



**Ciências
ULisboa**

Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudos de caso da Adegas Cooperativas de Vidigueira, Cuba e Alvito, Herdade das Servas e Roquevale

Casimir Wubben Lopes

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Dissertação orientada por:

Orientador: Professor Doutor Jorge Augusto Mendes de Maia Alves
(Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa)

Coorientador: Engenheiro João Luís Cardoso Lopes Barroso
(Comissão Vitivinícola Regional Alentejana)

Agradecimentos

A realização desta dissertação de mestrado não teria sido possível sem toda a ajuda prestada por várias pessoas e instituições, às quais devo um profundo agradecimento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Maia Alves, por toda a sua ajuda e disponibilidade prestadas que se tornaram indispensáveis à realização deste trabalho e por todas as críticas e opiniões construtivas com as quais tive a oportunidade de aprender.

Ao meu coorientador, Eng.º João Barroso, um profundo agradecimento pela oportunidade de realizar esta dissertação e por toda a prontidão em prestar auxílio ao longo do seu desenvolvimento.

À Herdade das Servas, em especial ao Sr. Luís Serrano Mira, por toda a hospitalidade e pela ajuda prestada durante a minha visita à adega.

À Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito, principalmente ao Sr. José Miguel Almeida, pela sua hospitalidade e auxílio prestados durante a minha estadia em Vidigueira, e à Rita Ferro, que me ajudou muito no meu trabalho.

À Roquevale, sobretudo ao Frederico Rosa e ao Sr. Miguel Santos, pelo seu auxílio concedido durante as minhas visitas à adega.

Ao Prof. Dr. Miguel Brito, pela ajuda e esclarecimentos prestados principalmente no início do desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram incondicionalmente ao longo do meu percurso académico e ao longo de toda a minha vida, mas também por todo o carinho e confiança que depositaram em mim.

Ao meu irmão e à minha irmã, com os quais sempre pude contar para tudo e sempre me transmitiram palavras de apoio durante a realização deste trabalho.

À minha avó, que sempre desejou conclusão dos meus estudos com sucesso e por todo o apoio que me prestou, não só durante o meu percurso académico, como também durante toda a minha infância e adolescência.

À Daniela, por todo o seu apoio, ternura e pela sua compreensão, que permitiram que a realização desta dissertação fosse menos difícil.

A todos os meus amigos e colegas, que sempre me proporcionaram momentos de descontração quando mais necessitava ao longo destes últimos anos e sempre me apoiaram.

Resumo

A crescente valorização da aplicação de práticas sustentáveis em todos os sectores económicos, nomeadamente o sector agrícola e industrial, tem incitado na generalidade dos agentes económicos uma preocupação acrescida relativamente à utilização de recursos naturais de uma forma eficiente e sustentável. Como tal, a preocupação em mitigar o consumo de energia e o uso de água no sector vitivinícola tem-se notado através da implementação de vários planos e iniciativas associadas à sustentabilidade na produção de vinho. O PSVA concretiza, assim, um plano pioneiro em Portugal com esse objetivo para as unidades vitivinícolas da região do Alentejo.

A Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito (ACVCA), Herdade das Servas e Roquevale são três unidades vitivinícolas aderentes ao PSVA que representam os casos de estudo desta dissertação. O objetivo consistiu na caracterização do consumo de energia e água das mesmas, bem como na análise da viabilidade de implementação de algumas medidas que permitam um aumento da eficiência na utilização destes recursos sem comprometer a qualidade do vinho produzido. Desta forma, as medidas propostas no corolário desta dissertação não só deverão permitir a mitigação do impacto ambiental causado pelas necessidades de água e energia das adegas, mas também deverão ser interessantes do ponto de vista financeiro para o agente económico, promovendo um determinado lucro a curto, médio ou longo prazo.

Assim, medidas como a implementação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo ou a aposta em iluminação mais eficiente poderão trazer reduções significativas no consumo de energia elétrica de cada adega estudada. No que toca ao consumo de água quente, o investimento num sistema solar térmico deverá permitir uma mitigação considerável das necessidades de energia diretamente de origem fóssil na ACVCA e na Roquevale. Relativamente à utilização de água, não foi possível proceder a uma análise tão detalhada como a efetuada para a utilização de energia devido ao facto de, nos três casos de estudo, a água utilizada ser proveniente de charcos privados e de não existirem dados concretos acerca do consumo de água em cada adega. Todavia, boas práticas como a instalação de contadores e o registo periódico da utilização de água em diversos processos poderão resultar num melhor controlo da utilização deste recurso e, assim, facilitar a sua poupança.

Palavras-chave: Eficiência energética, ambiente, produção de vinho, adega, sustentabilidade.

Abstract

The growing concerns on the application of sustainable practices in all economic sectors, namely in the agricultural and industrial sectors, has led to an increased interest among the economic agents regarding the use of natural resources in an efficient and sustainable way. As such, the effort to mitigate energy consumption and water use in the wine sector can be distinguished through the implementation of various plans and initiatives associated with sustainability in wine production. Therefore, the PSVA represents a pioneering plan in Portugal that has the same objective for the wine-growing units in the Alentejo region.

Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba and Alvito (ACVCA), Herdade das Servas and Roquevale are three wineries adhering to the PSVA that represent the case studies of this dissertation. The objective consisted in the characterization of their energy and water consumption, as well as in the analysis of the feasibility of implementing some measures that would improve the efficiency of the use of these resources without compromising the quality of the produced wine. Thus, the measures proposed in this dissertation should not only allow the mitigation of the environmental impact caused by the water and energy needs of the wineries, but also should be interesting from the financial point of view of the economic agent, promoting profit in a short, medium or long term.

Thus, improvement measures such as the implementation of a photovoltaic self-consumption system or the investment on efficient lighting can bring significant reductions in the electricity consumption of each case studied. Regarding hot water consumption, investment in a solar thermal system should allow considerable mitigations of fossil fuel needs in ACVCA and Roquevale. Concerning the use of water, it was not possible to carry out such a detailed analysis as the one developed for the use of energy in the wineries since in the three case studies the water used comes from private ponds and there is no tangible data about the water consumption in each cellar. However, good practices such as the installation of water meters and the periodic recording of the water consumption in various processes may result in a better control of the use of this resource and thus facilitate its savings.

Keywords: Energy efficiency, environment, wine production, winery, sustainability.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract	v
Índice.....	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas.....	xiv
Simbologia e Notações.....	xvii
Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1. Motivação.....	2
1.2. Objetivo.....	2
1.3. O processo de vinificação.....	3
1.4. Estrutura da dissertação.....	5
Capítulo 2 - Estado da arte	7
2.1. Planos de sustentabilidade no sector vitivinícola	7
2.1.1. <i>Sustainable Winegrowing New Zealand (SWNZ)</i>	7
2.1.2. <i>California Sustainable Winegrowing Program (SWP)</i>	7
2.1.3. <i>Entwine Australia</i>	8
2.1.4. <i>Integrated Production of Wine (IPW)</i>	8
2.2. Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (PSVA).....	9
Capítulo 3 - Metodologia	11
3.1. Plano de trabalho	11
3.2. Intervenção no local	11
3.3. Tratamento de dados	11
3.4. Indicadores energéticos e ambientais	13
3.4.1. Consumo específico de energia elétrica	13
3.4.2. Consumo específico de água	13
3.4.3. Custo específico de energia elétrica	13
3.4.4. Emissões específicas de gases com efeito estufa.....	14
3.5. Estudo de medidas de melhoria.....	14
3.5.1. Sistema solar fotovoltaico para autoconsumo	14
3.5.2. Sistema solar térmico	20
3.5.3. Substituição de lâmpadas ineficientes	23
Capítulo 4 – Casos de estudo	25
4.1. Adegas Cooperativas de Vidigueira, Cuba e Alvito.....	25

4.1.1. Consumo de energia elétrica	26
4.1.1.1. Energia elétrica global.....	27
4.1.1.2. Energia elétrica ativa	28
4.1.1.3. Energia elétrica reativa	28
4.1.1.4. Emissões de CO ₂	28
4.1.2. Consumo de água	29
4.1.3. Indicadores energéticos e ambientais	29
4.1.4. Consumos desagregados de energia elétrica	29
4.1.5. Comparação entre as estimativas e os valores reais de consumo de energia elétrica.....	31
4.2. Herdade das Servas	31
4.2.1. Consumo de energia elétrica	33
4.2.1.1. Energia elétrica global.....	34
4.2.1.2. Energia elétrica ativa	34
4.2.1.3. Energia elétrica reativa	34
4.2.1.4. Emissões de CO ₂	35
4.2.2. Produção de energia elétrica.....	35
4.2.3. Consumo de água	36
4.2.4. Indicadores energéticos e ambientais	36
4.2.5. Consumos desagregados de energia elétrica	37
4.2.6. Comparação entre as estimativas e os valores reais de consumo de energia elétrica.....	38
4.3. Roquevale.....	39
4.3.1. Consumo de energia elétrica	40
4.3.1.1. Energia elétrica global.....	41
4.3.1.2. Energia elétrica ativa	41
4.3.1.3. Energia elétrica reativa	42
4.3.1.4. Emissões de CO ₂	42
4.3.2. Produção de energia elétrica.....	43
4.3.3. Consumo de água	43
4.3.4. Indicadores energéticos e ambientais	44
4.3.5. Consumos desagregados de energia elétrica	44
4.3.6. Comparação entre as estimativas e os valores reais de consumo de energia elétrica.....	46
Capítulo 5 – Propostas de medidas de melhoria de eficiência energética e de redução do consumo de água	47
5.1. Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito.....	47
5.1.1. Instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo	47
5.1.2. Instalação de um sistema solar térmico	53

5.1.3. Substituição de lâmpadas ineficientes	55
5.1.4. Instalação de uma bateria de condensadores	56
5.2. Herdade das Servas	57
5.2.1. Instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo	57
5.2.2. Substituição de lâmpadas ineficientes	63
5.3. Roquevale.....	64
5.3.1. Instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo	64
5.3.2. Instalação de um sistema solar térmico	70
5.3.3. Substituição de lâmpadas ineficientes	72
5.4. Outras medidas de melhoria da eficiência energética	74
5.4.1. Instalação de contadores elétricos parciais	74
5.4.2. Dimensionamento adequado de bombas e motores.....	74
5.4.3. Utilização de variadores de velocidade	74
5.4.4. Isolamento de cubas de fermentação	74
5.4.5. Manutenção e renovação de equipamentos	75
5.4.6. Instalação de sensores de movimento nas lâmpadas LED.....	75
5.5. Medidas de redução do consumo de água	75
5.5.1. Instalação de contadores de água	75
5.5.2. Investimento na formação e sensibilização dos trabalhadores	76
5.5.3. Redução do diâmetro das mangueiras e instalação de válvulas	76
5.5.4. Registo de consumos de água em diversos processos	76
5.5.5. Limpeza de cubas com ozono.....	76
Capítulo 6 – Discussão e comparação de resultados	77
6.1. Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito.....	77
6.2. Herdade das Servas	78
6.3. Roquevale.....	80
6.4. Comparação entre os resultados dos casos de estudo.....	81
6.5. Comparação entre diferentes agentes económicos participantes no PSVA.....	82
Capítulo 7 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros	89
Referências Bibliográficas	91
Anexo I – Dados técnicos/elétricos do módulo fotovoltaico SW 265 POLY	95
Anexo II – Planta da Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito.....	97
Anexo III – Planta da adega da Herdade das Servas	99
Anexo IV – Lista de equipamentos elétricos utilizados na ACVCA	101
Anexo V – Lista de equipamentos elétricos utilizados na Herdade das Servas	103
Anexo VI – Lista de equipamentos elétricos utilizados na Roquevale	105

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Produção mundial de vinho (dados de 2015). Adaptado de [2].....	1
Figura 1.2 - Evolução da produção anual de vinho em Portugal e no Alentejo. Adaptado de [3].	1
Figura 1.3 - Evolução da produção de vinho anual no Alentejo e fração correspondente à produção nacional. Adaptado de [3].	2
Figura 1.4 - Localização geográfica das 3 adegas em estudo. Adaptada do Google Maps.....	3
Figura 1.5 - Fluxograma representativo das principais etapas de produção de vinho tinto, branco e rosé. Fonte: [5].	3
Figura 2.1 – Pontuação média nos Capítulos de Intervenção Primária dos agentes económicos participantes no PSVA, assumindo os resultados de 2015/2016. Fonte: [16].....	10
Figura 3.1 - Média aritmética simples mensal dos preços de fecho do mercado de energia para Portugal. Adaptado de [23].	19
Figura 3.2 - Esquema da configuração do sistema solar térmico considerado neste estudo. Adaptado do software Solterm 5.2.....	21
Figura 4.1 - Imagem satélite da ACVCA. Não inclui a zona de engarrafamento e parque de estacionamento (área a amarelo) recentemente construídos devido ao facto de estar desatualizada. Adaptada do Bing Maps.....	25
Figura 4.2 - Histórico de produção de vinho na ACVCA de acordo com as DCP. Fonte: CVRA.	26
Figura 4.3 – Consumo mensal de energia elétrica ativa e reativa na ACVCA em 2015.....	27
Figura 4.4 – Consumo mensal de energia elétrica ativa por período horário na ACVCA em 2015.	28
Figura 4.5 - Consumo mensal de energia elétrica reativa por escalão na ACVCA em 2015.	28
Figura 4.6 - Emissões de CO ₂ associadas ao consumo de energia elétrica na ACVCA em 2015.....	29
Figura 4.7 - Desagregação do consumo mensal estimado de energia elétrica na ACVCA.....	30
Figura 4.8 – Percentagens estimadas do consumo total anual de energia elétrica na ACVCA associadas a cada sector.	31
Figura 4.9 – Comparação da estimativa do consumo mensal de energia com o consumo real de energia em 2015 na ACVCA.	31
Figura 4.10 - Imagem satélite da Herdade das Servas. Adaptada do Google Maps.....	32
Figura 4.11 - Histórico de produção de vinho na Herdade das Servas de acordo com as DCP. Fonte: CVRA.....	32
Figura 4.12 - Consumo mensal de energia elétrica ativa e reativa na Herdade das Servas em 2015. ...	34
Figura 4.13 - Consumo mensal de energia elétrica ativa por período horário na Herdade das Servas em 2015.....	34
Figura 4.14 - Consumo mensal de energia elétrica reativa por escalão na Herdade das Servas em 2015.	35
Figura 4.15 - Emissões de CO ₂ associadas ao consumo de energia elétrica na Herdade das Servas em 2015.....	35
Figura 4.16 – Produção mensal de energia a partir do sistema de minigeração fotovoltaica (90 kW _p) da Herdade das Servas em 2015.....	36
Figura 4.17 - Desagregação do consumo mensal estimado de energia elétrica na Herdade das Servas.	37
Figura 4.18 - Percentagens estimadas do consumo total anual de energia elétrica na Herdade das Servas associadas a cada sector.....	38
Figura 4.19 - Comparação da estimativa do consumo mensal de energia com o consumo real de energia em 2015 na Herdade das Servas.	39
Figura 4.20 - Imagem satélite da Roquevale. Adaptada do Google Maps.	39

Figura 4.21 - Histórico de produção de vinho na Roquevale de acordo com as DCP. Não inclui produção de vinho não declarado (como o vinho de mesa, por exemplo). Fonte: CVRA.	40
Figura 4.22 - Consumo mensal de energia elétrica ativa e reativa na Roquevale em 2015.	41
Figura 4.23 - Consumo mensal de energia elétrica ativa por período horário na Roquevale em 2015.	42
Figura 4.24 - Consumo mensal de energia elétrica reativa por escalão na Roquevale em 2015.	42
Figura 4.25 - Estimativa das emissões de CO ₂ associadas ao consumo de energia elétrica na Roquevale em 2015.	43
Figura 4.26 - Produção mensal de energia a partir do sistema de minigeração fotovoltaica da Roquevale em 2015.	43
Figura 4.27 – Consumo mensal de água na Roquevale em 2014.	44
Figura 4.28 - Estimativa da desagregação do consumo mensal de energia elétrica na Roquevale.	45
Figura 4.29 - Percentagens estimadas do consumo total anual de energia elétrica na Roquevale associadas a cada sector.	46
Figura 4.30 - Comparação da estimativa do consumo mensal de energia com o consumo real de energia em 2015 na Roquevale.	46
Figura 5.1 - Variação do PRI do sistema solar fotovoltaico proposto para a ACVCA com a potência de pico do mesmo.	48
Figura 5.2 - Variação do cash flow acumulado no final do tempo de vida considerado para o sistema proposto para a ACVCA com a potência de pico do mesmo.	48
Figura 5.3 - Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 20 kW _p em alguns meses ao longo do ano.	49
Figura 5.4 - Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 20 kW _p para a adega em alguns meses ao longo do ano....	49
Figura 5.5 - Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 50 kW _p em alguns meses ao longo do ano.	50
Figura 5.6 - Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 50 kW _p para a adega em alguns meses ao longo do ano....	50
Figura 5.7 – Previsão do cash flow acumulado ao longo do tempo de vida de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 20 kW _p e de 50 kW _p para a ACVCA.....	51
Figura 5.8 – Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 20 kW _p para a ACVCA e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.	52
Figura 5.9 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 50 kW _p para a ACVCA e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.	52
Figura 5.10 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da ACVCA com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 20 kW _p	53
Figura 5.11 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da ACVCA com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 50 kW _p	53
Figura 5.12 - Fração das necessidades mensais estimadas de energia para aquecimento de água na ACVCA cobertas pelo sistema solar térmico e pelo sistema de apoio dimensionados através do SolTerm.	54
Figura 5.13 - Variação do FP mensalmente medido pela EDP nos períodos de faturação energética em 2015.	56
Figura 5.14 - Variação do PRI do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo proposto para a Herdade das Servas com a potência de pico do mesmo.	57

Figura 5.15 - Variação do cash flow acumulado no final do tempo de vida considerado para o sistema proposto para a Herdade das Servas com a potência de pico do mesmo.....	58
Figura 5.16 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 19 kW _p em alguns meses ao longo do ano.....	59
Figura 5.17 – Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 42 kW _p para a adega em alguns meses ao longo do ano.	59
Figura 5.18 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 19 kW _p em alguns meses ao longo do ano.....	60
Figura 5.19 - Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 42 kW _p para a adega em alguns meses ao longo do ano.	60
Figura 5.20 - Previsão do cash flow acumulado ao longo do tempo de vida de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 19 kW _p e de 42 kW _p para a Herdade das Servas.	61
Figura 5.21 – Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 19 kW _p para a Herdade das Servas e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.	62
Figura 5.22 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 42 kW _p para a Herdade das Servas e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.....	62
Figura 5.23 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da Herdade das Servas com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 19 kW _p	63
Figura 5.24 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da Herdade das Servas com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 42 kW _p	63
Figura 5.25 - Variação do PRI do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo proposto para a Roquevale com a potência de pico do mesmo.....	65
Figura 5.26 - Variação do cash flow acumulado no final do tempo de vida considerado para o sistema proposto para a Roquevale com a potência de pico do mesmo.	65
Figura 5.27 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 24 kW _p em alguns meses ao longo do ano.	66
Figura 5.28 – Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 24 kW _p para a adega em alguns meses ao longo do ano....	66
Figura 5.29 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 114 kW _p em alguns meses ao longo do ano.	67
Figura 5.30 – Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 114 kW _p para a adega em alguns meses ao longo do ano.	67
Figura 5.31 - Previsão do cash flow acumulado ao longo do tempo de vida de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 24 kW _p e de 114 kW _p para a Roquevale.....	68
Figura 5.32 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 24 kW _p para a Roquevale e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.	69
Figura 5.33 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 114 kW _p para a Roquevale e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.	69

Figura 5.34 – Redução estimada das necessidades de energia mensal da Roquevale com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 24 kW _p	70
Figura 5.35 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da Roquevale com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 114 kW _p	70
Figura 5.36 - Fração das necessidades mensais estimadas de energia para aquecimento de água na Roquevale cobertas pelo sistema solar térmico e pelo sistema de apoio dimensionados através do SolTerm.....	71
Figura 6.1 – Comparação entre os consumos específicos de energia elétrica calculados para cada agente económico e os valores de referência do indicador.	83
Figura 6.2 - Comparação entre os consumos específicos de água calculados para cada agente económico e os valores de referência do indicador.....	84
Figura 6.3 – Relação entre os indicadores de custo específico e consumo específico de energia referentes a cada adegas. A adegas representada com “I” não se encontra neste gráfico devido à escala reduzida do gráfico.....	84
Figura 6.4 - Relação entre as emissões específicas de gases com efeito estufa e a produção média anual de vinho das adegas. A adegas representada com “I” não se encontra neste gráfico devido à escala reduzida do gráfico.....	85
Figura 6.5 - Relação entre o consumo específico de água e a produção média anual de vinho das adegas.....	86
Figura 6.6 - Relação entre o consumo específico de energia elétrica e a produção média anual de vinho das adegas. A adegas representada com “I” não se encontra neste gráfico devido à escala reduzida do gráfico.....	86

