/>. [Acesso em 10 Agosto 2019].
- [13] Hotel São Lázaro, "Localização," [Online]. Available: <https://www.hotelsaolazaro.com/localizacao.php>. [Acesso em 11 08 2019].
- [14] MeteoBlue, 2019. [Online]. Available: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/bragan%c3%a7a_portugal_2742027. [Acesso em 11 08 2019].
- [15] ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, 17 12 2018. [Online]. Available:

- [http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/2019/Documents/Diretiva%20ERSE%2013-2018%20\(Tarifas%20e%20Preços%20EE%202019\).pdf](http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/2019/Documents/Diretiva%20ERSE%2013-2018%20(Tarifas%20e%20Preços%20EE%202019).pdf). [Acesso em 15 06 2019].
- [16] Galp Energia, “Gas Natural,” 2019. [Online]. Available: <http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/GasNatural/Mercado-Regulado/Tarifario/Paginas/Tarifario.aspx?tipoUtilizacao=1&empresa=1&>. [Acesso em 11 08 2019].
- [17] REN, 2019. [Online]. Available: <https://www.ign.ren.pt/web/guest/capacidades-pcs-pontos-relevantes>. [Acesso em 10 08 2019].
- [18] Galp Energia, 2019. [Online]. Available: <http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/GasNatural/Mercado-Regulado/Facturacao/Paginas/FacturaGasNatural.aspx>. [Acesso em 10 08 2019].
- [19] Galp Gas Natural Distribuição, 2019. [Online]. Available: <https://galpgasnaturaldistribuicao.pt/Centro-de-Informa%C3%A7%C3%A3o/Monitorizacao-do-gas-natural>. [Acesso em 10 08 2019].
- [20] Solar World, “Sunmodule Pro-Series SW260 POLY,” 2015.
- [21] Solar Huawei, “Smart String Inverter SUN2000-17/20KTL,” 2018.
- [22] Observatório de Energias Renováveis para a América Latina e o Caribe, “Programa de Capacitação em energias Renováveis - Energia Solar Térmica,” 2013.
- [23] OpenPlus Energy Systems, “Catalogo - Coletores Solares,” 2013.
- [24] E. N. Homem, “Auditoria Energética e Plano de Racionalização dos Consumos de Energia do Hotel São Lázaro - Bragança,” Bragança, 2014.
- [25] AKI, “<https://www.aki.pt>,” [Online]. Available: <https://www.aki.pt/electricidade/fichas-tomadas-e-adaptadores/fichas-programador.aspx>. [Acesso em 13 08 2019].
- [26] AKI, “<https://www.aki.pt>,” [Online]. Available: <https://www.aki.pt/electricidade/protecao-e-acesso-a-casa/alarme-e-deteccao/detector-presenca-movimento.aspx>. [Acesso em 13 08 2019].
- [27] Google Earth, “<https://earth.google.com/web/>,” [Online]. Available: <https://earth.google.com/web/@41.81175159,-6.74130019,601.47616156a,206.66825647d,35y,285.87281779h,0t,0r>. [Acesso em 20 08 2019].

ANEXO A - Relatório PVGIS do Sistema Fotovoltaico Instalado na Cobertura



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:

Latitude/Longitude: 41.812, -6.741

Horizon: Calculated

Database used: PVGIS-CMSAF

PV technology: Crystalline silicon

PV installed: 23.92 kWp

System loss: 14 %

Simulation outputs

Slope angle: 35 (opt) *

Azimuth angle: -5 (opt) *

Yearly PV energy production: 36900 kWh

Yearly in-plane irradiation: 1960 kWh/m²

Year to year variability: 985.00 %

Changes in output due to:

Angle of incidence: -2.7 %

Spectral effects: 0.6 %

Temperature and low irradiance: -6.2 %

Total loss: -21.1 %

35 (opt) *

-5 (opt) *

36900 kWh

1960 kWh/m²

985.00 %

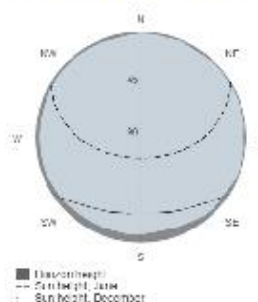
-2.7 %

0.6 %

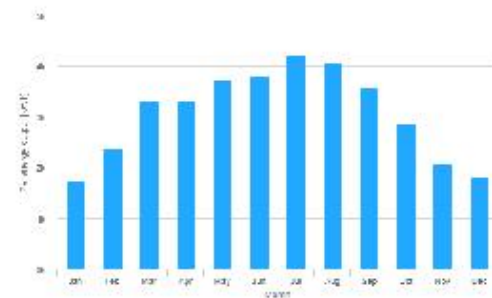
-6.2 %

-21.1 %

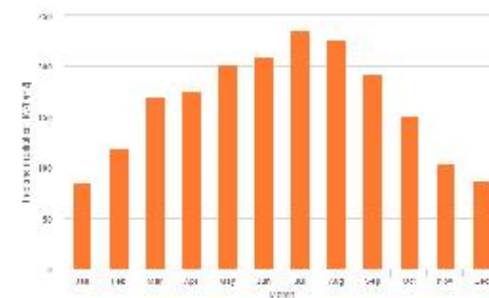
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	Em	Hm	SDm
January	1730	85.3	270
February	2390	120	479
March	3320	169	506
April	3340	175	208
May	3740	201	287
June	3800	209	228
July	4210	235	101
August	4080	227	149
September	3560	193	210
October	2870	150	323
November	2080	104	455
December	1800	88.1	227

Em: Average monthly electricity production from the given system [kWh].