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Pontuação/percentagem de transição entre valores de Categoria Geral de Sustentabilidade. Fonte: [13].	9
Tabela 2.2 – Enumeração dos Capítulos de Intervenção pelos quais os agentes económicos participantes do PSVA são avaliados. Fonte: [14].	10
Tabela 3.1 - Principais características do regime de produção distribuída. Adaptado de [18].	15
Tabela 3.2 – Esquematização dos horários do “ciclo semanal normal com feriados” nos contratos de fornecimento de energia a média tensão. Adaptado de [20].	17
Tabela 3.3 - Resumo dos valores introduzidos no SolTerm para a realização da análise económica do dimensionamento de um sistema solar térmico.....	23
Tabela 4.1 - Tarifário por período horário da energia ativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da ACVCA.	26
Tabela 4.2 – Tarifário por escalão da energia reativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da ACVCA.	27
Tabela 4.3 - Indicadores energéticos e ambientais referentes à ACVCA (tendo em conta os dados de 2015).....	29
Tabela 4.4 - Resultados da estimativa da desagregação do consumo anual de energia por sector na ACVCA.....	30
Tabela 4.5 - Tarifário por período horário da energia ativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Herdade das Servas.	33
Tabela 4.6 - Tarifário por escalão da energia reativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Herdade das Servas.....	33

Tabela 4.7 - Indicadores energéticos e ambientais referentes à Herdade das Servas (tendo em conta os dados de 2015).	37
Tabela 4.8 - Resultados da estimativa da desagregação do consumo anual de energia por sector na Herdade das Servas.	38
Tabela 4.9 - Tarifário por período horário da energia ativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Roquevale.	40
Tabela 4.10 - Tarifário por escalão da energia reativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Roquevale.	41
Tabela 4.11 - Indicadores energéticos e ambientais referentes à Roquevale (tendo em conta os dados de 2015).	44
Tabela 4.12 - Resultados da estimativa da desagregação do consumo anual de energia por sector na Roquevale.	45
Tabela 5.1 – Comparação entre os principais resultados das simulações efetuadas para um sistema solar fotovoltaico com 20 kW _p e para um sistema solar fotovoltaico com 50 kW _p , ambos para fins de autoconsumo na ACVCA.	51
Tabela 5.2 - Resultados do dimensionamento do sistema solar térmico a instalar na ACVCA efetuado pelo SolTerm na sua análise energética.	54
Tabela 5.3 - Soluções propostas para uma melhoria da eficiência energética da iluminação na ACVCA.	55
Tabela 5.4 - Comparação entre os principais resultados das simulações efetuadas para um sistema solar fotovoltaico com 19 kW _p e para um sistema solar fotovoltaico com 42 kW _p , ambos para fins de autoconsumo na Herdade das Servas.	61
Tabela 5.5 - Soluções propostas para uma melhoria da eficiência energética da iluminação na Herdade das Servas.	64
Tabela 5.6 - Comparação entre os principais resultados das simulações efetuadas para um sistema solar fotovoltaico com 24 kW _p e para um sistema solar fotovoltaico com 114 kW _p , ambos para fins de autoconsumo na Roquevale.	68
Tabela 5.7 - Resultados do dimensionamento do sistema solar térmico a instalar na Roquevale efetuado pelo SolTerm na sua análise energética.	71
Tabela 5.8 - Soluções propostas para uma melhoria da eficiência energética da iluminação na Roquevale.	73
Tabela 6.1 - Resumo do potencial de redução das necessidades anuais de energia (eletricidade para o sistema de autoconsumo e substituição de lâmpadas, gás propano para o sistema solar térmico) obtido com a implementação das medidas propostas.	81
Tabela 6.2 - Comparação entre os indicadores energéticos e ambientais calculados para cada caso de estudo.	82
Tabela 6.3 – Indicadores energéticos e ambientais calculados e produção média anual de vinho correspondente a cada agente económico.	83

Simbologia e Notações

ΔT	Diferença de temperatura (K)
φ	Ângulo de fase entre a corrente e a tensão
CO ₂	Dióxido de carbono
a ₁	Coefficiente de perdas térmicas (W/(m ² .K))
a ₂	Coefficiente de perdas térmicas (W/(m ² .K ²))
ACVCA	Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito
AWIS	<i>Australian Wine Industry Stewardship</i>
CIEG	Custos de interesse económico geral
CSWA	<i>California Sustainable Winegrowing Alliance</i>
CUR	Comercializador de Último Recurso
CVRA	Comissão Vitivinícola Regional Alentejana
DCP	Declaração de colheita e produção
EDP	Energias de Portugal
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FP	Fator de Potência
GEE	Gases com efeito de estufa
IPW	<i>Integrated Production of Wine</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
OMIE	Operador do Mercado Ibérico de Energia
OMIP	Operador do Mercado Ibérico de Energia (Pólo Português)
PCI	Poder calorífico inferior
PRI	Período de retorno do investimento
PSVA	Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo
PVGIS	<i>Photovoltaic Geographical Information System</i>

RESP	Rede energética de serviço público
SEN	Sistema Elétrico Nacional
SWNZ	<i>Sustainable Winegrowing New Zealand</i>
SWP	<i>California Sustainable Winegrowing Program</i>
UPAC	Unidade de produção para autoconsumo
WFA	<i>Winemakers' Federation Australia</i>

Capítulo 1 - Introdução

O sector vitivinícola é um sector agrícola de grande importância no contexto cultural e económico de Portugal, como indica, por exemplo, o facto de, atualmente, sermos o 11º país com maior produção de vinho a nível mundial, como se pode verificar na Figura 1.1. O vinho português é reconhecido internacionalmente como uma proposta única e diferenciadora devido à diversidade e unicidade das castas e *terroirs* portugueses, à qual estão associadas uma qualidade muito consistente e uma boa relação de qualidade-preço. As exportações de vinho português (aproximadamente 45% da produção nacional) atingem uma média de 725 milhões de euros anualmente, representando cerca de 1.5% do valor total das exportações nacionais de bens [1].

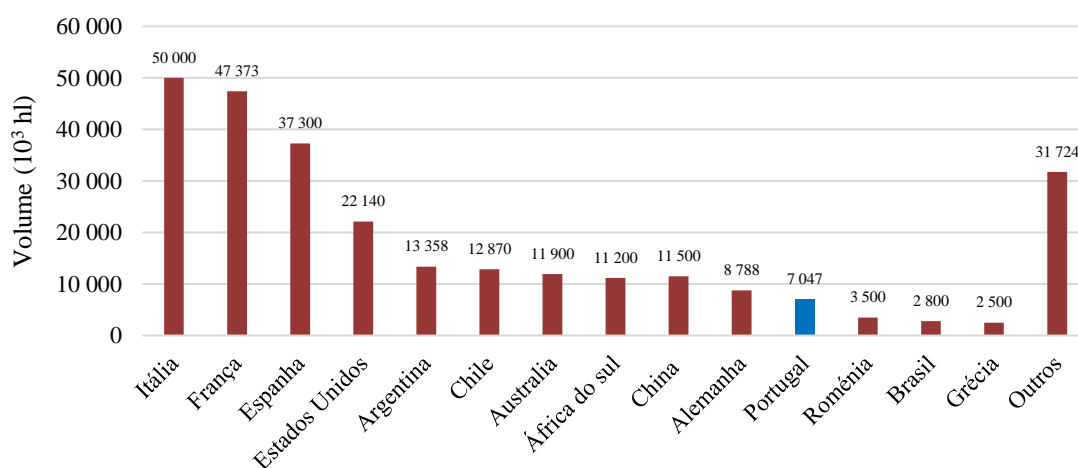


Figura 1.1 - Produção mundial de vinho (dados de 2015). Adaptado de [2].

Apesar da produção de vinho anual em Portugal ter vindo a decrescer (em média), a região vitivinícola alentejana tem ganhado maior importância no panorama nacional, como demonstram as Figuras 1.2 e 1.3. Atualmente, o Alentejo é 2ª região onde se produz mais vinho em Portugal, ficando apenas atrás da região do Douro.

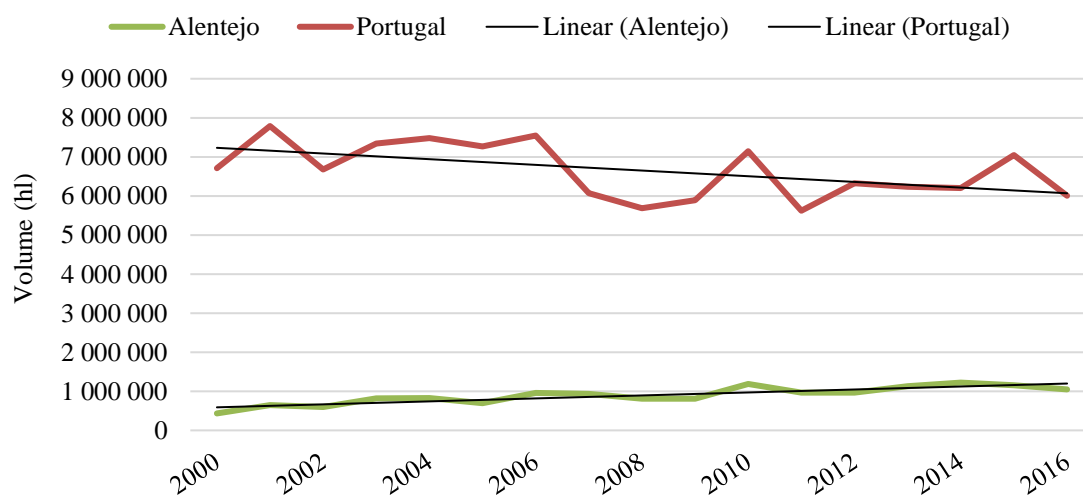


Figura 1.2 - Evolução da produção anual de vinho em Portugal e no Alentejo. Adaptado de [3].

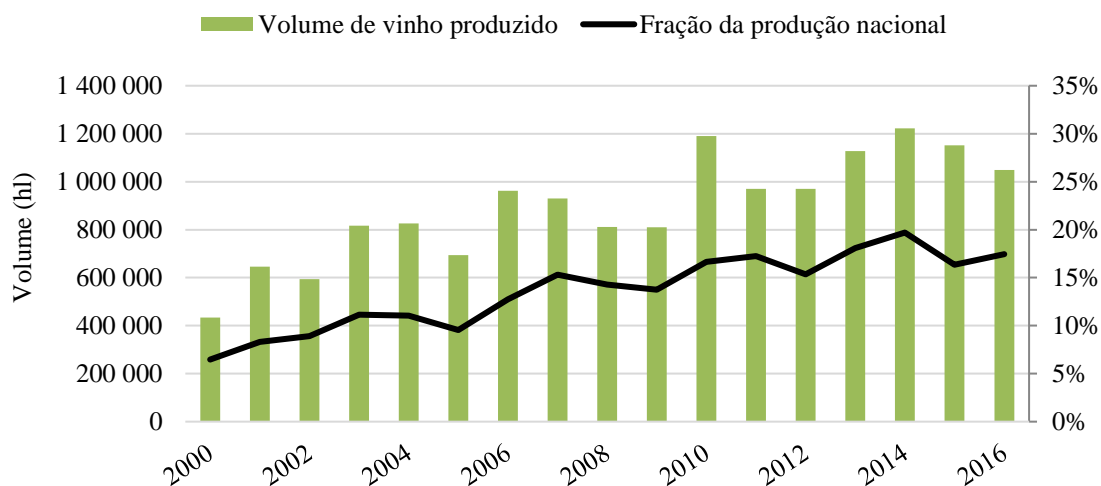


Figura 1.3 - Evolução da produção de vinho anual no Alentejo e fração correspondente à produção nacional. Adaptado de [3].

1.1. Motivação

O crescimento da popularidade e o conseqüente aumento do consumo e exportação de vinhos provenientes do Alentejo tem incrementando a ambição dos produtores de vinho desta região em produzir melhores vinhos e em maiores quantidades. Como tal, tem também aumentado o interesse e a preocupação por parte desses agentes económicos em adotar medidas que permitam uma produção mais eficiente de vinho no que toca ao aproveitamento de energia e água, protegendo o ambiente e tornando o negócio mais viável economicamente.

Da parte dos consumidores, é também cada vez maior a sua preocupação com a qualidade e impacto ambiental associados aos produtos que compram, pelo que também se torna importante um investimento na investigação de impactos ambientais que estão associados à produção de vinho.

A Comissão Vitivinícola Regional Alentejana (CVRA), organismo que controla, protege e certifica os vinhos do Alentejo, considera que a proteção e valorização dos recursos naturais através de práticas sustentáveis devem ser uma prioridade. Desta forma decidiu desenvolver o Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (PSVA) [4], documento esse onde se insere este trabalho.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é o estudo e a identificação de possíveis melhorias que permitam uma utilização mais eficiente de energia e de água em 3 adegas alentejanas: Adegas Cooperativas de Vidigueira, Cuba e Alvito (localizada em Vidigueira), Herdade das Servas (localizada em Estremoz) e Roquevale (localizada no Redondo). As localizações geográficas das 3 adegas estão representadas no mapa da Figura 1.4.

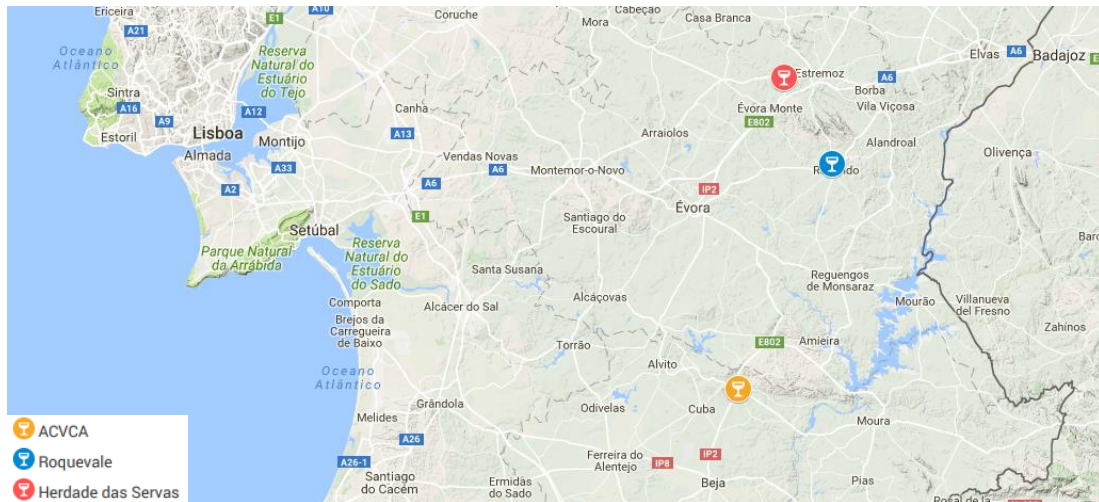


Figura 1.4 - Localização geográfica das 3 adegas em estudo. Adaptada do *Google Maps*.

1.3. O processo de vinificação

Para a identificação de possíveis melhorias de eficiência energética e de redução do consumo de água numa unidade vitivinícola é, evidentemente, útil compreender todos os procedimentos necessários à produção de vinho. A vinificação é um processo que se inicia pela colheita de uvas durante a vindima. Ao chegar à adega, esta matéria-prima, poderá passar por diferentes processos de vinificação, dependendo do tipo de vinho a ser produzido e do equipamento utilizado para o efeito. No fluxograma apresentado na Figura 1.5 estão descritas as principais etapas necessárias à produção de vinho tinto, branco e rosé (tipos de vinho mais produzidos no Alentejo).

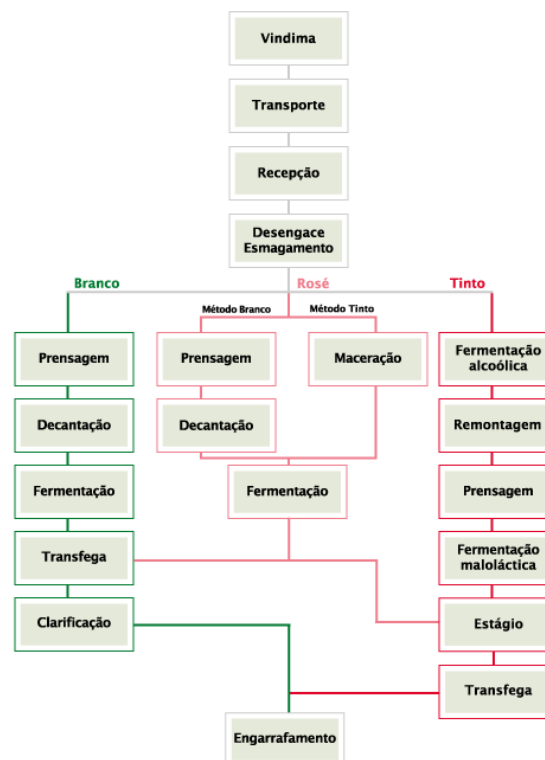


Figura 1.5 - Fluxograma representativo das principais etapas de produção de vinho tinto, branco e rosé. Fonte: [5].

Durante a vindima, as uvas são colhidas e transportadas para a adega. Em seguida realizam-se as operações pré-fermentativas, isto é, os processos de desengace (separação dos bagos de uva do engaço) e esmagamento (rotura da película dos bagos de uva para a libertação da polpa e do sumo). Nesta fase realiza-se um dos primeiros controlos do produto, o qual consiste no teste da densidade do mosto e permite estimar o teor alcoólico do vinho e a sua acidez.

A partir desta fase, o procedimento difere dependendo do tipo de vinho que se quer produzir. No caso de ser vinho branco, devem utilizar-se apenas uvas brancas e após as operações pré-fermentativas é realizada a fermentação do mosto separado das películas. O vinho tinto, por outro lado, é um vinho de maceração, ou seja, baseia-se na fermentação do mosto em contacto com as películas, polpas e grainhas (em certos casos também com os engaços). A presença das partes sólidas na fermentação promove a extração dos nutrientes, aromas e outros constituintes das mesmas, sendo que são responsáveis, especialmente as películas, pelas características visuais, gustativas e olfativas que diferenciam os vinhos tintos dos vinhos brancos. Este facto permite a conservação dos taninos e dos pigmentos das uvas, possibilitando a produção de vinhos com uma boa estrutura, cor e aroma. No que diz respeito aos vinhos rosé, tal como se pode verificar no fluxograma da Figura, podem ser produzidos através de processos idênticos aos da vinificação de vinho tinto ou de vinho branco [6]. Não será descrito em grande detalhe a produção de vinho rosé neste trabalho, pois o volume produzido anualmente deste tipo de vinho na região do Alentejo é diminuto relativamente à produção de vinho tinto e vinho branco [7].

No caso da vinificação de vinho tinto, após o desengace e esmagamento, o mosto é introduzido em cubas de fermentação (habitualmente de aço inoxidável, podendo também ser de madeira ou de cimento). Aqui, ocorre a fermentação alcoólica, processo químico em que as leveduras transformam o açúcar das uvas em álcool e gás carbónico. As partes sólidas do mosto vão subindo à superfície da mistura por ação do gás carbónico, sendo por isso necessário realizar várias vezes a remontagem. Este processo consiste na remistura das partes sólidas com o líquido que se encontra na parte inferior das cubas de fermentação e é habitualmente efetuada utilizando um sistema de bombagem que faz com que a parte líquida do mosto saia pela base da cuba de fermentação e reentre pelo topo da mesma. A remontagem numa cuba de fermentação realiza-se aproximadamente de 3 a 6 vezes por dia até ao fim da fermentação alcoólica, que tem uma duração aproximada de 7 dias. A fermentação é um processo durante o qual ocorre libertação de calor, pelo se torna necessária a aplicação um método de estabilização da temperatura no interior da cuba, havendo de outra forma a inevitável paragem da fermentação. A temperatura à qual se deve manter para a fermentação alcoólica de vinho tinto é geralmente entre os 25°C e os 30°C, aproximadamente.

No fim da fermentação alcoólica, isto é, quando o produto atinge determinada densidade, o mosto é extraído da cuba de fermentação para um equipamento de prensagem. Aqui, as uvas são finalmente esmagadas de forma a que o líquido contido nos bagos seja totalmente extraído. Seguidamente, o vinho é transferido para uma cuba de estágio (ou envelhecimento). Numa primeira fase ocorrerá a fermentação maloláctica, que consiste na transformação de ácido málico em ácido láctico por ação de bactérias lácticas que (em regra) são adicionadas ao vinho. O ácido málico é tanto mais intenso quanto menos maduras estiverem as uvas ao ser realizada a vindima e distingue-se no vinho, principalmente pelo seu aroma. A fermentação maloláctica reduz uma parte da acidez do vinho e, caso não seja controlada, pode inclusive ocorrer após o engarrafamento, provocando a formação de gás e a deterioração da qualidade do vinho.

Os vinhos tintos podem ser envelhecidos nas cubas de estágio (de aço inoxidável), barris ou cascos de carvalho ou até mesmo em talhas de barro (recipiente tipicamente utilizado na região alentejana para a

produção do denominado vinho de talha). O envelhecimento em barris ou cascos de carvalho permite que o vinho permaneça em contacto com algum ar e obtenha características “amadeiradas”. O estágio (ou envelhecimento) do vinho pode ter a duração de alguns meses até vários anos, dependendo das características do vinho que se quer produzir, cabendo, portanto, essa decisão ao enólogo responsável.

No final do envelhecimento, algumas pequenas partículas sólidas ficam depositadas no fundo da cuba (ou barril). Assim, ocorrerá a trasfega do vinho para uma cuba limpa e realizam-se os processos de clarificação (eliminação das impurezas do vinho) e estabilização (operações de estabilização biológica). No final destes procedimentos, o vinho estará pronto a ser engarrafado.

Descrita a vinificação de vinho tinto, procede-se agora à descrição detalhada da produção de vinho branco. Após os processos de desengace e esmagamento, é realizada a prensagem das uvas brancas ainda antes da fermentação alcoólica, ao contrário do procedimento da vinificação de vinho tinto. O mosto é posteriormente transferido para uma cuba de fermentação, onde ocorrerá a decantação. Durante 1 ou 2 dias as borras (partes sólidas que não foram extraídas durante a prensagem) são eliminadas do mosto por depósito no fundo da cuba e só depois ocorre a fermentação alcoólica do mosto. A eliminação das borras é importante porque dificulta as operações finais de vinificação e pode atribuir aromas indesejados ao vinho, degradando a sua qualidade.

A fermentação alcoólica na vinificação de vinho branco é mais exigente do que na vinificação de vinho tinto, pois tem uma duração de, habitualmente, entre 15 e 20 dias e implica uma temperatura de fermentação entre 10°C e 18°C. Nesta medida, é preferível neste caso a utilização de cubas de aço inoxidável porque permitem um melhor controlo da temperatura de fermentação, contribuindo para a preservação dos aromas e da frescura do vinho. Após a fermentação alcoólica, alguns vinhos brancos podem passar por um processo de envelhecimento ou mesmo fermentação em pipas de madeira.

Depois, o vinho branco é trasfegado para uma cuba limpa e separam-se as partículas acumuladas no fundo da cuba (borras) que o mesmo ainda possui. Nesta fase pode realizar-se a operação de sulfitação, onde se introduz uma pequena dose de dióxido de enxofre (ou anidrido sulfuroso) com a finalidade de conservar o vinho e de o proteger contra a oxidação. Para eliminar todas as impurezas em suspensão no vinho e torná-lo límpido, procede-se à clarificação. Existem essencialmente duas técnicas de clarificação: a colagem e a filtração. Na colagem é adicionado ao vinho um produto clarificante como, por exemplo, a gelatina, albumina, caseína e bentonina (argila). O produto coagula e forma partículas que sedimentam e que atraem e arrastam as impurezas, fazendo com que estas sejam mais facilmente extraídas. Na filtração o vinho passa, tal como o nome do processo sugere, por um filtro e as partículas e impurezas em suspensão ficam retidas no mesmo. Quando o vinho branco estiver límpido, pode-se, finalmente, proceder ao processo de engarrafamento [5].

Os vinhos, tanto os brancos como os tintos, são engarrafados numa linha de engarrafamento automática. As garrafas de vidro chegam vazias à adega e aí são limpas, rotuladas, enchidas, enrolhadas e encapsuladas. De seguida poderão também ser colocadas em caixas e posteriormente em paletes de forma a facilitar o seu transporte para locais de venda ou consumo. O vinho pode também, igualmente, ser empacotado sob a forma de *bag-in-box* (comumente denominado vinho de pacote), havendo também uma linha de processamento própria destinada a esse efeito.

1.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. No primeiro capítulo é apresentada uma introdução ao tema da dissertação, situando o sector vitivinícola português no contexto mundial e o sector vitivinícola alentejano no contexto nacional. É também explicada a motivação e o objetivo deste

estudo, bem como uma explicação breve dos processos típicos de vinificação que se realizam numa unidade vitivinícola.

No segundo capítulo é descrito o estado da arte, isto é, são enumerados alguns dos planos de sustentabilidade mais importantes e conhecidos no sector vitivinícola a nível mundial e são explicadas algumas das características que os distinguem. Neste capítulo é também explicado o PSVA, passando pela amostragem de alguns dos primeiros resultados deste plano.

No Capítulo 3 é descrito o plano de trabalho seguido para a elaboração desta dissertação, bem como a metodologia utilizada para o tratamento de todos os dados necessários, incluindo o cálculo de indicadores energéticos e ambientais, desagregação do consumo de energia elétrica e os estudos de medidas de melhoria que implicassem cálculos e/ou procedimentos mais específicos e comuns a mais do que uma adega.

O Capítulo 4 é reservado à descrição dos 3 casos de estudo, bem como à sua caracterização no que diz respeito, nomeadamente, à localização, consumo mensal de energia e água, indicadores energéticos e ambientais. São também descritos os contratos de fornecimento de energia mantidos pelas unidades vitivinícolas.

O quinto capítulo é reservado à exibição das propostas de medidas de melhoria de eficiência energética e de redução do consumo de água, cujos resultados foram obtidos seguindo a metodologia descrita no Capítulo 3.

A discussão e análise das medidas propostas é exposta no Capítulo 6. Não só é comparado o desempenho entre as 3 adegas consideradas neste estudo, mas também é feita a comparação com os resultados de vários outros agentes económicos provenientes de outros estudos semelhantes.

Finalmente, no Capítulo 7 são apresentadas algumas conclusões consideradas mais pertinentes neste estudo e são descritos os desenvolvimentos futuros a ter em conta para esta área e para as unidades vitivinícolas estudadas.

Capítulo 2 - Estado da arte

O Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo é o primeiro plano de sustentabilidade a ser implementado em Portugal para o sector vitivinícola. No entanto, existem vários outros planos semelhantes ao PSVA já implementados com a mesma finalidade pelo mundo fora. Neste capítulo são referenciados alguns dos mais importantes planos de sustentabilidade para este sector, tendo em conta os países com maior produção e exportação de vinho no mundo. Os planos seguidamente apresentados, exceto o PSVA, constituem iniciativas de países pertencentes ao “Novo Mundo” (países onde o desenvolvimento da produção de vinhos se desenvolveu recentemente, na sua grande maioria após os anos 70), pois estes foram os pioneiros na introdução do termo sustentabilidade na área da produção de vinho. São abordados os seguintes neste capítulo: *Sustainable Winegrowing New Zealand* (SWNZ), *California Sustainable Winegrowing Program* (SWP), *Entwine Australia*, *Integrated Production of Wine* (IPW) [8] e, finalmente, o PSVA.

2.1. Planos de sustentabilidade no sector vitivinícola

2.1.1. *Sustainable Winegrowing New Zealand* (SWNZ)

O SWNZ foi estabelecido em 1995 como uma iniciativa dos viticultores neozelandeses pertencentes aos *New Zealand Winegrowers* e foi oficialmente introduzida em 1997. Os seus 3 objetivos principais são: fornecer um modelo de boas práticas ambientais na vinha e na adega, assegurar a qualidade do produto desde a uva até à garrafa e responder às preocupações dos consumidores relativamente a produtos obtidos tendo em especial atenção o seu impacto ambiental.

Atualmente, este programa cobre cerca de 90% da produção total de vinho na Nova Zelândia. É um sistema de gestão ambiental pró-ativo que permite a produção de vinhos de alta qualidade através de processos ambientalmente responsáveis e economicamente viáveis em vinhas e adegas. Apresenta como principais áreas de foco: biodiversidade, solo, água, ar, energia, químicos, subprodutos, sociedade e práticas de negócio. Através do SWNZ, os membros são responsáveis por praticarem uma monitorização frequente, respeitando as normas, procedimentos e regulamentos do programa. Para assegurar a integridade do mesmo, são realizadas auditorias periódicas (de 3 em 3 anos após a primeira) pelo programa, as quais acabam também por fornecer registos dos resultados, auxiliando o desenvolvimento da indústria e contribuindo para a educação e formação dos membros aderentes.

Apesar do programa ser de carácter voluntário, a Nova Zelândia impõe desde 2010 que um agente económico seja membro do SWNZ para que possa participar em iniciativas de marketing nacionais ou internacionais, de promoção e atribuição de prémios oficiais no âmbito da vitivinicultura. Além disso, foi criada uma política de sustentabilidade, com o objetivo de que todo o vinho produzido no país fosse auditado e certificado na área do ambiente por uma entidade independente até 2012. Estas políticas demonstram que o programa é bem-sucedido e que há uma grande preocupação do governo neozelandês em mitigar impactos ambientais associados à produção de vinho [9], [10].

2.1.2. *California Sustainable Winegrowing Program* (SWP)

Este programa foi criado em 2002 pela *California Sustainable Winegrowing Alliance* (CSWA) e é de carácter voluntário. Tem como missão a avaliação da sustentabilidade das práticas atuais, a identificação de áreas de excelência e áreas onde poderão haver melhorias e o desenvolvimento de planos de ação para o aumento da sustentabilidade da operação dos produtores vitivinícolas desta região.

Associada a estas missões, o SWP pretende assegurar a sustentabilidade a longo prazo de toda a comunidade do vinho da Califórnia. O programa define produção de vinho sustentável como uma prática de produção vitivinícola sensível ao meio ambiente, sensível às necessidades e interesses da sociedade em geral e economicamente viável de ser implementada e mantida.

No âmbito deste programa, foi publicado o *California Code of Sustainable Winegrowing Workbook* que consiste num manual de acesso livre em constante atualização que permite aos membros do SWP fazer uma autoavaliação em vários aspetos na área em questão e que também funciona com um “manual de instruções” para a implementação do programa. Anualmente, os agentes económicos participantes neste programa devem submeter os resultados da sua autoavaliação, sendo posteriormente auditados pela CSWA e só serão posteriormente certificados com o *Certified California Sustainable Winegrowing* se cumprirem os pré-requisitos estabelecidos para a vinha e para a adega. Este programa de certificação foi lançado em 2010 e serviu para acelerar o processo de melhoria contínua para a indústria da produção de vinho na Califórnia.

O SWP apresenta uma dimensão social e assenta em princípios de educação e partilha, apresentando-se como um programa educativo que tem em vista facilitar a troca de informação e promover a comunicação entre os participantes [11].

2.1.3. *Entwine Australia*

Desenvolvido pela *Winemakers' Federation Australia* (WFA) com apoio do governo, o *Entwine Australia* tornou-se um programa voluntário e associativo em 2009, já que antes disso consistia apenas num relato anual de boas práticas ambientais na vinha e tinha o nome de *Australian Wine Industry Stewardship* (AWIS). A WFA defende que as empresas de produção de vinho devem ser suficientemente rentáveis para aproveitar novas oportunidades, mantendo, simultaneamente, a consciência da necessidade de proteger e valorizar a imagem do vinho através de um compromisso com as suas responsabilidades ambientais e sociais.

De acordo com a empresa, a sustentabilidade manifesta-se em 4 vertentes: parcerias com governos; melhoria contínua das competências e práticas empresariais para o sector vitivinícola australiano através da criação de uma cultura dinâmica de autossuficiência; melhorias contínuas de modo a satisfazer as exigências de sustentabilidade dos consumidores e da comunidade, e; assegurar uma ampla responsabilidade social no sector vitivinícola australiano.

O *Enwine Australia* permite aos agentes económicos receber uma certificação formal das suas práticas de acordo com padrões estabelecidos. Os membros devem possuir uma certificação ambiental independente e reconhecida bem como ser auditados pelo menos de 3 em 3 anos, além de terem a obrigatoriedade de relatar anualmente a sua pegada de carbono referente à adega e de realizar uma autoavaliação [12].

2.1.4. *Integrated Production of Wine (IPW)*

A indústria vitivinícola da África do Sul tornou-se líder mundial no segmento de produção integrada, através do seu programa de *Integrated Production of Wine (IPW)*, um sistema técnico de produção vitivinícola sustentável que foi introduzido em 1998. O plano tem como objetivos: servir como base para a aplicação dos princípios de produção integrada na produção vitivinícola; regular o registo de vinhas e adegas que estejam interessadas na produção integrada, e; certificar-se de que os rótulos de vinhos provenientes de produção integrada sejam bem aplicados, assegurando boa qualidade em vinhos rotulados.

O IPW apresenta um manual que providencia orientação e onde são especificados exemplos de boas práticas relacionadas com a produção de uva e um outro manual onde são partilhadas boas práticas respeitantes à produção e engarrafamento de vinho, incluindo a pegada de carbono nos seus critérios. Para terem os seus vinhos certificados, os agentes económicos devem completar uma autoavaliação anual, a cada três anos deverão frequentar uma formação obrigatória e serão também auditados nesse espaço de tempo por uma entidade independente. Este programa distingue-se pela obrigatoriedade que impõe aos agentes económicos de certificarem o seu vinho de modo a poderem proceder à exportação do mesmo [12].

2.2. Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (PSVA)

A CVRA criou o PSVA em 2014 e conta atualmente com a participação voluntária de 129 membros, cobrindo cerca de 4194 hectares de vinha no Alentejo. Os propósitos deste plano são a ligação de competitividade com objetivos ambientais e a criação de oportunidades através de uma estratégia de sustentabilidade orientada de forma a: reduzir custos e aumentar a viabilidade económica, incentivar a proatividade em relação ao aumento das pressões ambientais, responder a preocupações sociais, melhorar a qualidade e competitividade do produto final, reduzir os desperdícios de produtos, minimizar os riscos e exposição a responsabilidades, colocar produtos em mercados novos, integrar em rede produtores com sensibilidades semelhantes, garantir a durabilidade do negócio e providenciar maior transparência dentro da cadeia de fornecedores, implementando estratégias de comunicação inteligente.

Para iniciar a implementação do PSVA, o membro é obrigado a realizar uma autoavaliação, que foi desenvolvida para ser uma metodologia normalizada e alinhada com o referencial a adotar pelo plano, com uma matriz de avaliação de níveis de desempenho. Esta autoavaliação carece de uma realização anual pois pretende-se que respeite a metodologia clássica de melhoria contínua de um sistema, encontrando-se esta organizada em 3 sectores distintos: viticultura, adega e viticultura & adega. Atualmente os agentes económicos são avaliados em 11 capítulos (denominados Capítulos de Intervenção Primária), dos quais fazem parte 108 critérios.

Como resultado da autoavaliação nos Capítulos de Intervenção Primária é estabelecido um valor para a Categoria Geral de Sustentabilidade, que se localizará num dos 4 intervalos definidos pelo plano: Pré-inicial, Inicial, Intermédio ou Desenvolvido. Na Tabela 2.1 pode-se verificar a pontuação mínima de transição entre valores de Categoria Geral de Sustentabilidade. O objetivo é que cada membro do PSVA trabalhe a sua própria melhoria contínua através da identificação de áreas de melhoria e implementação de planos de ação anuais, de modo a evoluir de ano para ano e a posicionar-se no médio prazo na Categoria Geral de Sustentabilidade de Desenvolvido.

Tabela 2.1 - Pontuação/percentagem de transição entre valores de Categoria Geral de Sustentabilidade. Fonte: [13].

Categoria Geral de Sustentabilidade	Pontuação	Percentagem
Pré Inicial (PI)	≤ 1,8	≤ 45%
Inicial (I)	≤ 2,4	≤ 60%
Intermédio (Int)	≤ 3,4	≤ 85%
Desenvolvido (D)	≥ 3,5	≥ 86%

Quando atingida esta classificação, serão disponibilizados os Capítulos de Intervenção Secundária, mantendo-se a metodologia aplicada. Assim que o membro do PSVA atingir a Categoria Final de Desenvolvido nos Capítulos de Intervenção Secundária, proceder-se-á a uma validação através de uma

terceira parte e a um reconhecimento da sustentabilidade do seu processo produtivo. Na Tabela 2.2 são explicitados os Capítulos de Intervenção Primária e os Capítulos de Intervenção Secundária.

Tabela 2.2 – Enumeração dos Capítulos de Intervenção pelos quais os agentes económicos participantes do PSVA são avaliados. Fonte: [14].

Capítulos de Intervenção Primária	Capítulos de Intervenção Secundária
Produção Vitícola	Qualidade do Vinho
Gestão de Solos	Gestão Sustentável de Ecossistemas
Gestão de Água na Vinha	Qualidade do Ar
Gestão de Doenças e Pragas na Vinha	Manuseamento e Gestão de Materiais na Produção
Eficiência Energética na Vinha	Opções de Embalamento & Componentes
Gestão de Resíduos na Vinha	Comunidade Envolvente (Comunicação e Envolvimento das Partes Interessadas)
Conservação e Qualidade de Água na Adega	Socio-Economia e Desenvolvimento Regional
Gestão de Resíduos na Adega	
Eficiência Energética na Adega	
Gestão de Doenças e Pragas na Adega	
Recursos Humanos	

Após submissão da autoavaliação, por forma a garantir a credibilidade do projeto, será feita uma verificação interna por parte da CVRA aos resultados da mesma. A autoavaliação servirá como um diagnóstico anual individual sobre as práticas sustentáveis praticadas (ou não), pelo membro do PSVA nas suas atividades [15]. Na Figura 2.1 encontra-se representada a pontuação média nos Capítulos de Intervenção Primária dos agentes económicos que participam neste plano, tendo por base os resultados de 2015/2016.

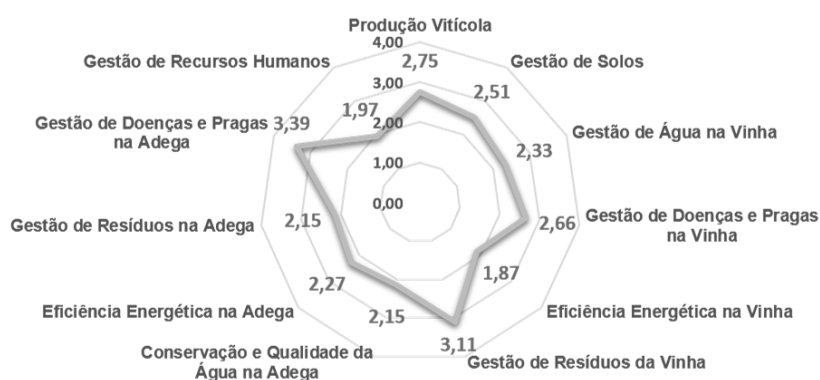


Figura 2.1 – Pontuação média nos Capítulos de Intervenção Primária dos agentes económicos participantes no PSVA, assumindo os resultados de 2015/2016. Fonte: [16]

A Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito, Herdade das Servas e Roquevale são, portanto, membros do PSVA e este trabalho é desenvolvido de forma a que estas adegas se possam desenvolver aplicando melhorias no que toca à eficiência na utilização de energia elétrica e água.

Capítulo 3 - Metodologia

Neste capítulo apresenta-se o plano de trabalho inicialmente traçado para a realização desta dissertação. Nos restantes subcapítulos far-se-á uma explicação mais detalhada da metodologia que foi seguida no mesmo, que se encontra separada em 3 fases: intervenção no local, tratamento de dados e análise de medidas de melhoria.

3.1. Plano de trabalho

O plano de trabalho inicialmente definido para a realização desta dissertação foi o seguinte:

1. Levantamento dos principais pontos de utilização de água e energia nas unidades de produção vitivinícola;
2. Quantificação da utilização mensal de utilização de água e energia da unidade a partir dos dados obtidos no levantamento;
3. Validação da quantificação mensal de utilização de água e energia da unidade através do histórico mensal de consumos de água e energia da unidade;
4. Análise do impacto de medidas de racionalização de utilização de água e energia: viabilidade de implementação, investimento e tempo de retorno financeiro;
5. Comparação entre os resultados obtidos e resultados de outros trabalhos semelhantes.

3.2. Intervenção no local

O levantamento dos dados necessários para o tratamento de dados (ponto 1 do plano de trabalho) foi feito *in situ*. Realizou-se uma visita a cada adega com o objetivo de aferir, com o auxílio dos funcionários e responsáveis das mesmas, como funcionam os processos de produção e engarrafamento de vinho e de fazer uma listagem dos equipamentos elétricos utilizados e períodos de funcionamento dos mesmos. Nesta fase foi importante a identificação dos equipamentos mais relevantes. Equipamentos de consumo energético mínimo, tais como equipamentos de laboratório e computadores, para simplificar a intervenção, não foram considerados para a estimativa da desagregação de consumos de energia elétrica.

Relativamente ao consumo de água, o objetivo seria aferir a origem da água utilizada na adega (charco/furo, rede ou ambos) e quais os processos/sectores responsáveis pela maior parte da sua utilização. O uso de água pode ser mais difícil de quantificar quando a origem da mesma é um charco, porque nesses casos não existe, normalmente, um contador associado. Acresce que, neste caso, a utilização de água é, habitualmente, mais despreocupada por parte dos trabalhadores devido à ausência de um custo direto associado.

Nesta fase é também importante a consulta de faturas energéticas e da água (no caso de a água ser proveniente da rede) de modo a poder ser construído um gráfico de consumo mensal de energia e água (se for esse o caso).

3.3. Tratamento de dados

Com os dados recolhidos nas visitas às adegas foi possível a realização de uma estimativa para o consumo mensal de energia elétrica (principal fonte de energia numa unidade vitivinícola) por sector na adega, essencialmente: refrigeração de cubas de fermentação, equipamentos de tratamento de uvas, tratamento de água, iluminação e linha de engarrafamento. A constituição destes sectores é feita de forma semelhante para qualquer uma das adegas, passando a ser descritas seguidamente:

- Tratamento de uvas: engloba todos os equipamentos que são utilizados para o tratamento de uvas ou para o transporte das mesmas ou do mosto. Fazem então parte deste sector todos os motores/bombas que produzam trabalho diretamente para o tratamento de uvas, sem-fins, prensas, filtros de terras, tegões, lagares, tapetes de transporte e compressores.
- Tratamento de água: deste sector fazem parte todos os equipamentos que funcionem na ETAR ou na ETA e que compõem o sistema de bombagem de água a partir do charco.
- Iluminação: abrange todos os equipamentos que iluminem o espaço da adega interior (incluindo os escritórios e as zonas de receção) ou exterior.
- Refrigeração de cubas de fermentação: aglomera todos os equipamentos cuja finalidade é a refrigeração das cubas de forma a que a fermentação decorra nas condições ideais. São eles os *chillers* e as bombas de circulação de água ou fluido refrigerante.
- Linha de engarrafamento: contém todos os equipamentos que façam parte da linha de engarrafamento ou da linha de *bag-in-box*, isto é, essencialmente motores, compressores e braços mecânicos automatizados.