Hm: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SDm: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission undertakes the liability to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them.
However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.
This information is of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity. It is not intended to constitute, nor should it be taken as, an investment advice or other financial product. Any reliance on information on this site may have been based on or otherwise affected by such products. The Commission accepts no liability for any loss or damage, including consequential loss or damage, that may result from the use of the information on this site. The Commission accepts no responsibility with regard to such products received as a result of using this site or any other external sites.

Joint
Research
Centre

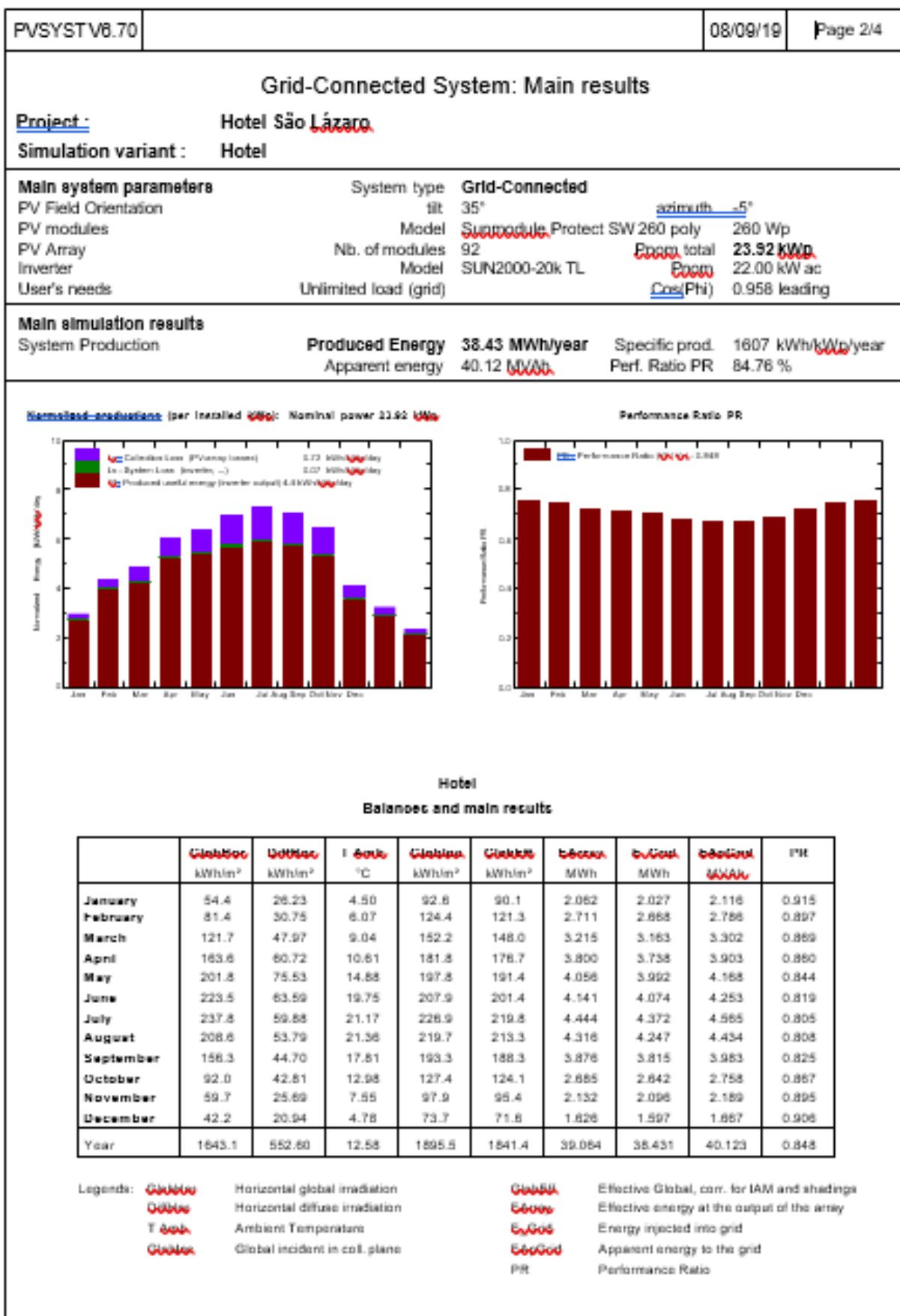
PVGIS ©European Union, 2001-2017.