Esta estimativa de desagregação é útil na medida em que possibilita a análise do impacto que determinada medida de melhoria poderá ter no consumo total de energia na unidade vitivinícola, bem como permite inferir se a mesma é viável tendo em conta o tempo de retorno do investimento associado.

O consumo de um dado equipamento elétrico será calculado multiplicando a potência nominal do equipamento pelo tempo de funcionamento do mesmo e um determinado fator de utilização. A Equação 3.1 representa a expressão utilizada neste cálculo.

$$E_{consumida} [kWh_e] = P [kW] \times t_{func} [h] \times f_{utilização} \quad (3.1)$$

onde P corresponde à potência nominal do equipamento, em kW, t_{func} é o tempo de funcionamento do equipamento, em horas, e $f_{utilização}$ é um número adimensional (de 0 a 1) que pode servir para a calibração do consumo do equipamento.

No caso de equipamentos que funcionem a uma potência variável, como é o caso dos *chillers* ou os equipamentos que constituem as ETAR's, terá de ser feita uma estimativa do consumo dos mesmos tendo em conta o seu habitual funcionamento. Idealmente, proceder-se-ia à medição do consumo elétrico de cada um desses equipamentos com um analisador de potência durante um longo período de tempo (no mínimo 1 dia), uma vez no pico do consumo na adega (época da vindima) e uma vez fora do pico do consumo da adega (fora da época da vindima). Desta forma, seria possível proceder-se a uma extrapolação para o resto do ano dos valores obtidos e haveria um menor erro entre o de consumo mensal estimado e o consumo real de energia elétrica desses equipamentos.

No entanto, não foi possível realizar a medição dos equipamentos de potência de funcionamento variável através do método anteriormente descrito em qualquer uma das 3 adegas, pois a medição do consumo elétrico de todos os equipamentos deste tipo tornar-se-ia uma tarefa muito demorada e poderia interferir com o funcionamento normal da adega e no trabalho dos funcionários. Outra razão foi a visita fora do período da vindima no caso da adega Roquevale e da ACVCA, onde os equipamentos mais preponderantes com essas características não se encontravam em funcionamento.

De forma a validar a desagregação mensal estimada do consumo dos equipamentos elétricos, é necessária a sua comparação com o consumo mensal real da adega: valores obtidos através das faturas elétricas durante a intervenção no local. Nesta fase, poderá ser necessário ajustar o fator de utilização

de alguns equipamentos (principalmente dos equipamentos de refrigeração) de forma a que a desagregação se assemelhe ao consumo real da adega. Se os consumos mensais estimados forem aproximadamente idênticos (haverá sempre um erro associado) ao consumo real da unidade, então pode-se considerar válida a estimativa.

3.4. Indicadores energéticos e ambientais

Um resultado importante deste trabalho é a obtenção de indicadores energéticos e ambientais que permitam uma comparação simples e intuitiva entre as adegas em estudo, ou de outros trabalhos na mesma área. Através destes, é possível aferir o desempenho energético ou ambiental da unidade vitivinícola e facilitar o acompanhamento da sua evolução na área da sustentabilidade ao longo do tempo.

Assim, foram calculados 4 indicadores que caracterizam o consumo de energia elétrica e de água em cada adega. São eles: consumo específico de energia elétrica, consumo específico de água, custo específico de energia elétrica e emissões específicas de gases com efeito estufa (GEE). Para o cálculo de todos estes indicadores, foi selecionado um ano como base (tipicamente 2015).

3.4.1. Consumo específico de energia elétrica

O consumo específico de energia elétrica da adega é calculado através do quociente entre o consumo anual de energia elétrica e a produção anual de vinho (Equação 3.2).

$$\text{consumo específico} \left[\frac{kWh}{l} \right] = \frac{\text{consumo anual de energia elétrica} [kWh]}{\text{produção anual de vinho} [l]} \quad (3.2)$$

O consumo anual de energia elétrica é calculado através do somatório da energia mensal consumida, informação presente nas faturas energéticas de cada unidade vitivinícola. A produção anual de vinho é um dado adquirido durante o levantamento de dados.

3.4.2. Consumo específico de água

O consumo específico de água da adega é calculado através do quociente entre o consumo anual de água e a produção anual de vinho (Equação 3.3).

$$\text{consumo específico} \left[\frac{l}{l} \right] = \frac{\text{consumo anual de água} [l]}{\text{produção anual de vinho} [l]} \quad (3.3)$$

O consumo anual de água é um dado por vezes difícil de obter. Caso a adega não consuma água da rede, terá de ser considerado um valor que vá de acordo com as estimativas das pessoas que trabalham na adega, pelo que é um dado pouco preciso se tal for o caso.

3.4.3. Custo específico de energia elétrica

O custo específico de energia elétrica da adega é calculado através do quociente entre o montante total gasto na compra de energia elétrica e a produção anual de vinho (Equação 3.4).

$$\text{custo específico} \left[\frac{€}{l} \right] = \frac{\text{custo do consumo anual de energia elétrica} [€]}{\text{produção anual de vinho} [l]} \quad (3.4)$$

O montante anual pago pela compra de energia elétrica é um dado que pode também ser calculado através da informação proveniente das faturas energéticas.

3.4.4. Emissões específicas de gases com efeito estufa

As emissões específicas de energia elétrica da adega são calculadas através do quociente entre as emissões anuais de GEE e a produção anual de vinho (Equação 3.5).

$$\text{emissões específicas } \left[\frac{g_{CO_2e}}{l} \right] = \frac{\text{emissões anuais de GEE } [g_{CO_2e}]}{\text{produção anual de vinho } [l]} \quad (3.5)$$

O valor das emissões mensais de GEE associadas ao consumo de energia elétrica vem usualmente explicitado nas faturas energéticas. Fazendo um somatório desse valor para todos os meses de um ano, obtêm-se as emissões anuais de GEE.

3.5. Estudo de medidas de melhoria

Havendo sempre possibilidade de implementar melhorias que levem à redução da energia e água utilizadas em qualquer área ou sector de uma adega, foram apenas analisadas algumas medidas que sejam viáveis com base em tecnologias disponíveis no mercado atual, tendo em conta o tempo de retorno do investimento e que não devem ser prejudiciais ao funcionamento normal da adega e qualidade do vinho produzido. Como tal, as medidas de melhoria estudadas no desenvolvimento desta dissertação e o procedimento que levou aos resultados explícitos no Capítulo 4 são explicados nos seguintes subcapítulos.

3.5.1. Sistema solar fotovoltaico para autoconsumo

Com o decréscimo progressivo do preço dos módulos fotovoltaicos, o interesse em investir em produção fotovoltaica tem vindo a crescer. Sendo o Alentejo uma das regiões com maior potencial solar em Portugal e na Europa, as unidades vitivinícolas desta região têm o privilégio de conseguir uma elevada produção anual de energia através de um sistema solar fotovoltaico.

Neste estudo, a prioridade é a mitigação da fatura energética. Desta forma, o sistema terá o objetivo de produzir energia para autoconsumo ao invés de miniprodução ou microprodução e, como tal, o dimensionamento do mesmo é feito de acordo com a legislação existente que regula o autoconsumo.

De acordo com a legislação vigente – o Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro de 2014 – a unidade de produção para autoconsumo (UPAC) permite produzir localmente a própria energia de modo a contribuir diretamente para a redução da fatura energética, reduzindo a dependência do utilizador no comercializador de energia. É obrigatório o seguro de responsabilidade civil e a instalação terá de ser executada por entidades qualificadas, exceto se se tratarem de kits de autoconsumo.

Cabe também ao produtor a escolha de injetar ou não na rede energética de serviço público (RESP) o excesso de produção (energia não consumida na instalação). Se o produtor escolher vender o excedente produzido é necessário um certificado de exploração e contador. A remuneração é feita de acordo com o valor resultante da média aritmética simples dos preços de fecho do Operador do Mercado Ibérico de Energia (OMIE) para Portugal relativo ao mês em vigor. Caso o produtor não queira vender o excedente à rede, vai necessitar de um aparelho que limite a injeção de potência. Se a UPAC produzir anualmente mais do que o necessário para o local de produção, a injeção da energia não consumida na rede pública não será remunerada [17].

Na Tabela 3.1 são apresentadas as principais características do regime de produção distribuída proveniente da legislação atual.

Tabela 3.1 - Principais características do regime de produção distribuída. Adaptado de [18].

	Autoconsumo	Pequena Produção
Fonte	- Renovável e Não Renovável.	- Renovável
Limite de Potência	- Potência de ligação < 100% da potência contratada na instalação de consumo.	- Potência de ligação < 100% da potência contratada na instalação de consumo; - Potência de ligação até 250 kW.
Requisitos de produção	- Produção anual deve ser inferior às necessidades de consumo; - Venda do excedente instantâneo ao CUR.	- Produção anual < 2x consumo da instalação; - Venda da totalidade da energia ao CUR.
Renumeração	- Valor da “pool” para excedente instantâneo de produção, deduzido de custos; - Numa base anual, o excedente produzido face às necessidades de consumo não é remunerado.	- Tarifa obtida em leilão para totalidade da produção; - Numa base anual, o excedente produzido face ao requisito de 2x consumo da instalação não é remunerado.
Compensação	- Entre 30% e 50% do respetivo valor dos CIEG quando a potência acumulada de unidades de autoconsumo exceda 1% da potência instalada no SEM.	• n.a.
Contagem	- Contagem obrigatória para potências ligadas à RESP superiores a 1,5 kW.	- Obrigatória para todas as potências, como elemento chave na faturação.
Processo de Licenciamento	- Processo gerido através de uma plataforma eletrónica; - Mera comunicação prévia: entre 200W e 1,5 kW; - Registo & certificado de exploração: entre 1,5 kW e 1MW. - Licença de produção & exploração: acima de 1MW.	- Processo gerido através de uma plataforma eletrónica; - Registo & certificado de exploração; - Inspeções obrigatórias.
Outros aspetos	- Não existe quota de atribuição.	- Quota máxima anual de potência atribuída.

De acordo com o Artigo nº14 do Decreto-Lei n.º 153/2014, “o valor da energia elétrica fornecida à RESP pelo produtor (...) é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$R_{UPAC,m} = E_{fornecida,m} \times OMIE_m \times 0.9 \quad (3.6)$$

Sendo:

- « $R_{UPAC,m}$ » — A remuneração da eletricidade fornecida à RESP no mês ‘m’, em €;
- « $E_{fornecida,m}$ » — A energia fornecida no mês ‘m’, em kWh;
- « $OMIE_m$ » — O valor resultante da média aritmética simples dos preços de fecho do Operador do Mercado Ibérico de Energia (OMIE) para Portugal (mercado diário), relativos ao mês ‘m’, em €/kWh;
- « m » — O mês a que se refere a contagem da eletricidade fornecida à RESP” (Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 2014).

Assim, é possível aferir que a produção excessiva de energia é desvantajosa para a UPAC, isto é, o sistema de autoconsumo deve ser dimensionado de forma a limitar a produção de excedente (energia não consumida na instalação) porque a renumeração resultante da injeção de energia na RESP é feita a uma tarifa muito reduzida, ao contrário do que acontecia com os programas de micro e miniprodução.

Para cada unidade vitivinícola estudada nesta dissertação foi seguida a mesma metodologia para o dimensionamento do sistema de autoconsumo. Ao fazer o dimensionamento do sistema para o mês fora da vindima com maior irradiação disponível (mês de julho em todos os casos), limita-se a produção de excedente, pois sendo o mês com maior radiação disponível, nos restantes meses a produção fotovoltaica deverá ser sempre inferior, tipicamente. Tem também importância o facto de ser feito para um mês fora da época da vindima porque dentro desta época há um consumo de energia bastante maior que no resto do ano. O dimensionamento do sistema a instalar para um mês como setembro ou outubro levaria a uma produção elevada de excedente no resto do ano, o que aumentaria muito o período de retorno do investimento (PRI) nesta medida de melhoria de eficiência energética.

Numa primeira abordagem, a potência de pico foi abordada de uma forma mais convencional. Assim, recorreu-se à base de dados da Comissão Europeia sobre o recurso solar denominada “Photovoltaic Geographical Information System”, mais conhecida como PVGIS [19]. A partir da identificação da localização geográfica de cada adega, obtiveram-se dados importantes como a irradiação diária num plano com a inclinação de 34° (inclinação ótima anual indicada pelo PVGIS) e orientação sul (orientação selecionada para os painéis, de modo a haver uma maior produção anual).

O consumo diário das adegas em períodos fora da vindima concentra-se maioritariamente entre as 08:00 e as 18:00 (horário de trabalho), sendo que no período noturno este é bastante mais baixo. O horário de trabalho coincide, aproximadamente, com o período diurno, o que significa que o dimensionamento do sistema solar fotovoltaico deve ser feito para o horário de trabalho, pois à noite, obviamente, o sistema não irá produzir energia e consequentemente não há o risco de haver produção de excedente neste período. De tal forma, no mês de julho, durante o horário de trabalho, há apenas consumo de ponta e de cheia de acordo com o ciclo horário do contrato de fornecimento de energia em média tensão (“ciclo semanal com feriados”), que é semelhante para as 3 adegas em estudo. Na Tabela 3.2 é esquematizado este ciclo horário (é também feita uma aproximação “à hora” de alguns períodos, para fins de simplificação), que se divide em consumo de ponta, cheia, vazio normal e super vazio. Neste tipo de contrato, o horário de inverno começa no último domingo de outubro e o horário de verão começa no último domingo de março, sendo que os feriados são considerados como domingos. O consumo das adegas é considerado como quase constante em cada horário, portanto é assumido que a potência de pico do sistema solar fotovoltaico a instalar deverá ser aproximadamente igual à potência máxima de consumo durante o horário de trabalho.

Foi considerado o mesmo horário de trabalho para todas as adegas e foi necessário ter em conta que o consumo de cheia indicado nas faturas energéticas inclui algumas horas fora do horário de trabalho. Como base deste estudo e por uma questão de simplicidade, o ano de 2015 foi considerado como um ano típico para qualquer uma das adegas, pelo que qualquer tarifa, preço da energia, faturas energéticas, calendário e outros parâmetros referem-se, igualmente, a esse ano.

Tabela 3.2 – Esquematização dos horários do “ciclo semanal normal com feriados” nos contratos de fornecimento de energia a média tensão. Adaptado de [20].

		Horário de verão			Horário de inverno						
		Dias úteis	Sábados	Domingos/Fer	Dias úteis	Sábados	Domingos/Fer				
00:00	TRABALHO	Vazio	Vazio	Vazio	Vazio	Vazio	Vazio				
01:00		Vazio	Vazio	Vazio	Vazio	Vazio	Vazio				
02:00		Super Vazio	Super Vazio	Super Vazio	Super Vazio	Super Vazio	Super Vazio				
03:00											
04:00											
05:00											
06:00		Vazio	Vazio	Vazio	Vazio	Vazio	Vazio				
07:00		Cheia			Cheia						
08:00		Ponta	Cheia		Vazio	Ponta		Cheia	Vazio		
09:00											
10:00											
11:00											
12:00											
13:00											
14:00											
15:00											
16:00											
17:00											
18:00		Cheia	Vazio		Vazio	Cheia		Vazio	Vazio		
19:00											
20:00										Ponta	Cheia
21:00											
22:00										Cheia	Vazio
23:00											

Analisando o calendário de julho de 2015 e fazendo os cálculos necessários, conclui-se que há cerca de 189 horas de consumo de cheia fora do horário de trabalho e 161 horas dentro do horário de trabalho. Deste modo, fazendo um acerto de valores – considerando que o consumo nas horas de cheia fora do horário de trabalho é igual ao consumo de vazio normal – foi possível fazer um somatório do consumo de ponta e do consumo de cheia dentro do horário de trabalho e, assim, obter uma aproximação da energia ativa consumida nas horas de sol no mês de julho.

De forma a calcular a potência de pico nesta primeira abordagem, com base nos dados do PVGIS calculou-se o número de “peak sun hours” (PSH) para o mês de julho através da seguinte expressão:

$$PSH [h] = \frac{I_{diária.34^\circ} \left[\frac{kWh}{m^2} \right] \times n^\circ \text{ dias de julho}}{I_{padrão} \left[\frac{kW}{m^2} \right]} \quad (3.7)$$

onde $I_{diária.34^\circ}$ é o valor típico de irradiação diária num plano com uma inclinação de 34° no mês de julho (dados do PVGIS) que depende da localização geográfica de cada adega e $I_{padrão}$ é o valor padrão de irradiância na superfície terrestre – 1 kW/m². O cálculo do PSH é útil na medida em que converte o valor da irradiação diária num plano no número de horas equivalente em que há uma irradiação “máxima” (ou padrão) do sol [21].

A potência de pico pode agora ser calculada através da seguinte expressão:

$$P_{pico} [kW] = \frac{E_{ponta+cheia_{julho}} [kWh]}{PSH [h]} \quad (3.8)$$

em que $E_{ponta+cheia_{julho}}$ é a energia de consumida nas horas de sol no mês de julho (dados obtidos a partir das faturas energéticas).

De forma a validar a abordagem anteriormente apresentada para a estimativa da potência de pico e para efetuar os cálculos da energia anualmente consumida e produzida como excedente pelo sistema, foi calculado e construído um diagrama de carga diário simplificado para dias úteis no mês de julho em cada adega. Desta forma, é possível comparar a potência de pico calculada através do método descrito com a potência de consumo normal durante um dia típico na adega. De notar que o diagrama de carga diário construído para julho foi assumido como base para todos os outros meses fora da época de vindima, facilitando assim a realização dos cálculos necessários para a estimativas de energia produzida para autoconsumo e excedente anualmente. Isto só é possível porque o consumo fora da época da vindima usualmente é semelhante para todos os meses devido ao funcionamento quase constante dos equipamentos ativos durante esse período, tais como a linha de engarrafamento e a iluminação, entre outros.

Assim, para a estimativa do diagrama de carga diário foi necessário ter em conta a informação cedida nas faturas energéticas, isto é, o consumo mensal por período horário. Efetuou-se a divisão de cada um destes valores (referentes a cheia, ponta, vazio e super vazio) pelo número de horas mensais relativos a cada período, tendo em conta que o consumo de cheia dentro o horário de trabalho e fora do horário de trabalho é diferente. Em cada um dos 3 dimensionamentos verificou-se que a potência de pico estimada através da Equação 8 é quase igual à potência máxima de consumo diurno da adega respeitante. Foi igualmente estimado o diagrama de carga para sábados, domingos e feriados, pois será útil para o cálculo do excedente que, inevitavelmente, será produzido com a potência de pico calculada do sistema durante estes dias fora da época da vindima.

Para os 3 dimensionamentos foi selecionado o mesmo modelo de painéis fotovoltaicos policristalinos: *SW 265 POLY* que possui uma área aproximada de 1.68 m², 265 W_p de potência nominal, eficiência de 15.81% e um tempo de vida estimado de 25 anos. Mais dados técnicos e elétricos acerca deste modelo encontram-se no Anexo I. Também são consideradas perdas devido a temperaturas (4%), perdas na cablagem (5%), *incidence angle modifier* (perdas causadas pelas mudanças do desempenho do painel fotovoltaico com a variação do ângulo de incidência solar, consideradas como 3% de perdas) [22] e a eficiência do inversor (96%).

Recorreu-se mais uma vez à base de dados do PVGIS com o objetivo de obter dados acerca da irradiação sobre um plano com 34° de inclinação num dia típico para cada mês do ano. O PVGIS fornece dados de 15 em 15 minutos de irradiação em W/m², portanto, para fins simplificativos, foi calculada a média horária desses mesmos valores de forma a se apresentarem de hora em hora. Para todos os meses foi calculada a energia produzida pelo sistema solar fotovoltaico, tendo em conta a área de painéis instalados e a eficiência dos mesmos, bem como as perdas anteriormente descritas. Assim, comparando com os diagramas de carga típicos de dias úteis, sábados e domingos ou feriados previamente construídos é possível calcular a porção de energia produzida pelo sistema que é consumida na unidade e a porção que não é autoconsumida, e, portanto, é vendida como excedente à RESP. Este conjunto de resultados, que será apresentado a propósito dos casos de estudo, foi obtido para todos os meses com a particularidade de nos meses inseridos na época de vindima, nomeadamente setembro e outubro, se assumir que toda a energia produzida é consumida na

instalação. Isto acontece em todos os 3 casos de estudo porque, além do facto de nesta época o sistema de refrigeração de cubas de fermentação funcionar tanto nos dias úteis como nos fins de semana e feriados, o horário normal de trabalho estende-se também para o fim de semana, aumentando, essencialmente, os consumos elétricos relativos a tratamento de água, iluminação e equipamentos de tratamento de uvas.

Calculando a energia mensalmente produzida em excesso e injetada na RESP, pode obter-se o cálculo da remuneração anual resultante para a UPAC. Para tal, é utilizada a Equação 3.6, em que o termo $OMIE_m$ é calculado através da média aritmética simples mensal dos preços diários de fecho da energia, que podem ser extraídos do *site* da OMIP e se representam na Figura 3.1. Foram utilizados os mesmos valores para dos 3 dimensionamentos. Os valores seguidamente expostos e empregues nos cálculos necessários para a estimativa da remuneração mensal são relativos ao ano de 2015, pois todos os outros dados utilizados para calcular períodos de retorno do investimento são também desse mesmo ano, bem como as faturas energéticas consideradas.

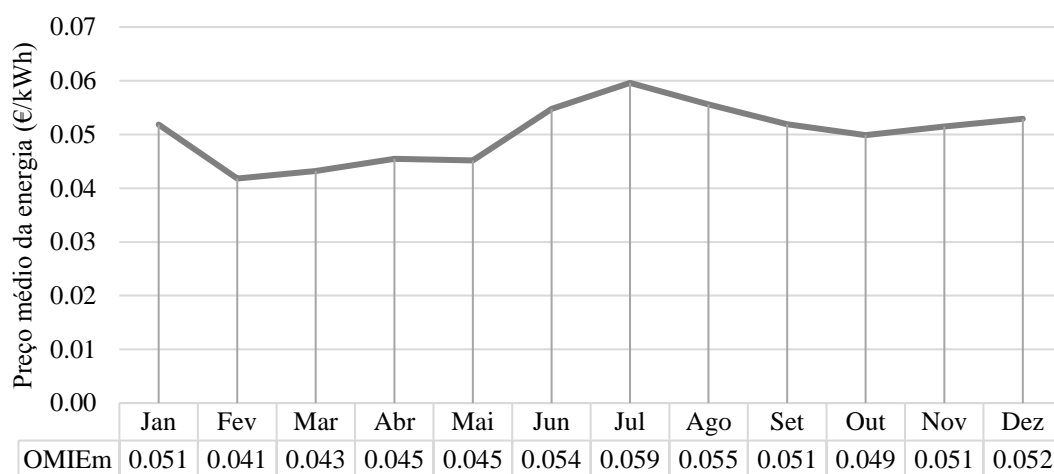


Figura 3.1 - Média aritmética simples mensal dos preços de fecho do mercado de energia para Portugal. Adaptado de [23].

Para o cálculo da poupança anual conseguida com a fração de energia produzida pelo sistema para autoconsumo foi necessário ter em conta o tarifário imposto no contrato de fornecimento de energia, que é diferente em todas as adegas, tendo a adega Roquevale inclusive uma tarifa mensalmente variável.

Em cada caso foi ainda utilizado o programa PVSYST (versão 6.6.2) para obter uma simulação alternativa da produção mensal de energia a partir de uma diferente base de dados. Comparando com os valores estimados de produção mensal provenientes do PVGIS e que foram utilizados no procedimento anteriormente descritos, verificou-se em cada caso que não havia diferenças significativas e desta forma foi considerada válida a utilização dos dados de irradiação diária do PVGIS.

Toda esta metodologia descrita anteriormente consiste numa forma convencional de determinação da potência de pico a instalar no sistema. De facto, a potência de pico ideal a instalar deverá variar dependendo da prioridade do produtor: um menor PRI ou um maior lucro acumulado no final do tempo de vida do sistema. Assim, é feita uma análise económica para várias potências de pico em cada um dos casos de estudo, possibilitando a construção de alguns gráficos e tabelas importantes e elucidativas, que poderão pesar na decisão final para o dimensionamento do sistema.

Desta forma, para cada análise económica foi considerado um custo de investimento de 1.2 €/W_p, custos anuais de operação e manutenção iguais a 2% do custo total de investimento inicial. Desta forma foi possível realizar o cálculo do *cash flow* e do período de retorno do investimento (PRI). O cálculo do PRI (em anos) é feito através da seguinte expressão:

$$PRI_{PV} [anos] = \frac{C_{investimento} [€]}{R_{anual} \left[\frac{€}{ano} \right] - C_{O\&M} \left[\frac{€}{ano} \right]} \quad (3.9)$$

onde $C_{investimento}$ representa o custo total inicial do investimento, R_{anual} é o retorno anual resultante da poupança com o autoconsumo e da renumeração provinda da venda do excedente e o termo $C_{O\&M}$ representa os custos anuais de operação e manutenção do sistema solar fotovoltaico.

O cálculo do *cash flow* é efetuado para 25 anos (tempo de vida estimado para os painéis fotovoltaicos) utilizando a seguinte expressão:

$$cash\ flow(n) = \begin{cases} -C_{investimento} & , \quad n = 0 \\ cash\ flow(n-1) + R_{anual} - C_{O\&M} & , \quad n > 0 \end{cases} \quad (3.10)$$

em que n é um número natural que representa o número de anos após a instalação do sistema solar fotovoltaico. Obviamente, os resultados do PRI e do *cash flow* são meramente previsões, dado que há vários fatores que podem influenciar a produção de energia e, desta forma, ser impossível prever estes valores com total exatidão.

Para cada caso de estudo de dimensionamento foram também calculadas as emissões de gases com efeito estufa anualmente evitadas tendo em conta a energia autoconsumida na adega e considerado um fator de emissão para o consumo de eletricidade com o valor de 0.369 kgCO₂/kWh [24]. No Capítulo 5 serão, para cada adega, apresentados gráficos como a variação do PRI com a potência de pico do sistema, variação do *cash flow* acumulado no final de tempo de vida do sistema com a potência de pico do mesmo, bem como a representação da função *cash flow* para algumas potências de pico. Serão também discutidas e analisadas quais as melhores opções para o dimensionamento do sistema, tendo em conta a prioridade ou preferência do produtor.

3.5.2. Sistema solar térmico

No funcionamento de uma adega há sempre consumo de água quente, principalmente para a lavagem de materiais e equipamentos e também para alguns processos de engarrafamento. Desta forma, é estudada a viabilidade da instalação de um sistema solar térmico para a satisfazer estas necessidades de água quente nas adegas em estudo, ou pelo menos parte delas. Para tal, foi utilizado o programa *SolTerm* (versão 5.2), que consiste num programa de análise de desempenho de sistemas solares elaborado pelo LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia), especialmente concebido para as condições climáticas e técnicas de Portugal. Este programa permite fazer uma análise energética, financeira e ambiental do sistema a instalar. Seguidamente, é descrito o processo do dimensionamento do sistema solar térmico utilizando o *SolTerm*, bem como as informações que foi necessário introduzir para que o programa efetue as análises anteriormente descritas.

Em primeiro lugar, é necessário definir a localização da unidade vitivinícola no programa. Ao fazer isto, o *SolTerm* fornece automaticamente dados de irradiação solar horizontal e de temperatura ambiente, que possui na sua base de dados. Nesta primeira fase é também possível definir os sombreamentos que o sistema poderá ter, turbidez na atmosfera local e albedo do solo. Em qualquer uma das adegas foram mantidos os valores padrão dos mesmos e não foram definidos quaisquer sombreamentos, pois considerou-se em todos os casos estudados que o sistema se irá localizar na cobertura da adega.

De seguida, são definidos todos os componentes do sistema e a configuração do mesmo. Em qualquer um dos casos foi considerado um sistema solar térmico com depósito, estando esta configuração esquematizada na Figura 3.2.

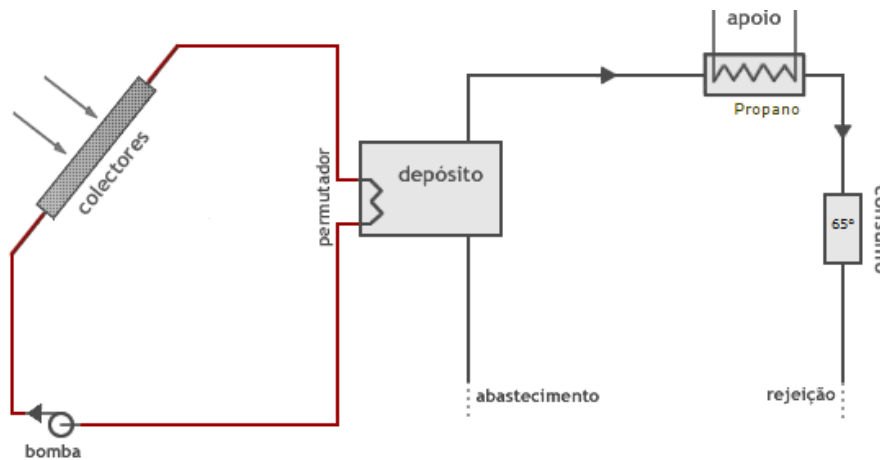


Figura 3.2 - Esquema da configuração do sistema solar térmico considerado neste estudo. Adaptado do software *Solterm 5.2*.

Assim, é necessário definir os seguintes componentes:

- Coletores solares: foi selecionado um modelo de coletor solar comum para todos os casos de estudo entre os modelos predefinidos na base de dados do *SolTerm*. Assim sendo, o modelo escolhido foi o *HR 2.1 RB* da marca *Saunier Duval* devido ao facto de ser um dos modelos com maior rendimento ótico (cerca de 84%). Outras características deste modelo são a sua área de abertura de 2.1 m², coeficientes de perdas térmicas a_1 de 3.788 W/(m²K) e a_2 de 0.02 W/(m²K²) [25].
- Depósito: é assumido que o permutador é interno, do tipo serpentina, com uma eficácia de 55% e que o depósito se encontra na posição vertical. De entre várias opções possíveis, considerou-se que o volume do depósito é igual ao consumo diário máximo de água quente na adega, de forma a suportar o consumo durante todo o ano e tratando-se, desta forma, de um dimensionamento de acordo com o consumo da adega em dias dentro da época da vindima, quando as necessidades de água quente são tipicamente maiores do que no resto do ano. A escolha desta opção de dimensionamento residuiu na tentativa de aproveitamento máximo de energia renovável. Outra opção exequível e possivelmente mais proveitosa economicamente, não estudada nesta dissertação, seria o dimensionamento para dias úteis fora da vindima, o que faria com que o depósito tivesse menor capacidade volúmica e fossem necessários menos coletores solares, sobrando uma carga anual maior para o sistema de apoio, principalmente na época da vindima. Desta forma sugere-se, num estudo futuro, a análise da viabilidade desta opção de dimensionamento do sistema solar térmico.
- Sistema de apoio: quando os coletores não conseguem transferir a energia térmica necessária para o aquecimento da água à temperatura desejada, é necessário um sistema de apoio que o faça de modo a que se possa consumir água quente sempre que necessário. Desta forma, assume-se que há um sistema de apoio a gás propano com uma eficiência de 75% e um PCI de 47 MJ/kg. Foi dada a preferência a um sistema de apoio a gás propano porque esta apresenta um menor custo e menores emissões associadas que a eletricidade obtida através do contrato de fornecimento. Um cenário diferente, não considerado neste caso pois cada medida de melhoria foi estudada individualmente, seria se a eletricidade fosse proveniente de um sistema de autoconsumo solar fotovoltaico como o que foi descrito no subcapítulo anterior. Nesse

caso, seria interessante o uso da eletricidade produzida localmente para o sistema de apoio, já que a mesma não teria emissões de gases com efeito estufa associados e o seu custo seria inferior ao do gás propano.

- Características do consumo: é assumida que a temperatura de consumo de água quente é de 65°C. Para a definição do ΔT necessário a aquecer em cada mês, apesar do facto da água nos 3 casos de estudo ser proveniente de charcos privados, adotou-se a rede de abastecimento pública como origem da água utilizada no sistema solar térmico. Esta medida foi tomada porque as temperaturas da água da rede deverão ser, nos 3 casos, aproximadamente iguais à temperatura da água dos charcos (entre um mínimo de 14°C no inverno e um máximo de 22°C no verão, com uma média anual de 17.4°C). É também nesta fase que se define no *SolTerm* o volume horário de água quente consumida na adega em questão nos dias úteis e nos fins de semana de cada mês do ano.
- Tubagens (circuito primário): os tubos a utilizar no sistema solar térmico são os predefinidos pelo programa. A condutividade térmica dos tubos é de 380 W/(m.K), espessura dos mesmos 1.5 mm e diâmetro nominal de 2.2 cm. Os tubos encontram-se revestidos por um isolamento de 30 mm de espessura e uma condutividade térmica de 0.03 W/(m.K). Admite-se também que o comprimento total da tubagem entre o depósito e a entrada do coletor e entre a saída do coletor e o depósito é de 5 m, valor também predefinido pelo *SolTerm*;
- Fluido circulante no circuito primário: deverá haver uma fração de anticongelante na mistura de 25% e o caudal específico é de 46.3 l/h/m².

O passo seguinte é a análise energética. Nesta fase é possível fazer a otimização do sistema por critérios energéticos: aumentar a fração solar, reduzir o fornecimento de energia de apoio e ajustar a orientação e inclinação dos coletores. São, portanto, definidos quantos módulos solares são necessários para obter um aproveitamento máximo do recurso solar, evitando o desperdício e minimizando a dependência do sistema de apoio para aquecimento de água. Feita esta análise o programa fornece os resultados da simulação do funcionamento do sistema, nomeadamente os valores mensais de energia fornecida pelo sistema solar, a energia necessária para as necessidades do consumidor, a energia fornecida pelo sistema de apoio e a energia acumulada em excesso e, logo, dissipada. Este último parâmetro deverá ser nulo em todos os casos porque o dimensionamento do sistema será feito de modo a que haja o aproveitamento máximo do recurso solar, mas a que não haja desperdício de energia.

De seguida, procede-se à análise económica do sistema solar térmico. O programa realiza uma análise económica tendo em conta os vários valores que se inserem relativamente, por exemplo, ao preço dos coletores por unidade de área, à sua vida útil, ao preço do combustível (do sistema de apoio) e à inflação, entre outros. Estes valores introduzidos no *SolTerm*, bem como a fonte dos mesmos, são iguais para todos os dimensionamentos efetuados e, para uma consulta mais simplificada, encontram-se resumidos na Tabela 3.3. Após inserir estes valores no programa, são fornecidos os resultados da análise económica efetuada e deduz-se se, de facto, a instalação do sistema solar nestas condições é vantajosa para o agente económico. Nesta fase, é também possível efetuar uma otimização económica, processo através do qual o programa realiza a análise para várias áreas de coletores (compatíveis com o modelo de painel escolhido anteriormente na configuração do sistema) e apresenta o lucro no final do tempo de vida do sistema para as várias dimensões simuladas do mesmo.

Tabela 3.3 - Resumo dos valores introduzidos no *SolTerm* para a realização da análise económica do dimensionamento de um sistema solar térmico.

Dados técnico-económicos do sistema		Fonte
Preço dos coletores	500 €/m ²	valor predefinido
Vida útil	20 anos	valor predefinido
Manutenção anual	0.1%	valor predefinido
Renovação de componentes (realizada uma vez, 11 anos após a instalação do sistema)	1.0%	valor predefinido
Valor residual	0.0%	valor predefinido
Valorização da energia		Fonte
Preço atual do combustível (propano)	1.931 €/kg	preço por garrafa de 45 kg (<i>Rubis gás</i>) [26]
Cenário financeiro sobre a vida útil do sistema		Fonte
Inflação (ao ano)	0.6%	PORDATA [27]
Deriva do preço da energia substituída (acima da inflação)	2.0%	valor predefinido
Rendimento de aplicação financeira segura (ao ano)	1.9%	valor predefinido

Para finalizar o dimensionamento do sistema solar térmico é feita uma análise ambiental do projeto. São analisados, mais especificamente, o consumo de energia primária fóssil evitado e as emissões de gases com efeito estufa evitadas com a instalação do sistema.

3.5.3. Substituição de lâmpadas ineficientes

Uma iluminação interior e exterior eficiente pode levar a um substancial decréscimo das necessidades de energia elétrica em todos os tipos de edifícios. Como tal, numa unidade de produção vitivinícola, apesar do consumo anual de energia elétrica associado à iluminação ser, tipicamente, inferior a 10% do consumo total da unidade (tendo em conta os resultados da desagregação de consumos das adegas em estudo), o investimento em equipamentos de iluminação eficientes constitui uma medida interessante e vantajosa para o agente económico e, inegavelmente, para o ambiente.

Desta forma, é estudada para cada adega a viabilidade da substituição de lâmpadas consideradas ineficientes por lâmpadas com maior eficiência energética. Em cada adega são agrupadas as lâmpadas do mesmo tipo (halogéneo, fluorescentes, incandescentes, vapor de mercúrio, etc) e com a mesma potência e tempo de funcionamento anual. Utilizando apenas soluções existentes no mercado atual, para cada grupo será necessário encontrar lâmpadas de maior eficiência (se existirem) e que possam oferecer as mesmas condições em termos de iluminância. Sendo que, atualmente, as lâmpadas LED são dos equipamentos de iluminação mais eficientes e economicamente viáveis [28], foram selecionadas lâmpadas deste tipo como substitutas das lâmpadas existentes na adega, tendo em conta a equivalência existente entre potências de vários tipos de lâmpadas diferentes [29].

Após a escolha das lâmpadas LED que irão substituir as lâmpadas existentes, procede-se ao cálculo da energia que será anualmente poupada por grupo (assumindo que o tempo de funcionamento das lâmpadas não se altera), bem como o montante anual que será poupado com a implementação da medida. Para tal, foi considerado um preço médio pago pela energia elétrica por cada adega, tendo em conta o consumo anual da adega nos diferentes períodos horários. Este valor é, evidentemente, diferente para cada adega e é calculado através da seguinte expressão:

$$\overline{\text{Preço}}_{E_{\text{elétrica}}} \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] = \frac{E_{\text{super vazio}} [\text{kWh}]}{E_{\text{anual}} [\text{kWh}]} \cdot t_{\text{super vazio}} \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] + \frac{E_{\text{vazio}} [\text{kWh}]}{E_{\text{anual}} [\text{kWh}]} \cdot t_{\text{vazio}} \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] + \frac{E_{\text{cheia}} [\text{kWh}]}{E_{\text{anual}} [\text{kWh}]} \cdot t_{\text{cheia}} \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] + \frac{E_{\text{ponta}} [\text{kWh}]}{E_{\text{anual}} [\text{kWh}]} \cdot t_{\text{ponta}} \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] \quad (3.11)$$

em que $E_{\text{super vazio}}$, E_{vazio} , E_{cheia} e E_{ponta} representam a energia elétrica ativa anualmente consumida na adega por período horário, enquanto que E_{anual} representa a energia total anualmente consumida e $t_{\text{super vazio}}$, t_{vazio} , t_{cheia} e t_{ponta} representam a tarifa referente a cada período horário imposta no contrato de fornecimento de energia elétrica da adega.

É também calculado o investimento necessário para cada grupo, tendo em conta o preço unitário de cada lâmpada LED e, desta forma, é possível proceder ao cálculo do PRI, que se realiza com recurso à seguinte expressão:

$$PRI_{\text{iluminação}} [\text{anos}] = \frac{C_{\text{investimento}} [\text{€}]}{R_{\text{anual}} \left[\frac{\text{€}}{\text{ano}} \right]} \quad (3.12)$$

onde $C_{\text{investimento}}$ representa os custos de investimento associados à compra das lâmpadas substitutas e por R_{anual} se entente o retorno ou poupança anual consequente da energia poupada anualmente com a substituição das lâmpadas. Como o tempo de vida típico das lâmpadas LED é geralmente de 50 000 horas [30], foi assumido que qualquer das lâmpadas substitutas terá 14 anos de tempo de vida após a sua instalação (cerca de 10 horas de funcionamento por dia). Assim, foi também calculado o lucro a partir do qual o agente económico poderá usufruir no final do tempo de vida de cada grupo de lâmpadas LED através da poupança de energia. A expressão utilizada para o cálculo deste valor foi a seguinte:

$$\text{Lucro}_{14\text{anos}} [\text{€}] = (14 - PRI_{\text{iluminação}} [\text{anos}]) \times R_{\text{anual}} \left[\frac{\text{€}}{\text{ano}} \right] \quad (3.13)$$

Em qualquer um dos casos de estudo não foram contabilizados grupos de lâmpadas que têm um PRI superior a 14 anos, pois a poupança de energia nestes grupos, para estes casos, não irá compensar o custo do investimento no tempo de vida das lâmpadas. Por último, são também estimadas as emissões de dióxido de carbono anualmente evitadas com o funcionamento das lâmpadas LED. Para tal, foi considerado um fator de emissão para o consumo de eletricidade, tendo este um valor de 0.369 kgCO₂/kWh [24].

Capítulo 4 – Casos de estudo

Neste capítulo são caracterizadas as unidades vitivinícolas em estudo nesta dissertação, nomeadamente, quanto à sua localização, histórico de produção de vinho, consumos de energia e de água e emissões de dióxido de carbono. São, igualmente, descritos os contratos de fornecimento de energia de cada um destes casos, bem como são referidos alguns indicadores energéticos e ambientais importantes acerca das adegas em estudo que irão permitir a sua comparação futura.

4.1. Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito

A Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito (ACVCA) localiza-se em Vidigueira, uma vila pertencente ao distrito de Beja (Figura 4.1). Uma planta mais detalhada da adega pode ser consultada no Anexo II.



Figura 4.1 - Imagem satélite da ACVCA. Não inclui a zona de engarrafamento e parque de estacionamento (área a amarelo) recentemente construídos devido ao facto de estar desatualizada. Adaptada do *Bing Maps*.