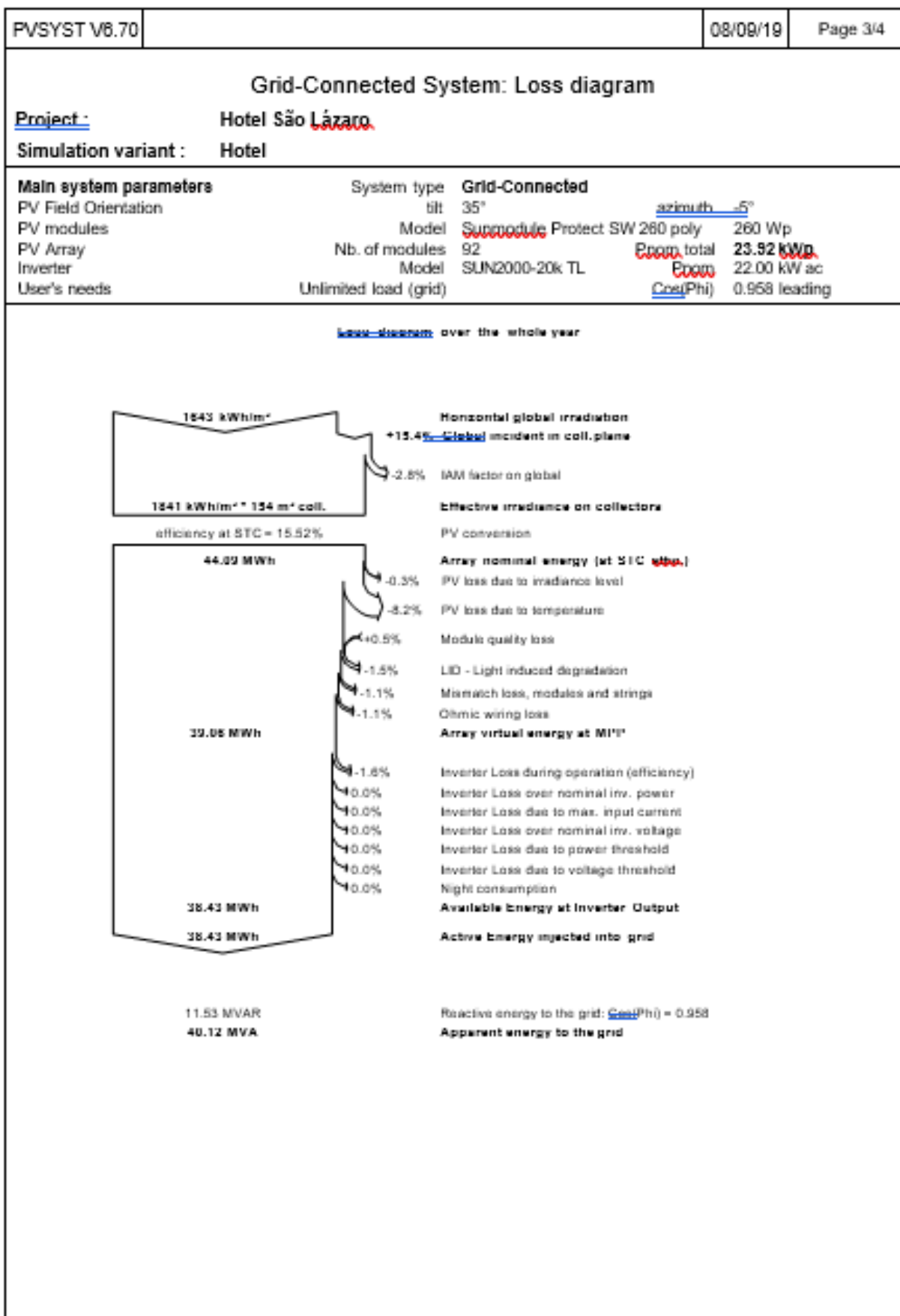
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2019/05/17

ANEXO B - Relatório PVSyst do Sistema Fotovoltaico Instalado na Cobertura

PVSYST V6.70		08/09/19		Page 1/4	
Grid-Connected System: Simulation parameters					
Project : Hotel São Lázaro					
Geographical Site		Bragança		Country Portugal	
Situation		Latitude 41.80° N		Longitude -6.73° W	
Time defined as		Legal Time Time zone UT		Altitude 691 m	
Meteo data:		Bragança		Metecomm 7.2 (1991-2010) - Synthetic	
Simulation variant : Hotel					
		Simulation date		17/05/19 18h02	
Simulation parameters					
System type		No 3D scene defined			
Collector Plane Orientation		Tilt 35°		Azimuth -5°	
Models used		Transposition Perez		Diffuse Perez, Metecomm	
Horizon		Free Horizon			
Near Shadings		No Shadings			
PV Array Characteristics					
PV module		Si-poly Model Sunmodule Protect SW 260 poly			
Original PVsyst database		Manufacturer SolarWorld			
Number of PV modules		In series 23 modules		In parallel 4 strings	
Total number of PV modules		Nb. modules 92		Unit Nom. Power 260 Wp	
Array global power		Nominal (STC) 23.92 kWp		At operating cond. 21.41 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)		U (ppp) 636 V		I (ppp) 34 A	
Total area		Module area 154 m²			
Inverter					
Original PVsyst database		Model SUN2000-20k TL			
Characteristics		Manufacturer Huawei Technologies			
Operating Voltage		200-950 V		Unit Nom. Power 22.0 kWac	
Inverter pack		Nb. of inverters 1 units		Total Power 22 kWac	
				Efficiency ratio 1.09	
PV Array loss factors					
Thermal Loss factor		Uc (const) 20.0 W/m²K		Uy (wind) 0.0 W/m²K / m/s	
Wiring Ohmic Loss		Global array res. 319 mOhm		Loss Fraction 1.5 % at STC	
LID - Light Induced Degradation				Loss Fraction 1.5 %	
Module Quality Loss				Loss Fraction -0.5 %	
Module Mismatch Losses				Loss Fraction 1.0 % at MPP	
Strings Mismatch loss				Loss Fraction 0.10 %	
Incidence effect, ASHRAE parametrization		IAM = $1 - \frac{b_0}{b_1} (1/\cos(\theta) - 1)$		b0 Param. 0.05	
User's needs :					
Unlimited load (grid)					
Power factor		Cos(phi) 0.958 leading		Phi 16.7°	

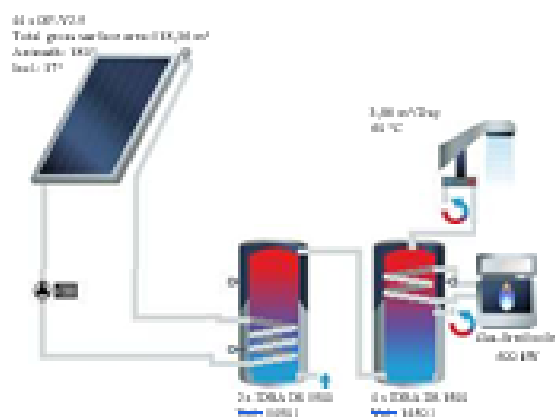




PVSYST V8.70		08/08/19	Page 4/4
Grid-Connected System: P50 - P90 evaluation			
Project :	Hotel São Lázaro		
Simulation variant :	Hotel		
Main system parameters	System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	tilt	35°	azimuth -5°
PV modules	Model	Supmodule	Protect SW 280 poly 260 Wp
PV Array	Nb. of modules	92	Power total 23.92 kWp
Inverter	Model	SUN2000-20k TL	Power 22.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		Cos(Phi) 0.958 leading
Evaluation of the Production probability forecast			
The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:			
meteo data source		MeteoNorm 7.2 (1991-2010)	
meteo data	Kind	Not defined	Year 1995
Specified Deviation	Year deviation from aver.	3 %	
Year-to-year variability	Variance	0.5 %	
The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties			
Specified Deviation	PV module modelling/parameters	1.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo + system)	Variance	1.9 %	(quadratic sum)
Annual production probability	Variability	0.72 MWh	
	P50	38.43 MWh	
	P90	37.51 MWh	
	P95	37.25 MWh	
Probability distribution			
<p>The graph displays a normal distribution curve for annual production in MWh. The peak of the curve is at 38.4 MWh, which corresponds to the P50 value. The P90 value is 37.5 MWh and the P95 value is 37.2 MWh. A red horizontal line is drawn at the peak level, indicating a production limit of 38.4 MWh.</p>			

ANEXO C - Relatório do TSOL para o Sistema Solar Térmico

Variant 1



Results of annual simulation

Installed collector power:		82,85 kW
Installed solar surface area (gross):		118,36 m²
<u>Irradiation on</u> to collector surface (active):	112,05 MWh	1 006,54 kWh/m²
Energy delivered by collectors:	41,87 MWh	376,11 kWh/m²
<u>Energy delivered</u> by collector loop:	29,73 MWh	267,07 kWh/m²
<u>DHW heating</u> energy supply:		77,44 MWh
Solar contribution to DHW:		29,45 MWh
<u>Energy from</u> auxiliary heating:		54,4 MWh
Natural gas (H) savings:		4 623,8 m³
CO ₂ emissions avoided:		9 777,77 kg
DHW solar fraction:		35,1 %
Fractional energy savings (DIN EN/TS 12977-2):		33,0 %
System efficiency:		26,3 %

Variant 1

Site data

Climate file

Location:	Bresance Bresance
Climate data record:	Bresance Bresance
Total annual global irradiation:	1601,391 kWh/m ²
Latitude:	41,82 °
Longitude:	6,77 °

Domestic hot water

Average daily consumption:	3,86 m ³
Desired temperature:	60 °C
Consumption profile:	Hotel
Cold water temperature:	February: 10 °C August: 15 °C
Circulation:	Yes

Variant 1

System

Collector loop

Manufacturer:	 Quesada, Lda	
Type:	 	OP-V2.5
Number:	44,00	
Total gross surface area:	118,36 m ²	
Total active solar surface area:	111,32 m ²	
Tilt angle:	37 °	
Collector Orientation:	0 °	
Azimuth:	180 °	