Esta é a adega com maior produção média anual de vinho e a única adega cooperativa das 3 em estudo. O histórico de produção de vinho nos últimos 6 anos nesta adega corresponde a uma média de 6.4 milhões de litros de vinho produzido e declarado por ano, como demonstra a Figura 4.2. Esta produção divide-se, aproximadamente, em metade de vinho tinto e outra metade de vinho branco, já que as produções de vinho rosado, espumante branco e licoroso tinto são, comparativamente, muito pequenas.

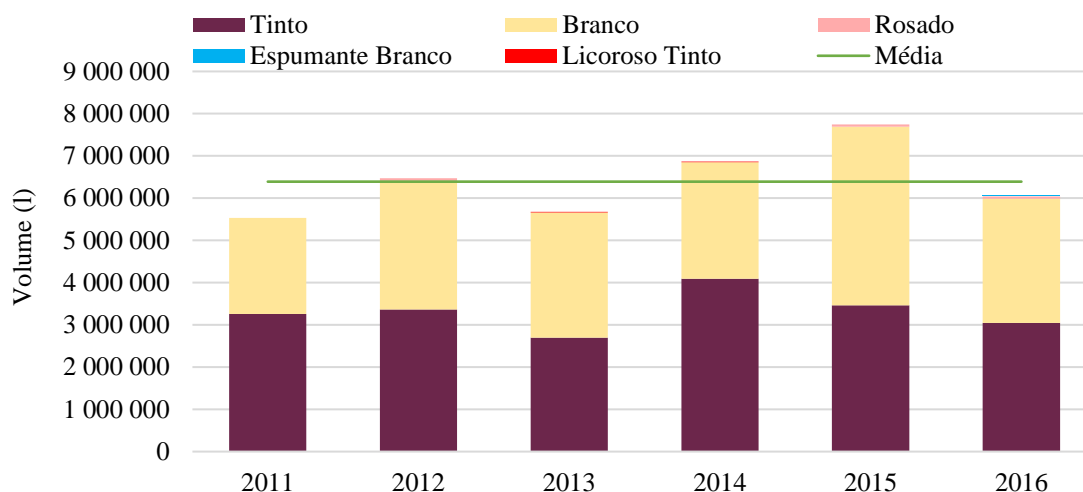


Figura 4.2 - Histórico de produção de vinho na ACVCA de acordo com as DCP. Fonte: CVRA.

As instalações encontram-se divididas em várias zonas: zona de receção e tratamento de uvas, zona das cubas de fermentação, zona de estágio de vinho, escritórios, laboratório, ETAR, ETA, sala de provas de vinho, zona da linha de engarrafamento, parque de estacionamento, entre outras. O horário de trabalho na adega é variável, sendo mais alargado durante a época de vindima. Para efeitos de trabalho foi considerado que o respetivo horário de trabalho é das 08:00 às 18:00 nos dias úteis fora da época da vindima. Dentro do período da vindima este horário poderá ser um pouco estendido, além da adega também funcionar inclusivamente nos fins de semana e feriados nesta época.

4.1.1. Consumo de energia elétrica

As instalações da ACVCA mantêm um contrato de fornecimento de energia elétrica em média tensão com a EDP, com um ciclo semanal com feriados, com uma potência contratada de 744 kW. Desta forma, a energia ativa é medida ao longo de 4 períodos horários: vazio normal, super vazio, ponta e cheia, sendo cada período faturado com um valor diferente. Estes períodos horários foram previamente tabelados no subcapítulo 3.5 (Tabela 3.2), para uma visualização mais intuitiva dos mesmos. Quanto ao preço de faturação por período horário, apesar de variar sensivelmente de ano para ano, foram considerados os preços de 2015 de acordo com as faturas energéticas desse ano da adega, estando os mesmos apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Tarifário por período horário da energia ativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da ACVCA.

Período horário	Preço (€/kWh)
Vazio normal	0.0822
Super vazio	0.0811
Ponta	0.1197
Cheia	0.1111

Para o cálculo da energia reativa a faturar é utilizado o fator $tg \varphi$, que se define como o quociente entre a energia reativa e a energia ativa medidas no mesmo período, sendo φ o ângulo de fase entre a corrente e a tensão. O Fator de Potência (FP), $cos \varphi$, que varia entre 0 (corrente e tensão desfasadas de $\pi/2$) e 1 (corrente e tensão completamente em fase), traduz o grau de eficiência do uso dos sistemas elétricos. Valores próximos de 1 do FP indicam uma componente da energia reativa do consumo próxima de zero e, portanto, um uso eficiente da energia elétrica, enquanto valores baixos indicam um

elevado consumo de energia reativa. Assim, quanto maior for o FP de um determinado ponto de consumo, menor será o fator $tg \varphi$ e, desta forma, mais barata será a faturação da energia reativa. Em conformidade, há 3 escalões diferentes para a faturação de energia reativa, consoante o valor do fator de potência do ponto de abastecimento, estando os valores referentes ao ano de 2015 apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Tarifário por escalão da energia reativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da ACVCA.

Escalão	Fator $tg \varphi$	Preço (€/kVArh)
Escalão 1	$0.3 \leq tg \varphi < 0.4$	0.0087
Escalão 2	$0.4 \leq tg \varphi < 0.5$	0.0263
Escalão 3	$tg \varphi \geq 0.5$	0.0789

Outros custos mensais associados a este contrato de fornecimento de energia incluem:

- potência contratada: 0.95 €/kW, tendo um fator multiplicativo mensal variável;
- potência em horas de ponta: definida pelo quociente entre a energia ativa fornecida em horas de ponta e o número de horas de ponta no intervalo de tempo a que a fatura diz respeito [31], tendo também um fator multiplicativo mensal variável (7.109 €/kW);
- imposto sobre o consumo de eletricidade: 0.001 €/kWh;
- contribuição audiovisual: 2.65 €;
- IVA: acréscimo de 23% sobre o valor total a faturar.

As faturas energéticas também exibem o valor das emissões de CO₂ associado ao consumo de energia que, por sua vez, é importante para o cálculo do indicador referente às emissões específicas relacionadas com o consumo de energia elétrica na adega.

4.1.1.1. Energia elétrica global

Tendo em conta as faturas de energia referentes ao ano de 2015, foi possível construir o gráfico apresentado na Figura 4.3, onde se compara o consumo de energia ativa com o consumo de energia reativa. Tanto o consumo de energia ativa como de energia reativa é muito mais elevado nos meses de setembro e outubro devido à época da vindima. O valor total pago pela adega devido à faturação energética neste ano foi de 84 502.68 €.

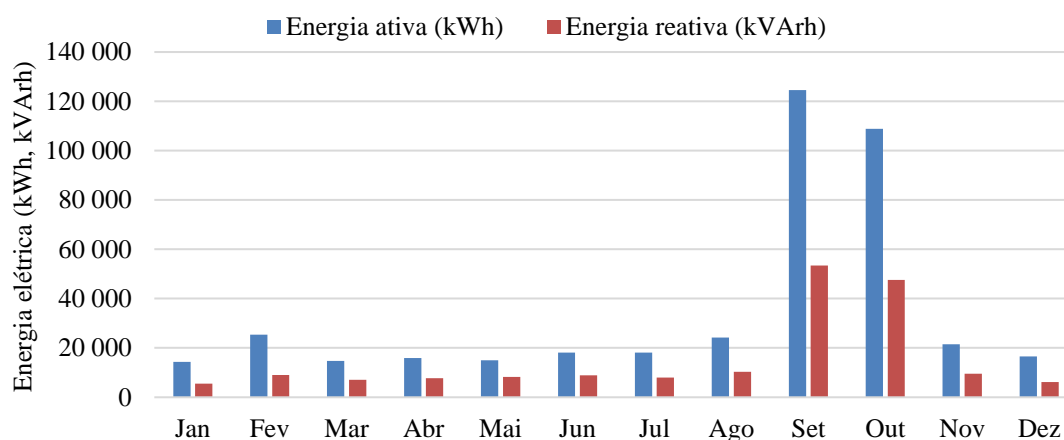


Figura 4.3 – Consumo mensal de energia elétrica ativa e reativa na ACVCA em 2015.

4.1.1.2. Energia elétrica ativa

O consumo de energia elétrica ativa é dividido em 4 períodos horários, como foi anteriormente referido. No ano de 2015 houve um consumo total de 417 514 kWh de energia ativa, sendo a sua distribuição mensal representada na Figura 4.4.

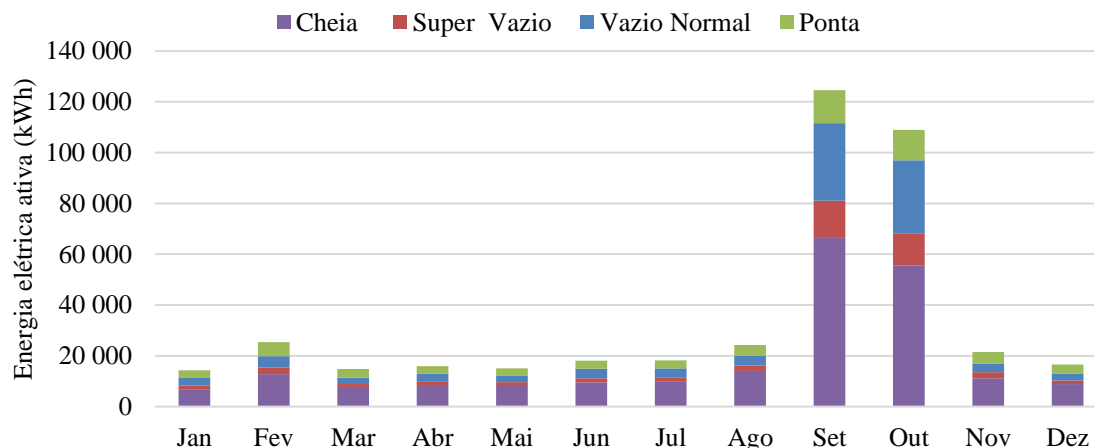


Figura 4.4 – Consumo mensal de energia elétrica ativa por período horário na ACVCA em 2015.

4.1.1.3. Energia elétrica reativa

A energia elétrica reativa é dividida em 3 escalões, de acordo com o contrato estabelecido com a EDP, como foi previamente referido. De acordo com as faturas energéticas do ano de 2015, verificou-se um consumo total de 181 577 kVArh, valor ao qual corresponde um custo de 10 932.73 € pago pela ACVCA apenas em energia reativa nesse mesmo ano. A distribuição do consumo de energia reativa mensal por escalão é ilustrada na Figura 4.5.

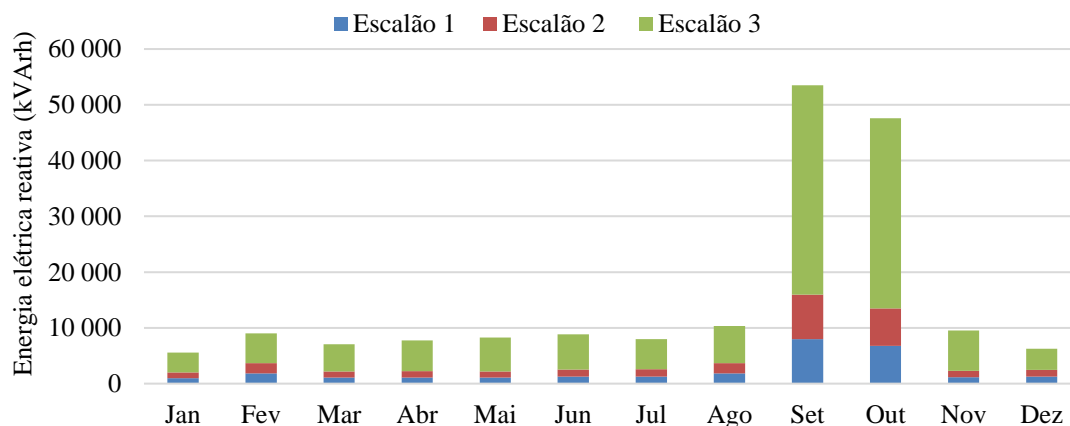


Figura 4.5 - Consumo mensal de energia elétrica reativa por escalão na ACVCA em 2015.

4.1.1.4. Emissões de CO₂

As emissões de dióxido de carbono associadas ao consumo mensal de energia elétrica na adega é também um dado consultável nas faturas energéticas (Figura 4.6.). No ano de 2015, resultou do consumo de energia elétrica a emissão de cerca de 140.5 toneladas de CO₂.

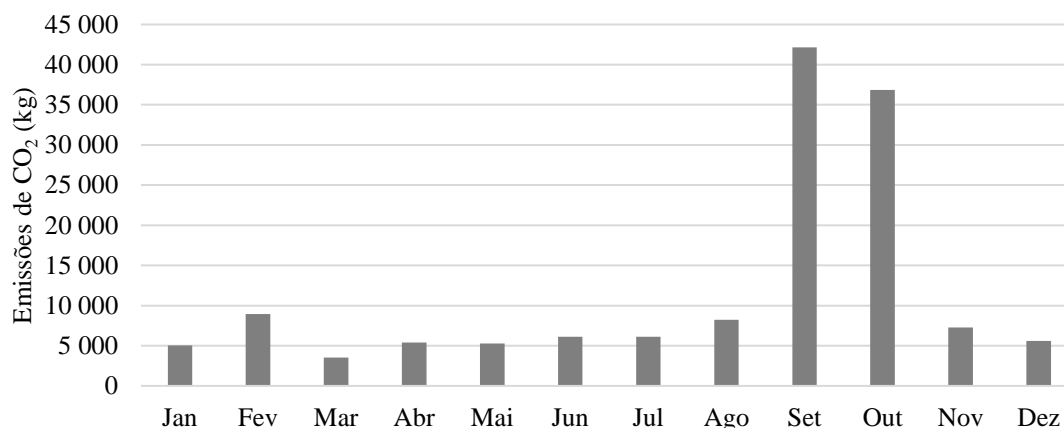


Figura 4.6 - Emissões de CO₂ associadas ao consumo de energia elétrica na ACVCA em 2015.

4.1.2. Consumo de água

Não foi possível obter informação muito fiável acerca do consumo de água na ACVCA. Toda a água utilizada na adega para os processos de vinificação e de higiene é proveniente de um charco pertencente à mesma. Para a zona dos escritórios é utilizada água da rede, mas como o consumo nesta zona é praticamente negligenciável em termos de quantidade face ao consumo total de água na adega, este não foi contabilizado.

Devido à ausência de contadores de água no circuito de bombagem de água oriunda do charco, foi necessário fazer uma estimativa sem grande rigor do consumo de água com o auxílio de alguns dos empregados mais experientes na adega, estimativa essa que se assume como sendo aproximadamente 10 litros de água por litro de vinho. Desta forma, é assumido um consumo anual (tendo em conta a produção de vinho de 2015) de, muito aproximadamente, 77 412 m³ de água. Devido à impossibilidade de obtenção de valores mais exatos, não foi possível proceder à realização da desagregação de consumo de água por processo ou por sector.

4.1.3. Indicadores energéticos e ambientais

Adotando a produção de vinho referente ao ano de 2015, que se assume como 7 741 279 litros de vinho, calcularam-se 4 indicadores energéticos e ambientais referentes ao consumo específico de energia e água na adega, bem como as emissões de gases poluentes associados ao consumo de energia. Na Tabela 4.3 apresentam-se os resultados do cálculo desses indicadores.

Tabela 4.3 - Indicadores energéticos e ambientais referentes à ACVCA (tendo em conta os dados de 2015).

Consumo específico de energia elétrica	0.054 kWh/l _{vinho}
Consumo específico de água	10 l _{água} /l _{vinho}
Emissões específicas de gases com efeito estufa	18.15 gCO ₂ /l _{vinho}
Custo específico de energia elétrica	0.011 €/l _{vinho}

4.1.4. Consumos desagregados de energia elétrica

Na visita técnica que se realizou à ACVCA foi efetuado o levantamento de todos os equipamentos elétricos que operam na adega. A listagem completa dos equipamentos elétricos da adega apresenta-se no Anexo IV, bem como a potência de funcionamento dos mesmos. Estes foram divididos pelos 5

sectores anteriormente referidos e explicados no subcapítulo 3.3: tratamento de uvas, tratamento de água, iluminação, linha de engarrafamento e refrigeração de cubas de fermentação. Com o auxílio de alguns trabalhadores da adega, nomeadamente os que têm mais experiência e conhecem melhor o tempo de funcionamento mensal dos equipamentos, foi feita a estimativa de consumo mensal de energia eléctrica de cada equipamento. Esta foi dividida pelos sectores atrás mencionados, sendo que os resultados se encontram graficamente representados na Figura 4.7.

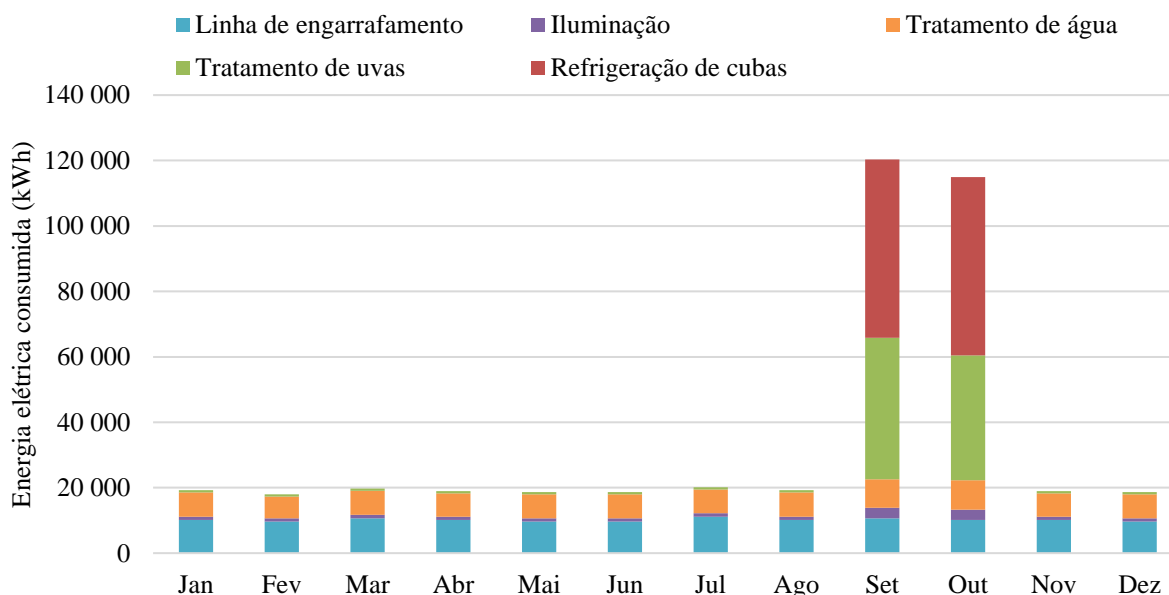


Figura 4.7 - Desagregação do consumo mensal estimado de energia eléctrica na ACVCA.

Efetuando a soma do consumo mensal de energia eléctrica de cada sector, conclui-se que a linha de engarrafamento é a que representa um maior consumo anual de energia e que a refrigeração de cubas de fermentação e o tratamento de uvas, apesar de só funcionarem nos meses de vindima, representam uma porção considerável do consumo anual de energia na adega. A iluminação é o sector que apresenta um menor consumo anual de energia de todos os considerados. Na sua totalidade, foi estimado um consumo anual de energia eléctrica de, aproximadamente, 425 382 kWh. Na Tabela 4.4 e na Figura 4.8 é então possível constatar a distribuição do consumo anual de energia por sector, de acordo com as estimativas efetuadas.

Tabela 4.4 - Resultados da estimativa da desagregação do consumo anual de energia por sector na ACVCA.

Sector	Consumo anual estimado (kWh)
Refrigeração de cubas	109 045
Tratamento de uvas	87 946
Iluminação	16 269
Linha de engarrafamento	121 991
Tratamento de água	90 130
Total	425 382

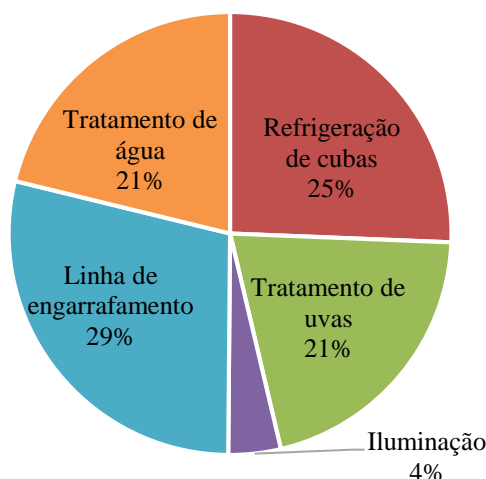


Figura 4.8 – Percentagens estimadas do consumo total anual de energia elétrica na ACVCA associadas a cada sector.

4.1.5. Comparação entre as estimativas e os valores reais de consumo de energia elétrica

De forma a validar a desagregação do consumo de energia elétrica estimado é necessário comparar estes resultados com os valores reais de consumo, isto é, com os consumos mensais de energia medidos e faturados pelo comercializador de energia, neste caso a EDP, como se representa na Figura 4.9. Como seria de esperar, verifica-se a existência de pequenos desajustes mensais entre o valor estimado e o valor medido. No entanto, o desvio no consumo anual total é apenas da ordem dos 1.8%, o que valida a estimativa realizada, sendo assim possível proceder ao estudo de medidas de melhoria de eficiência energética para a ACVCA utilizando estes dados como base.