DHW standby tank

Manufacturer:	BERETTA
Type:	4 x IDRA DS1500
Volume:	<u>4</u> x 1450 l

Solar preheating tank

Manufacturer:	BERETTA
Type:	2 x IDRA DS1500
Volume:	<u>2</u> x 1450 l

Auxiliary heating

Manufacturer:	Standard
Type:	Gas-fired boiler
Nominal output:	600 kW

Legend

With test report

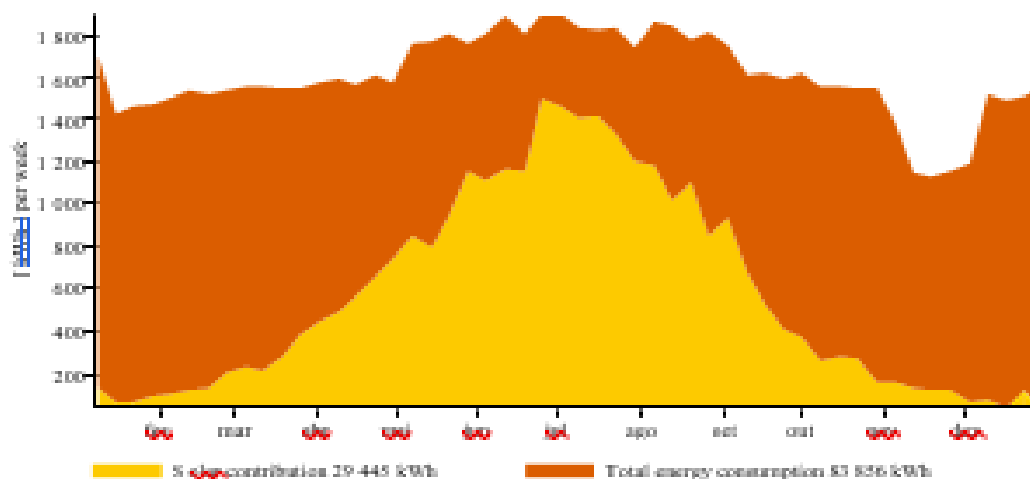


Solar Keymark

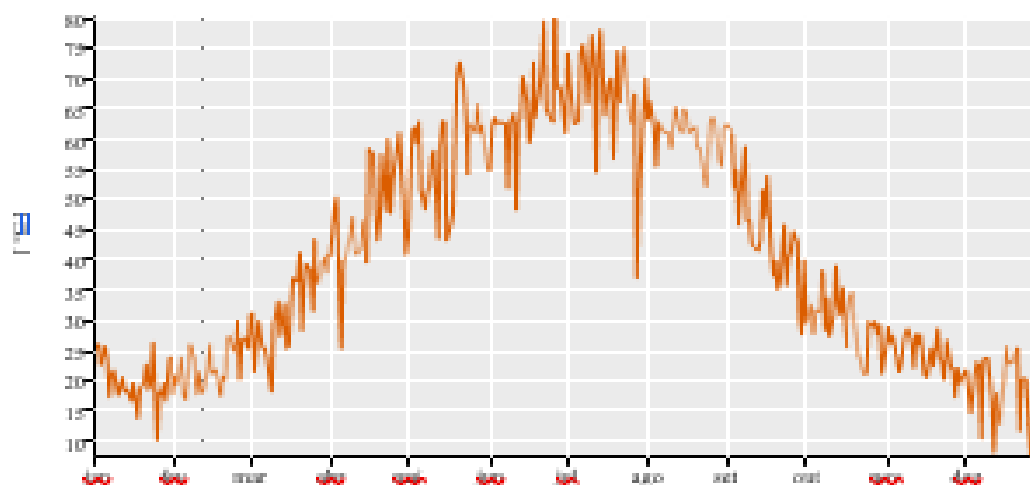


Variante 1

Solar energy consumption as percentage of total consumption



Daily maximum collector temperature



These calculations were carried out by T²SOL Pro 5.5 (R6) - the simulation program for solar thermal heating systems. The results are determined by a mathematical model calculation with variable time steps of up to 6 minutes. Actual yields can deviate from these values due to fluctuations in climate, consumption and other factors. The system schematic diagram above does not represent and cannot replace a full technical drawing of the solar system.

Variant 1

Financial analysis

System

Active surface area:	111,32 m ²
System yield:	29,45 MWh
Annual fuel savings:	4 623,8 m ³ Natural gas (H)

Financial analysis parameters

Life span:	20 Years
Interest on capital:	2,5 %
Reinvestment return:	2,5 %
Energy cost escalation rate:	3,0 %
Running cost escalation rate:	1,5 %

Financing

Total investments:	111 320 €
Subsidies:	0 €
Loan capital:	0 €
Remaining investment:	111 320 €

Running costs in first year:	0 €
Savings in first year:	<u>2 312 €</u>

Financial analysis

Cost of solar energy:	0,243 €/kWh
Capital return time:	---
Amortization period:	---

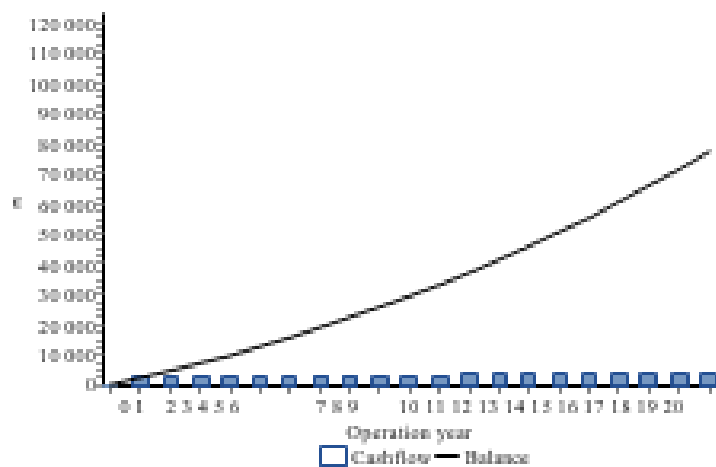
Profitability

Return on assets:	55,8 %
Return on equity:	55,8 %
Internal rate of return rate, IRR:	---
Net present value:	-64 056 €

Reinvestment premise

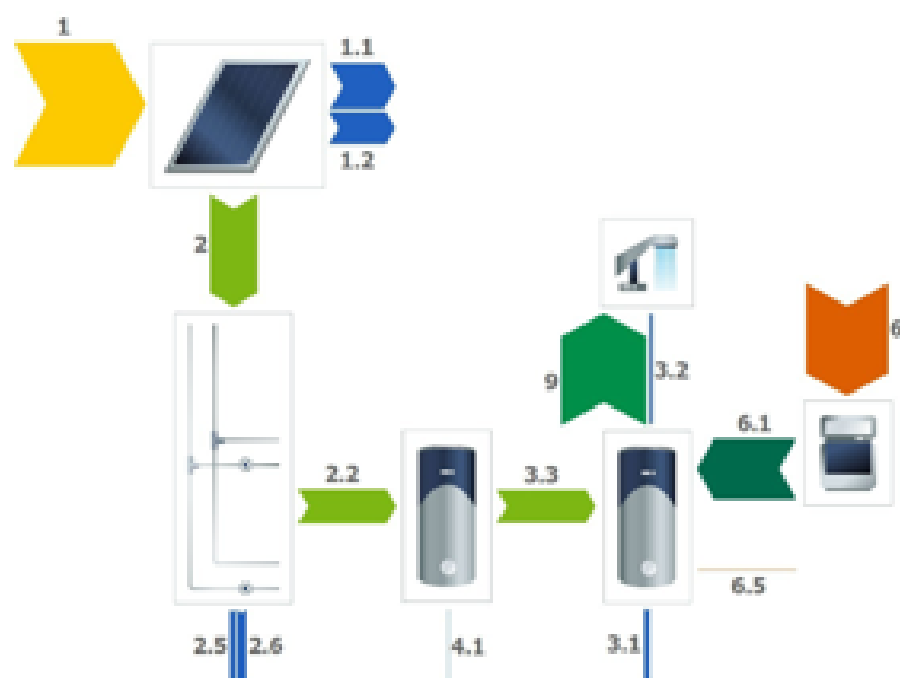
Profit:	<u>-31 871 €</u>
Modified internal rate of return, MIRR:	---

Variant 1



Variant 1

Energy balance schematic



Legend

1	Irradiation on to collector surface (active)	112 048 kWh
1.1	Optical collector losses	41 425 kWh
1.2	Thermal collector losses	28 764 kWh
2	Energy from collector array	41 868 kWh
2.2	Solar energy to preheating tank	29 730 kWh
2.5	Internal piping losses	3 868 kWh
2.6	External piping losses	8 270 kWh
3.1	Tank losses	4 897 kWh
3.2	Circulation losses	1 503 kWh
3.3	Preheating tank to tank	29 445 kWh
4.1	Tank losses (S)	205 kWh
6	Final energy	74 819 kWh
6.1	Supplementary energy to tank	54 411 kWh
6.5	Electric element	0 kWh