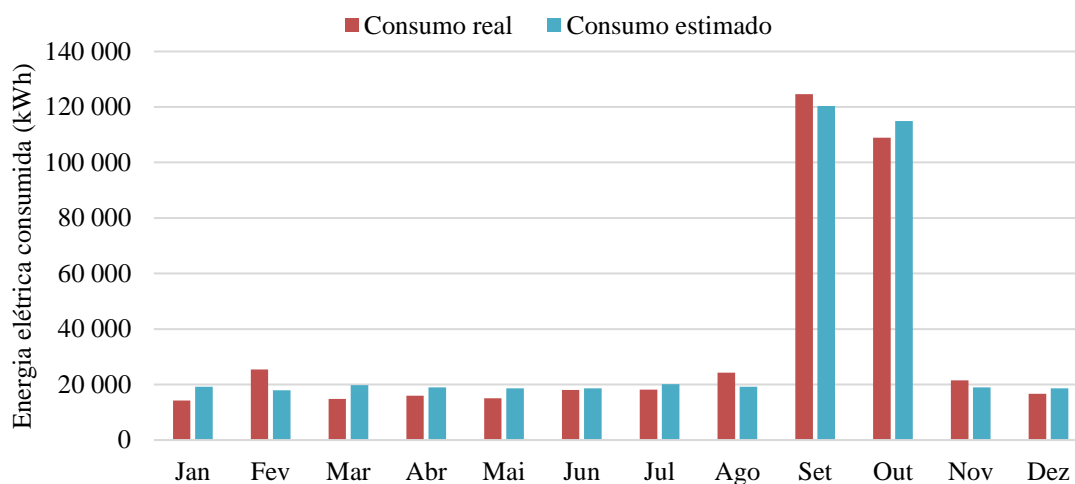


Figura 4.9 – Comparação da estimativa do consumo mensal de energia com o consumo real de energia em 2015 na ACVCA.

4.2. Herdade das Servas

Nas imediações de Estremoz, cidade pertencente ao distrito de Évora, encontra-se a Herdade das Servas (Figura 4.10). A planta da adega encontra-se exposta no Anexo III.

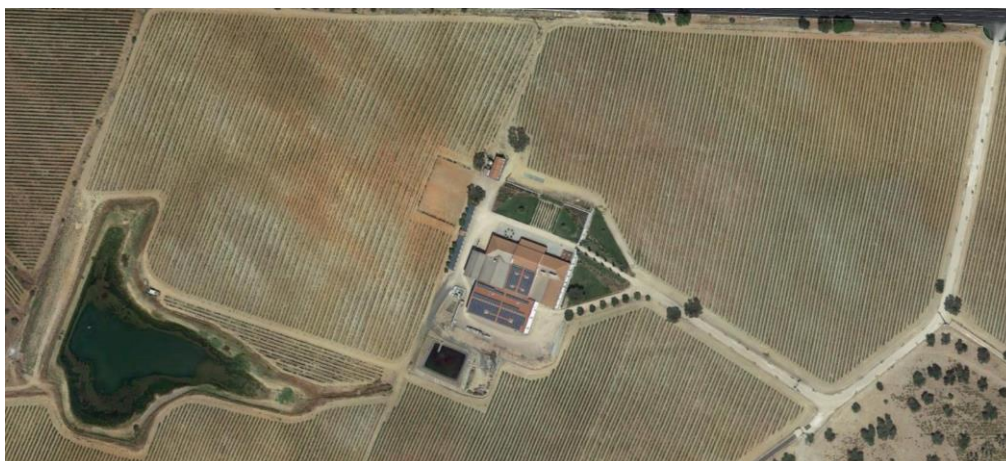


Figura 4.10 - Imagem satélite da Herdade das Servas. Adaptada do *Google Maps*.

A Herdade das Servas é uma adega que aposta na qualidade dos seus vinhos, privilegiando este fator relativamente à quantidade produzida. Como tal, também tem vindo a apostar na eficiência energética nos últimos anos. Desde 2011, a adega tem tido uma produção de vinho anual aproximadamente constante, a qual corresponde a uma média de, aproximadamente, 968 kl de vinho produzido e declarado por ano, tal como é possível verificar pelo gráfico na Figura 4.11. Esta média de produção divide-se, sensivelmente, em 70% de produção de vinho tinto, 28% de vinho branco e 2% de vinho rosado, cujo processo de produção é semelhante ao do vinho branco, como já foi previamente referido. A produção de licoroso tinto é muito baixa comparativamente com a produção de vinho tinto e vinho branco, além de não se verificar todos os anos (apenas em 2013 e em 2016 nos últimos 6 anos).

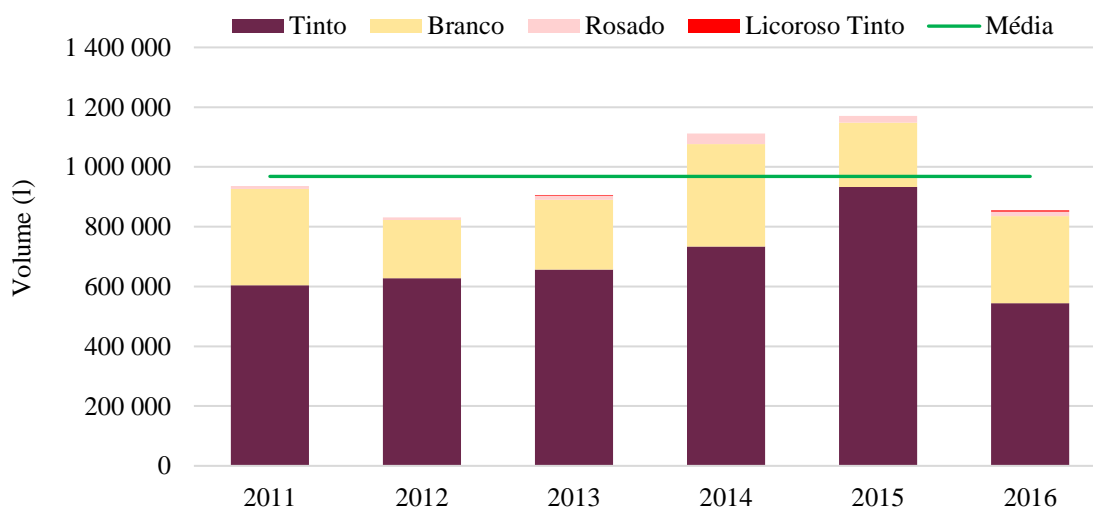


Figura 4.11 - Histórico de produção de vinho na Herdade das Servas de acordo com as DCP. Fonte: CVRA.

Tal como na ACVCA, e provavelmente em todas as unidades vitivinícolas da região, o horário de trabalho na Herdade das Servas é algo um pouco variável, conforme se enquadre na época da vindima ou não. Para efeitos dos cálculos efetuados neste trabalho, considerou-se que o horário de trabalho é das 08:00 às 18:00 nos dias úteis fora da época da vindima, enquanto que durante a vindima o trabalho se poderá estender até mais tarde, sendo que a adega também funciona durante os fins de semana e feriados neste período. Quanto às instalações, a adega da Herdade das Servas possui a área interior mais pequena das 3 unidades em estudo nesta dissertação. São divididas em: zona de receção de uvas, zona das cubas de fermentação, lagares e de estágio, zona das cubas de fermentação rotativas, ETAR, ETA, escritórios, zona da linha de engarrafamento, zona de arrecadação, laboratório, cantina, entre

outros. De referir que junto à adega funciona um restaurante concessionado (não pertence ao mesmo agente económico), cujos consumos associados de energia não entram na faturação da adega e, por isso, não são considerados neste estudo.

4.2.1. Consumo de energia elétrica

A Herdade das Servas mantém um contrato de fornecimento de energia elétrica em média tensão, com um ciclo semanal com feriados, com a Gas Natural Fenosa, tendo uma potência contratada de 186 kW. A energia ativa é, assim, medida e tarifada tetra-horariamente: vazio normal, super vazio, ponta e cheia. O horário destes períodos foi tabelado no subcapítulo 3.5.2, mais especificamente na Tabela 3.2, pois são iguais para todos os contratos de fornecimento de cada adega incluída nesta dissertação. Os preços de faturação por período horário, no entanto, são diferentes para cada adega, e para o caso da Herdade das Servas encontram-se expostos na Tabela 4.5 (valores referentes ao ano de 2015).

Tabela 4.5 - Tarifário por período horário da energia ativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Herdade das Servas.

Período horário	Preço (€/kWh)
Vazio normal	0.0750
Super vazio	0.0649
Ponta	0.1014
Cheia	0.1123

Mais uma vez, a faturação de energia reativa é realizada utilizando o fator $tg \varphi$ e o FP, cujos significados já foram explicados anteriormente. Assim, de forma semelhante ao contrato da ACVCA, existem 3 escalões diferentes para a faturação de energia reativa, cada um com um preço diferente de faturação, tal como se encontra evidenciado na Tabela 4.6, na qual se apresentam os valores referentes ao ano de 2015. Não foi possível aferir o preço do escalão 3 de energia reativa porque a adega não consumiu energia reativa deste escalão em 2015, o que leva à ausência da afixação desse valor nas faturas energéticas.

Tabela 4.6 - Tarifário por escalão da energia reativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Herdade das Servas.

Escalão	Fator $tg \varphi$	Preço (€/kVArh)
Escalão 1	$0.3 \leq tg \varphi < 0.4$	0.0087
Escalão 2	$0.4 \leq tg \varphi < 0.5$	0.0263
Escalão 3	$tg \varphi \geq 0.5$	sem informação

Este contrato de fornecimento de energia tem outros custos mensais como:

- energia reativa fornecida em vazio (capacitiva): 0.0197 €/kVArh, nunca se verificam valores superiores a 2 kVArh/mês em 2015;
- potência contratada: 0.031233 €/kW/dia;
- potência em horas de ponta: 0.233721 €/kW/dia;
- taxa audiovisual: 2.65 € + IVA (6%);
- impostos especiais de consumo: 0.001 €/kWh;
- IVA: acréscimo de 23% sobre o valor total a faturar.

Por último, as faturas energéticas possuem também informação acerca das emissões de gases com efeito estufa associadas ao consumo mensal de energia elétrica.

4.2.1.1. Energia elétrica global

Com base nas faturas energéticas do ano de 2015, é possível comparar o consumo mensal de energia ativa com o consumo mensal de energia reativa, tal como se pode verificar na Figura 4.12. Devido à época da vindima, o consumo de energia ativa é mais elevado nos meses de setembro e outubro, enquanto que o consumo de energia reativa se mantém muito baixo durante todo o ano. Em 2015, a Herdade das Servas pagou um total de 35 736.81 € pelo fornecimento de energia.

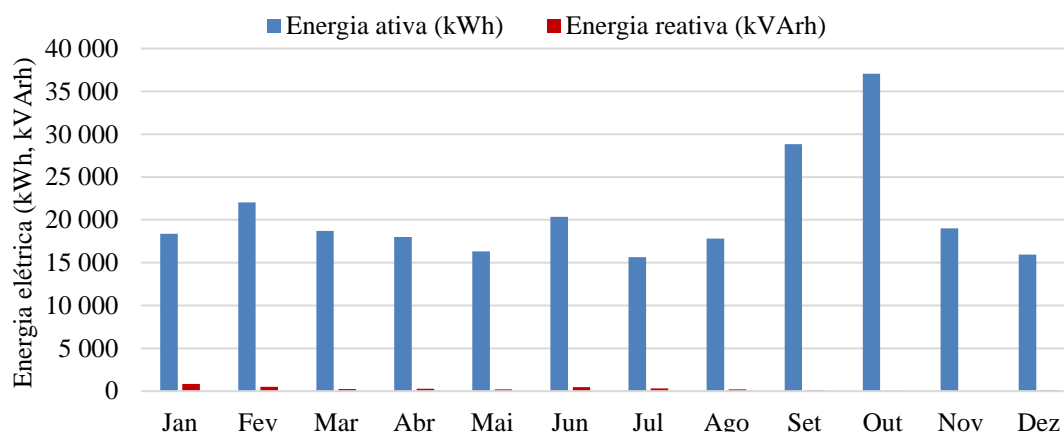


Figura 4.12 - Consumo mensal de energia elétrica ativa e reativa na Herdade das Servas em 2015.

4.2.1.2. Energia elétrica ativa

Na Figura 4.13 está graficamente representado o consumo mensal de energia elétrica ativa da adega desagregado nos diferentes períodos horários. O consumo total no ano de 2015 foi de 248 069 kWh. A maior parte do consumo de energia ativa é, claramente, no período de cheia.

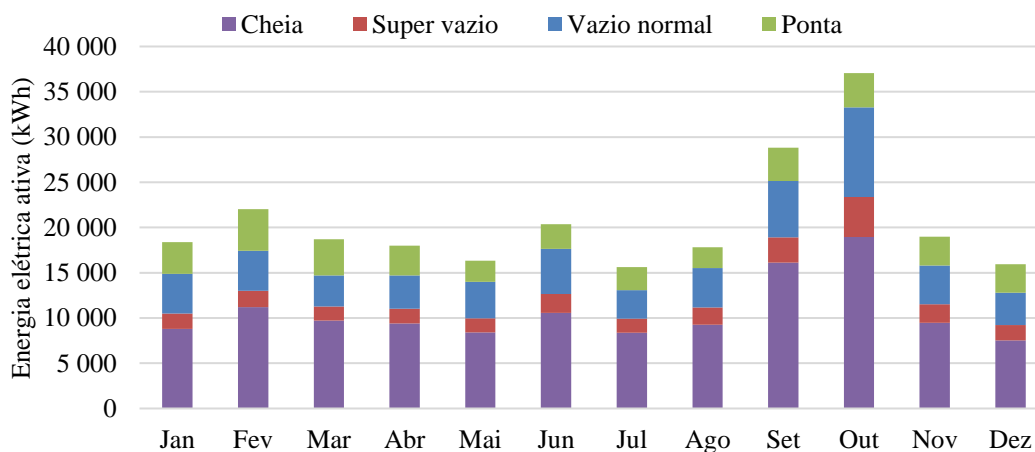


Figura 4.13 - Consumo mensal de energia elétrica ativa por período horário na Herdade das Servas em 2015.

4.2.1.3. Energia elétrica reativa

Com base nas faturas energéticas de 2015, verificou-se a existência de um consumo total de 3 266 kVArh, o que implicou para o agente económico um custo de apenas 28.5 €. Assim, é possível afirmar

que o consumo de energia reativa é praticamente nulo na Herdade das Servas, devido ao FP ser sempre muito alto. A distribuição do consumo de energia reativa mensal por escalão está sucinta graficamente na Figura 4.14. Além disso, como se pode ver na mesma figura, o consumo de energia reativa em escalão 2 é praticamente nulo (apenas 5 kVArh no mês de fevereiro) e não há qualquer consumo em escalão 3.

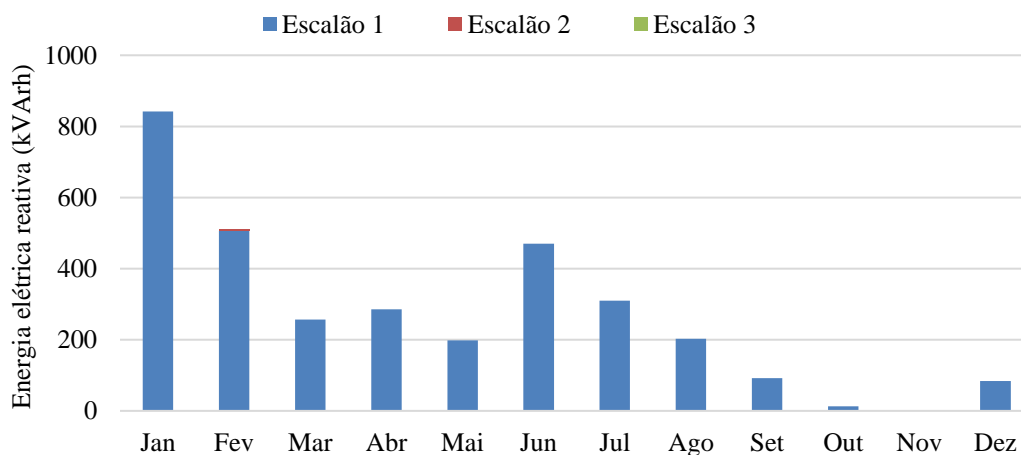


Figura 4.14 - Consumo mensal de energia elétrica reativa por escalão na Herdade das Servas em 2015.

4.2.1.4. Emissões de CO₂

As faturas energéticas exibem os valores das emissões poluentes mensalmente associadas ao consumo de energia elétrica, com base nos quais foi construído o gráfico na Figura 4.15 de modo a facilitar a consulta desses dados. O consumo de energia elétrica pela unidade vitivinícola levou à emissão de cerca de 48.1 toneladas de CO₂ em 2015.

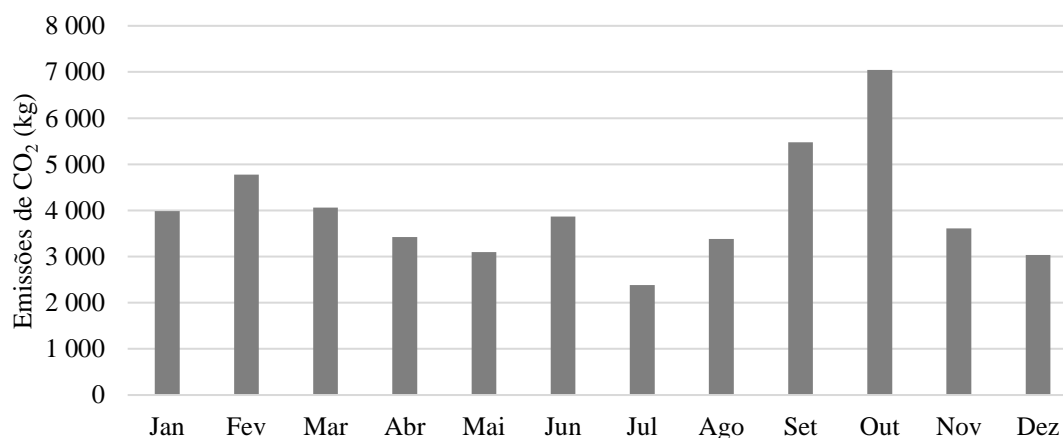


Figura 4.15 - Emissões de CO₂ associadas ao consumo de energia elétrica na Herdade das Servas em 2015.

4.2.2. Produção de energia elétrica

A Herdade das Servas tem instalado na cobertura um sistema de minigeração fotovoltaica com uma potência de ligação de 90 kW_p, constituído por 504 módulos fotovoltaicos a que corresponde uma área de 946 m², aproximadamente. Este sistema foi instalado em 2011/2012 e produz energia elétrica para a injeção na rede elétrica nacional na sua íntegra, tendo a proposta sido feita pela empresa Yunit Renováveis. A energia produzida da adega é creditada pela EDP a uma tarifa constante de 0.2499

€/kWh durante 15 anos de regime bonificado. Sobre o valor mensal creditado ainda acresce o IVA (23% do valor total).

Com base nas faturas energéticas da minigeração relativas ao ano de 2015, foi possível proceder à construção do gráfico exibido na Figura 4.16, onde se pode verificar a produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico em causa. Neste ano, foi produzido um total de aproximadamente 96 524 kWh, tendo o agente económico recebido pela sua injeção na rede da EDP um total de 29 669.45€.

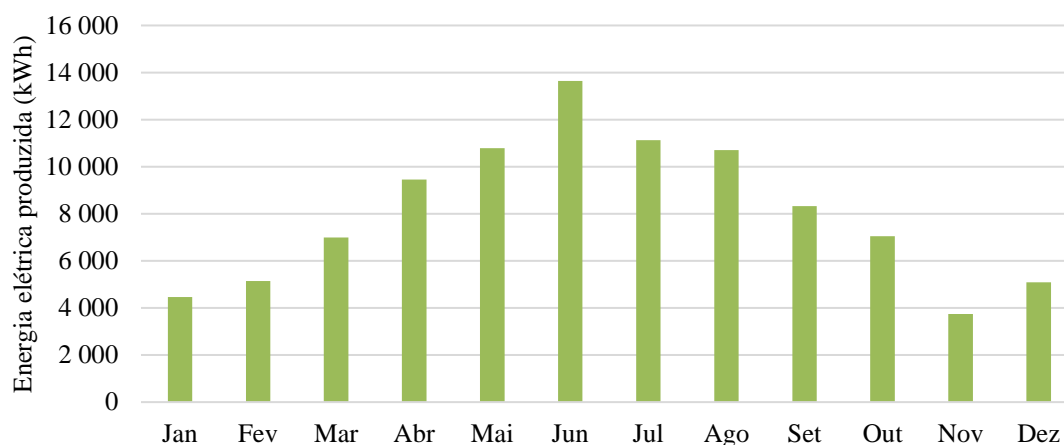


Figura 4.16 – Produção mensal de energia a partir do sistema de minigeração fotovoltaica (90 kW_p) da Herdade das Servas em 2015.

4.2.3. Consumo de água

Tal como para o caso da ACVCA, foi impossível a obtenção de dados concretos acerca do consumo de água na Herdade das Servas. Isto acontece, mais uma vez, devido ao facto de na adega se utilizar água proveniente de um charco que lhe pertence e à ausência de contadores de água no circuito de bombagem de água a partir do charco, não havendo, portanto, qualquer controlo sobre a utilização de água nos processos envolvidos na vinificação.