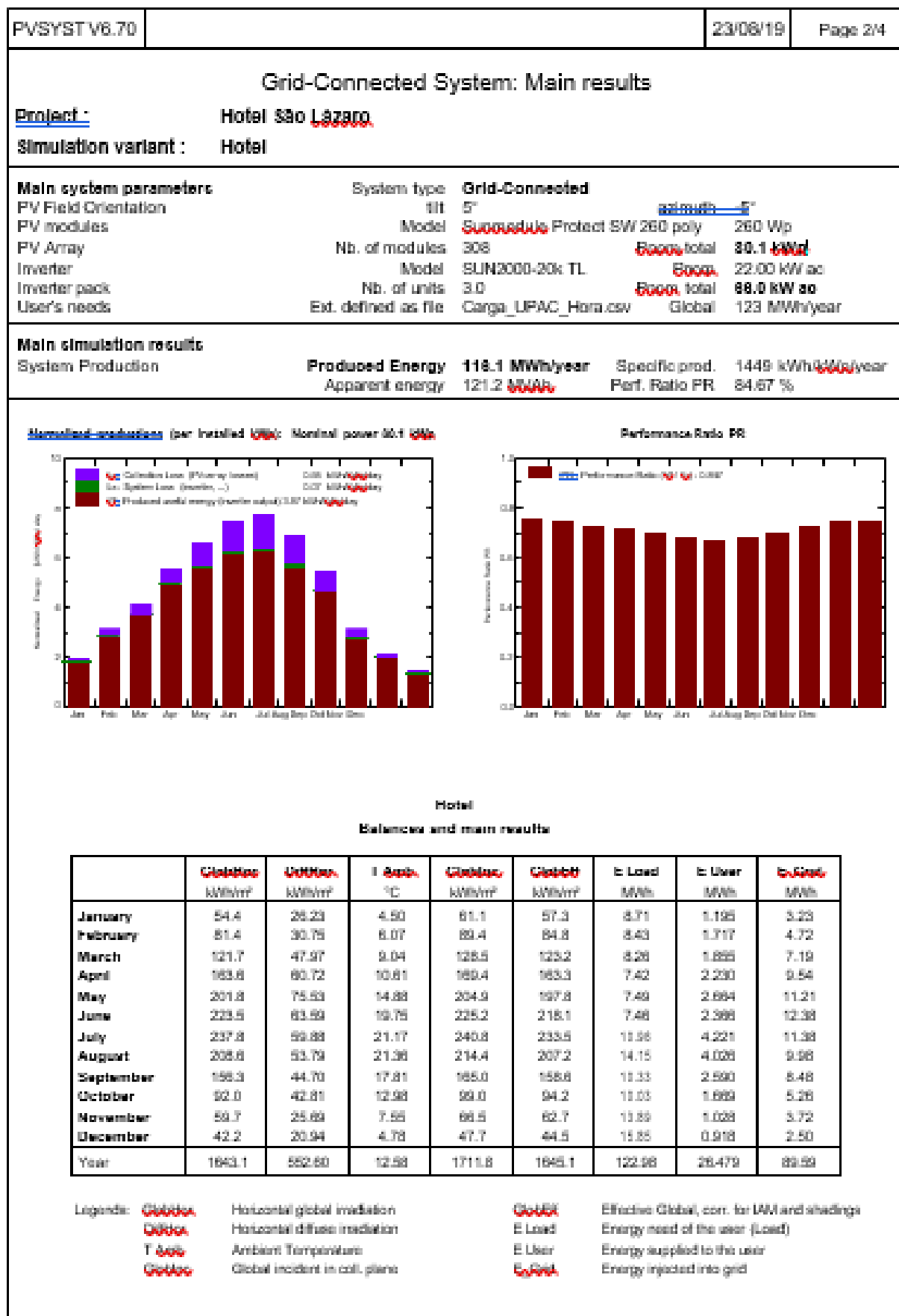
Variant 1

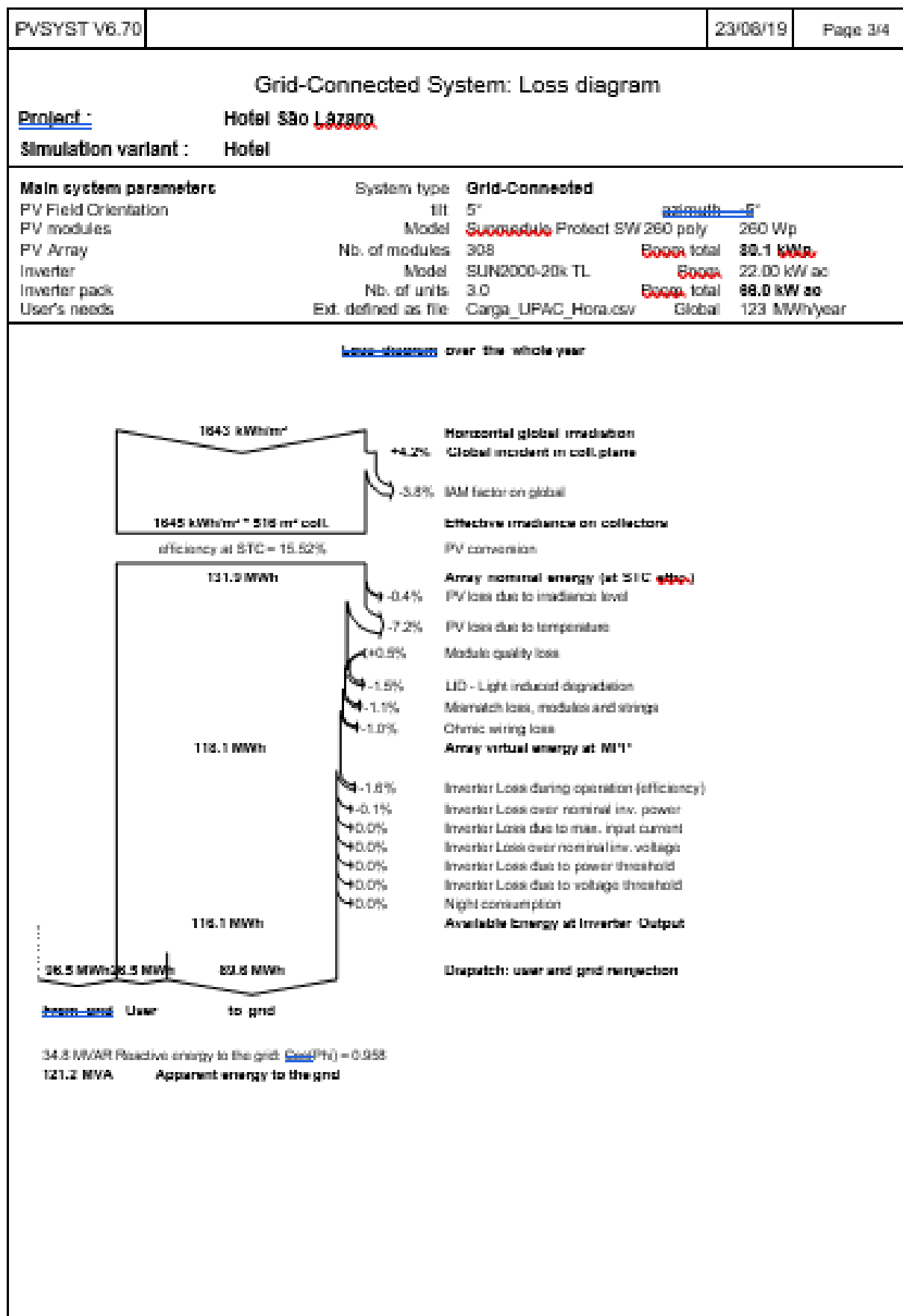
Glossary

1	Irradiation on to collector surface (active) Solar energy irradiated onto tilted collector area (active surface area)
1.1	Optical collector losses Reflection and other losses
1.2	Thermal collector losses Heat conduction and other losses
2	Energy from collector array Energy output at collector array outlet (i.e. before piping)
2.2	Solar energy to preheating tank Collector array energy minus piping losses
2.5	Internal piping losses Internal piping losses
2.6	External piping losses External piping losses
3.1	Tank losses Heat losses via surface area
3.2	Circulation losses Circulation piping losses
3.3	Preheating tank to tank Heat from preheating tank to tank
4.1	Tank losses (S) Heat losses via surface area
6	Final energy Final energy supply to system. This can be supplied from natural gas, oil or electricity (not including solar energy) and takes efficiency into account.
6.1	Supplementary energy to tank Supplementary energy (e.g. boiler) to tank
6.5	Electric element Energy from electric water heater element
9	DHW energy from tank Heat from tank (excluding circulation) for DHW consumption

ANEXO D - Relatório PVSyst da Ampliação do Sistema Fotovoltaico

PVSYST V6.7.0		23/08/19		Page 1/4																													
Grid-Connected System: Simulation parameters																																	
Project :		Hotel São Lázaro																															
Geographical site		Bragança		Country Portugal																													
Situation		Latitude 41.80° N		Longitude -6.73° W																													
Time defined as		Time zone UT		Altitude 691 m																													
Albedo		0.20																															
Meteo data:		Bragança, Meteosat 7.2 (1991-2010) - Synthetic																															
Simulation variant :		Hotel																															
		Simulation date		23/08/19 15h47																													
Simulation parameters		System type No 3D scene defined																															
Collector Plane Orientation		Tilt 5°		Azimuth -5°																													
Models used		Transposition Perez		Diffuse Perez, Meteosat																													
Horizon		Free Horizon																															
Near Shadings		No Shadings																															
PV Array Characteristics																																	
PV module		Si-poly Model Sunmodule, Protel 3W 260 poly																															
Original PV module database		Manufacturer Sunmodule																															
Number of PV modules		22 modules		In parallel 14 strings																													
Total number of PV modules		Nb. modules 308		Unit Nom. Power 260 Wp																													
Array global power		Nominal (STC) 80.1 kWp		Δ operating cond. 71.7 kWp (50°C)																													
Array operating characteristics (50°C)		U opp. 608 V		I opp. 118 A																													
Total area		Module area 618 m²																															
Inverter		Model SUN2000-20k TL																															
Original PV module database		Manufacturer Huawei Technologies																															
Characteristics		Operating Voltage 200-950 V		Unit Nom. Power 22.0 kWp																													
Inverter pack		Nb. of inverters 3 units		Total Power 66 kWp																													
		Effic. ratio 1.21																															
PV Array loss factors																																	
Thermal Loss factor		U_c (const) 20.0 W/m²K		U_c (wind) 0.0 W/m²K / m/s																													
Wiring Ohmic Loss		Global array res. 87 mΩ		Loss Fraction 1.5 % at STC																													
LID - Light Induced Degradation		Loss Fraction 1.5 %																															
Module Quality Loss		Loss Fraction -0.5 %																															
Module Mismatch Losses		Loss Fraction 1.0 % at MPP																															
Strings Mismatch loss		Loss Fraction 0.10 %																															
Incidence effect,ASHRAE parametrization		IAM = 1 - 0.01(1/cos i - 1)		0.05																													
User's needs :		Ext. defined as file Carga_UPAC_Hora.csv																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jan.</th> <th>Feb.</th> <th>Mar.</th> <th>Apr.</th> <th>May</th> <th>June</th> <th>July</th> <th>Aug.</th> <th>Sep.</th> <th>Oct.</th> <th>Nov.</th> <th>Dec.</th> <th>Year</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8707</td> <td>8432</td> <td>8258</td> <td>7422</td> <td>7487</td> <td>7481</td> <td>10064</td> <td>14193</td> <td>10334</td> <td>10020</td> <td>13887</td> <td>15850</td> <td>122084</td> <td>kWh</td> </tr> </tbody> </table>						Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year		8707	8432	8258	7422	7487	7481	10064	14193	10334	10020	13887	15850	122084	kWh
Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year																					
8707	8432	8258	7422	7487	7481	10064	14193	10334	10020	13887	15850	122084	kWh																				
Power factor		Cos(phi) 0.958 leading		Phi 16.7°																													





PVSYST V6.7.0		23/08/19	Page 4/4
Grid-Connected System: P50 - P90 evaluation			
Project :	Hotel São Lázaro		
Simulation variant :	Hotel		
Main system parameters	System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	tilt	5°	azimuth 5°
PV modules	Model	Supradule Protect SW 260 poly	260 Wp
PV Array	Nb. of modules	308	8000 total 80.1 kWp
Inverter	Model	SUN2000-20k TL	8000 22.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	8000 total 88.0 kW ac
User's needs	Ext. defined as file	Carga_UPAC_Hora.csv	Global 123 MWh/year
Evaluation of the Production probability forecast			
The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteor data used for the simulation, and depends on the following choices:			
Meteor data source	Meteorcom 7.2 (1991-2010)		
Meteor data	Kind	Not defined	Year 1995
Specified Deviation	Year deviation from aver.	3 %	
Year-to-year variability	Variance	0.5 %	
The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties			
Specified Deviation	PV module modelling/parameters	1.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteor + system)	Variance	1.9 %	(quadratic sum)
Annual production probability	Variability	1.68 MWh	
	P50	88.59 MWh	
	P90	87.45 MWh	
	P95	88.84 MWh	
Probability distribution			
<p>The graph displays a normal distribution of annual production. The x-axis is labeled 'E_Grid-connected production MWh' and ranges from 84 to 96. The y-axis is labeled 'Probability' and ranges from 0.00 to 0.50. A bell-shaped curve is centered around 88 MWh. Three specific points are highlighted with green dots and labels: P50 = 88.59 MWh, P90 = 87.45 MWh, and P95 = 88.84 MWh. A red dot at the peak of the curve is labeled 'Specified simul = 88.0 MWh'.</p>			