Devido à ausência de dados concretos foi necessário, mais uma vez com o auxílio de alguns empregados com mais experiência na adega, fazer uma estimativa do consumo de água total. Desta forma assume-se que se gastam aproximadamente 1.5 litros de água por litro de vinho. De acordo com esta estimativa, o consumo anual de água na Herdade das Servas será de cerca de 1 756 m³ de água. Não foi realizada a desagregação do consumo de água por processo ou por sector por consequência da falta de dados mais rigorosos acerca da utilização da mesma.

4.2.4. Indicadores energéticos e ambientais

Em 2015, a Herdade das Servas produziu 1 170 396 litros de vinho. Este valor é importante para o cálculo dos indicadores energéticos e ambientais que caracterizam o consumo de energia e água na adega e ainda a emissão de gases com efeito estufa. Com a realização dos cálculos necessários utilizando a metodologia adequada, na Tabela 4.7 encontram-se expostos os indicadores que serão úteis para a comparação do desempenho energético e de consumo de água entre as adegas em estudo.

Tabela 4.7 - Indicadores energéticos e ambientais referentes à Herdade das Servas (tendo em conta os dados de 2015).

Consumo específico de energia elétrica	0.212 kWh/l _{vinho}
Consumo específico de água	1.5 l _{água} /l _{vinho}
Emissões específicas de gases com efeito estufa	4.13 gCO ₂ /l _{vinho}
Custo específico de energia elétrica	0.031 €/l _{vinho}

4.2.5. Consumos desagregados de energia elétrica

Durante a intervenção no local, foi elaborada uma lista de equipamentos elétricos que funcionam na adega, podendo esta ser consultada no Anexo V. Foram também recolhidos dados relevantes quanto ao funcionamento destes equipamentos, como as suas potências e tempos mensais de funcionamento, sendo que este último dado foi recolhido com o auxílio dos trabalhadores mais experientes da adega. Os equipamentos foram agrupados nos 5 sectores anteriormente descritos no subcapítulo 3.3. Nesta unidade existe uma particularidade em relação às outras duas adegas em estudo: a linha de engarrafamento não funciona nos meses de vindima, pelo que não há consumo nesse sector nesse período, como se pode observar na representação gráfica da desagregação de consumos estimada, na Figura 4.17.

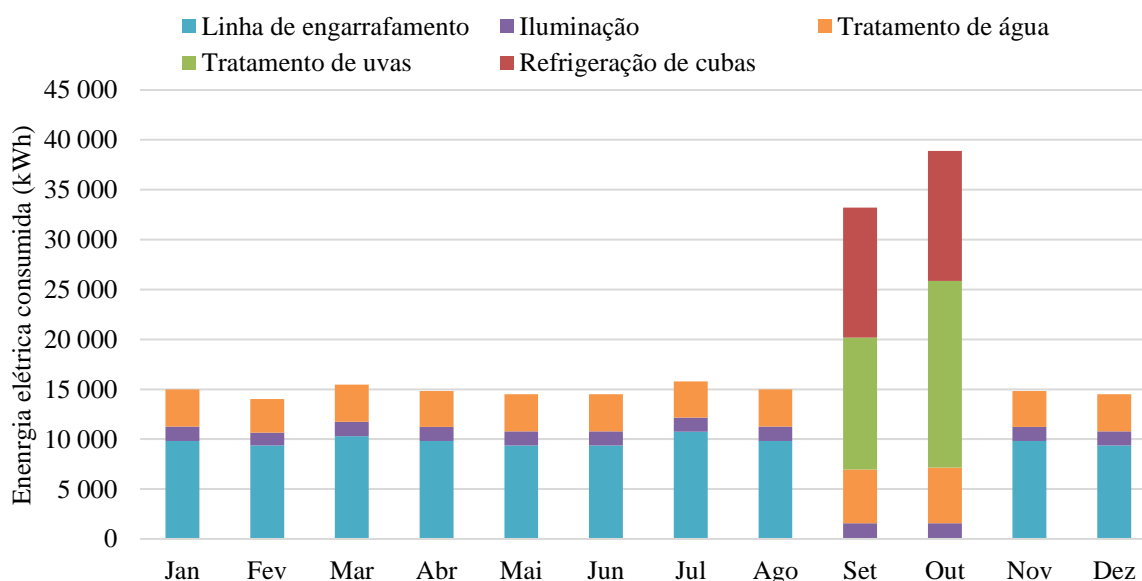


Figura 4.17 - Desagregação do consumo mensal estimado de energia elétrica na Herdade das Servas.

Na Tabela 4.8 e na Figura 4.18 encontram-se, respetivamente, o consumo anual estimado de energia elétrica por sector e a percentagem do consumo total que o mesmo representa. Na Herdade das Servas, a iluminação tem um consumo mais significativo do que nas outras adegas estudadas nesta dissertação devido ao funcionamento de uma elevada quantidade de holofotes de halógeno para iluminação noturna na adega durante todo o ano (o que representa cerca de 85% do consumo elétrico anual em iluminação da adega). A linha de engarrafamento é, mais uma vez, o sector onde o consumo anual de energia elétrica é mais preponderante. No total, foi estimado um consumo anual de 220 487.6 kWh.

Tabela 4.8 - Resultados da estimativa da desagregação do consumo anual de energia por sector na Herdade das Servas.

Sector	Consumo anual estimado (kWh)
Refrigeração de cubas	26 057
Tratamento de uvas	31 898
Iluminação	17 258
Linha de engarrafamento	97 815
Tratamento de água	47 460
Total	220 488

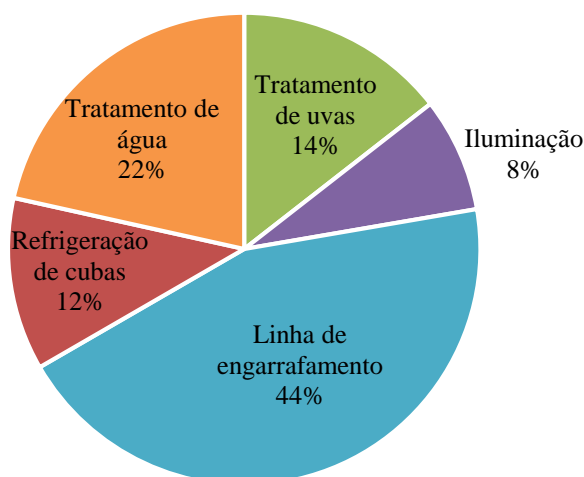


Figura 4.18 - Percentagens estimadas do consumo total anual de energia elétrica na Herdade das Servas associadas a cada sector.

4.2.6. Comparação entre as estimativas e os valores reais de consumo de energia elétrica

Foram comparados os valores de consumo mensal estimado com os valores reais referentes ao ano de 2015, informação disponível nas faturas energéticas mensais fornecidas pela Gas Natural Fenosa. Para tal, foi construído o gráfico apresentado na Figura 4.19, através do qual se pode verificar que a desagregação estimada tem uma distribuição mensal semelhante ao consumo real de energia da unidade vitivinícola, embora existam alguns meses, em particular em fevereiro e junho, durante os quais, em 2015, houve um consumo maior que o estimado, eventualmente devido a necessidades pontuais e imprevistas de energia. Devido a essas necessidades, o desvio entre o consumo real e o consumo estimado anual é de 11.1%, sendo que mensalmente esse desvio varia entre os 36% (mês de fevereiro) e os 1% (mês de julho). Tendo em conta que a distribuição desta diferença entre valores estimados e valores reais de consumo se estendem através dos meses, pode-se considerar válida a desagregação estimada de consumos elétricos, na medida em que de um ponto de vista geral não são muito relevantes. Estas variações do desvio podem dever-se também à irregularidade do horário de trabalho e do tempo de funcionamento dos equipamentos elétricos ao longo do ano na adega, os quais, na estimativa, foram considerados como aproximadamente constantes nos meses de vindima e fora deste período.

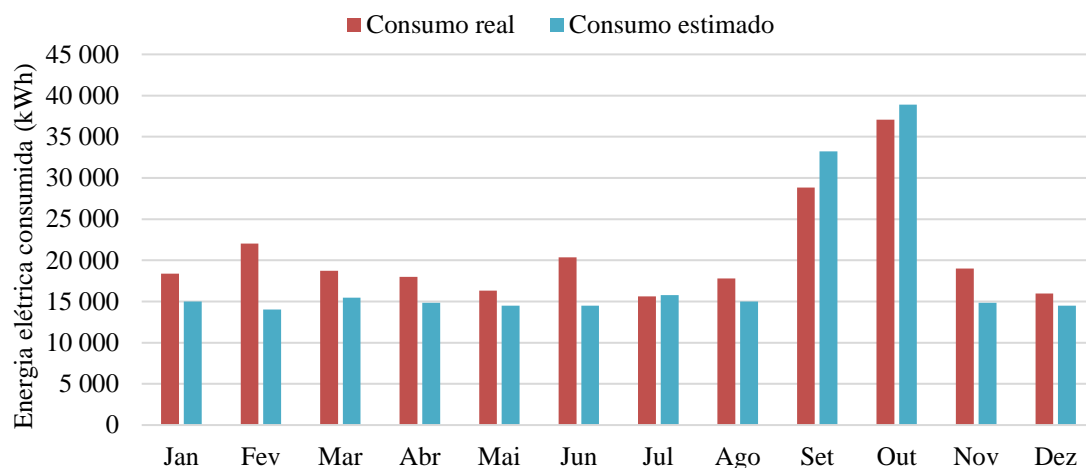


Figura 4.19 - Comparação da estimativa do consumo mensal de energia com o consumo real de energia em 2015 na Herdade das Servas.

4.3. Roquevale

A Roquevale é uma adega que se localiza no Redondo, vila pertencente ao distrito de Évora (Figura 4.20). Neste caso, não foi possível obter uma planta mais detalhada da adega.



Figura 4.20 - Imagem satélite da Roquevale. Adaptada do *Google Maps*.

A Roquevale é uma adega que produz grandes quantidades de vinho todos os anos. Devido à produção de uma elevada quantidade de vinho que não exige DCP (como por exemplo o vinho de mesa), o volume real de vinho produzido nesta adega é muito superior ao volume contabilizado no histórico de produção que é apresentado na Figura 4.21. Não foi possível obter o acesso ao histórico da produção total de vinho (incluindo vinho não declarado), embora tenha sido possível obter uma garantia de um valor concreto para a produção de vinho em 2015 (ano em foram considerados os restantes dados de consumo de energia e água): 5 817 000 litros de vinho. De acordo com os responsáveis pela adega, o volume anualmente produzido tem sido aproximadamente da mesma ordem. Do vinho que foi declarado nos últimos 6 anos, refira-se que a produção anual é um pouco irregular, distribuindo-se entre os 800 000 e os 3 000 000 litros anuais, com um valor médio de, aproximadamente, 1.9 milhões de litros. Esta produção média divide-se em cerca de 3% de vinho rosado, 17% de vinho branco e 80% de vinho tinto.

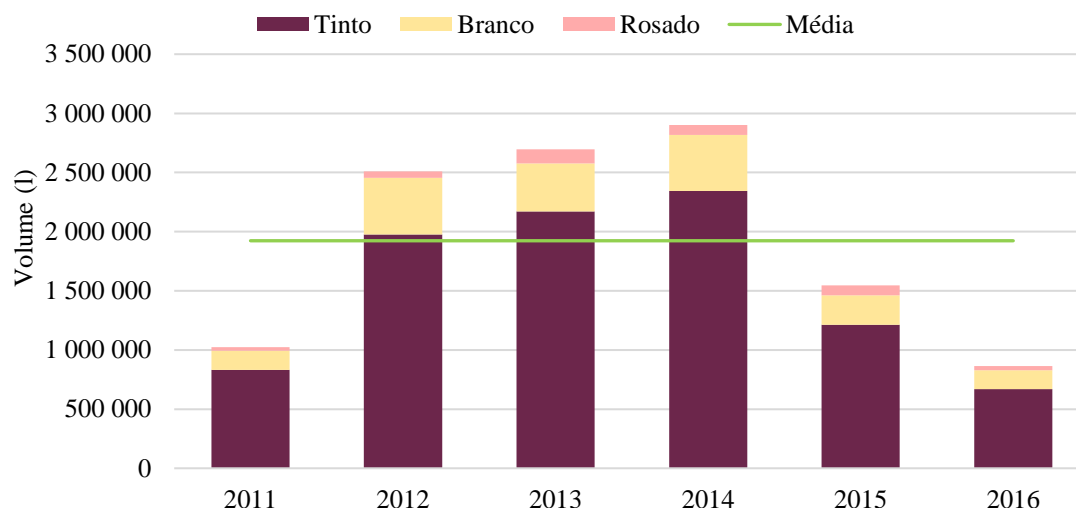


Figura 4.21 - Histórico de produção de vinho na Roquevale de acordo com as DCP. Não inclui produção de vinho não declarado (como o vinho de mesa, por exemplo). Fonte: CVRA.

Quanto à divisão das instalações da unidade, esta possui uma zona onde se efetua o engarrafamento (edifício mais recente da adega), uma zona de receção de uvas, uma zona onde se mantêm as cubas de fermentação, várias zonas com cubas de estágio, zona de prova de vinhos, bem como uma cave onde ocorre o estágio de vinho em barricas de madeira. Há também uma ETAR, uma ETA, um edifício de receção e de escritórios, entre outras zonas. O horário de trabalho na adega é variável, tal como nas outras unidades vitivinícolas, depende de estar ou não inserido nos meses de vindima (tipicamente setembro e outubro). Para efeitos do trabalho foi considerado que o horário de trabalho é das 08:00 às 18:00 nos dias úteis fora da época da vindima, enquanto que dentro deste período o horário poderá começar um pouco mais cedo e acabar um pouco mais tarde, face ao excessivo número de tarefas a realizar. De referir mais uma vez que durante a vindima a adega também funciona em dias não úteis.

4.3.1. Consumo de energia elétrica

A Roquevale mantém um contrato de fornecimento de energia elétrica em média tensão com a Audax Energia. O contrato, de ciclo semanal com feriados, prevê uma potência de consumo máxima de 272.06 kW e tem uma tarifa tetra-horária, similar à dos contratos da ACVCA e da Herdade das Servas. Os períodos horários de faturação de energia ativa foram anteriormente esquematizados na Tabela 3.2. Relativamente aos preços de faturação por período horário, além de variarem anualmente, neste contrato variam também mensalmente. Na Tabela 4.9 encontram-se os preços mensais da tarifa tetra-horária referentes ao ano de 2015, bem como a média anual dos mesmos (valor utilizado na maior parte dos cálculos referentes aos estudos da adega em questão).

Tabela 4.9 - Tarifário por período horário da energia ativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Roquevale.

Período horário	Preço (€/kWh)												Média
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Vazio normal	0.0672	0.0618	0.0562	0.0727	0.0761	0.0803	0.0889	0.0852	0.0789	0.0796	0.0783	0.0866	0.0760
Super Vazio	0.0562	0.0582	0.0515	0.0655	0.0732	0.0760	0.0822	0.0804	0.0765	0.0758	0.0703	0.0748	0.0700
Ponta	0.1114	0.1082	0.0975	0.1020	0.1045	0.1119	0.1185	0.1197	0.1139	0.1088	0.1149	0.1241	0.1113
Cheia	0.0968	0.0954	0.0837	0.0995	0.1050	0.1063	0.1145	0.1157	0.1101	0.1060	0.1056	0.1112	0.1041

Para a medição e consequente faturação de energia reativa são também utilizados os fatores $tg \varphi$ e o FP (cujas definições foram anteriormente referidas). Os preços de faturação de energia reativa distribuem-se por 3 escalões, variando de ano para ano, mas não mensalmente como na faturação da energia ativa. Na Tabela 4.10 é possível consultar esses preços para o ano de 2015.

Tabela 4.10 - Tarifário por escalão da energia reativa referente a 2015 do contrato de fornecimento de energia da Roquevale.

Escalão	Fator $tg \varphi$	Preço (€/kVArh)
Escalão 1	$0.3 \leq tg \varphi < 0.4$	0.0087
Escalão 2	$0.4 \leq tg \varphi < 0.5$	0.0263
Escalão 3	$tg \varphi \geq 0.5$	0.0789

Outros custos mensais associados a este contrato são:

- potência contratada: 0.031233 €/kW/dia;
- potência em horas de ponta: 0.233721 €/kW/dia;
- imposto especial sobre o consumo de eletricidade: 0.001 €/kWh;
- contribuição audiovisual: 2.65 €;
- IVA: acréscimo de 23% sobre o valor total a faturar.

4.3.1.1. Energia elétrica global

No ano de 2015, a Roquevale pagou 59 223.37 € pela utilização de energia elétrica. Na Figura 4.22 é possível visualizar a distribuição mensal da energia ativa e reativa utilizada durante esse ano.

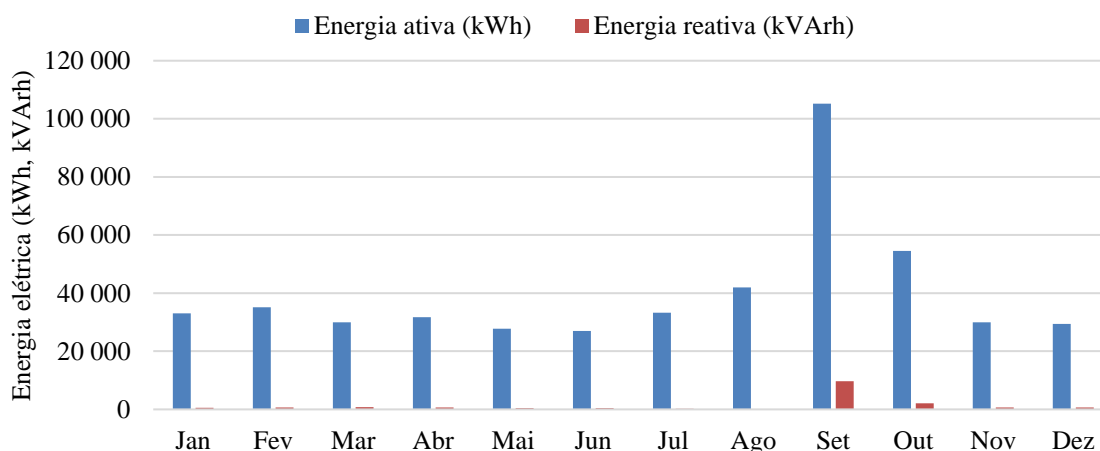


Figura 4.22 - Consumo mensal de energia elétrica ativa e reativa na Roquevale em 2015.

4.3.1.2. Energia elétrica ativa

O consumo de energia elétrica ativa nesta unidade vitivinícola fixou-se num total de 479 071 kWh e a sua distribuição mensal por período horário é consultável na Figura 4.23.

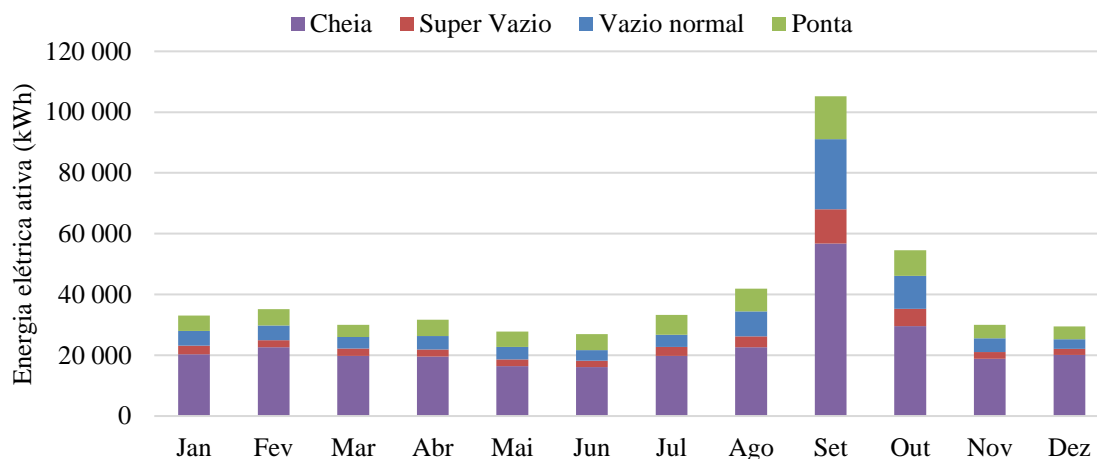


Figura 4.23 - Consumo mensal de energia elétrica ativa por período horário na Roquevale em 2015.

4.3.1.3. Energia elétrica reativa

Em 2015, a Roquevale consumiu 16 938 kVArh em energia elétrica reativa, correspondendo a um gasto de 214.16 €, tendo por base os preços do tarifário exibidos na Tabela 4.10. Por sua vez, na Figura 4.24 pode-se encontrar a distribuição do consumo desse ano em energia reativa distribuída pelos 3 escalões existentes. Como se pode verificar, o consumo de energia reativa é bastante baixo durante a maior parte do ano, à exceção dos meses de setembro e de outubro (época da vindima), meses em que o FP não se manteve tão próximo de 1 como seria de desejar. Apesar disso, os custos de energia reativa não ultrapassaram os 0.4% do valor total gasto na faturação energética em 2015.

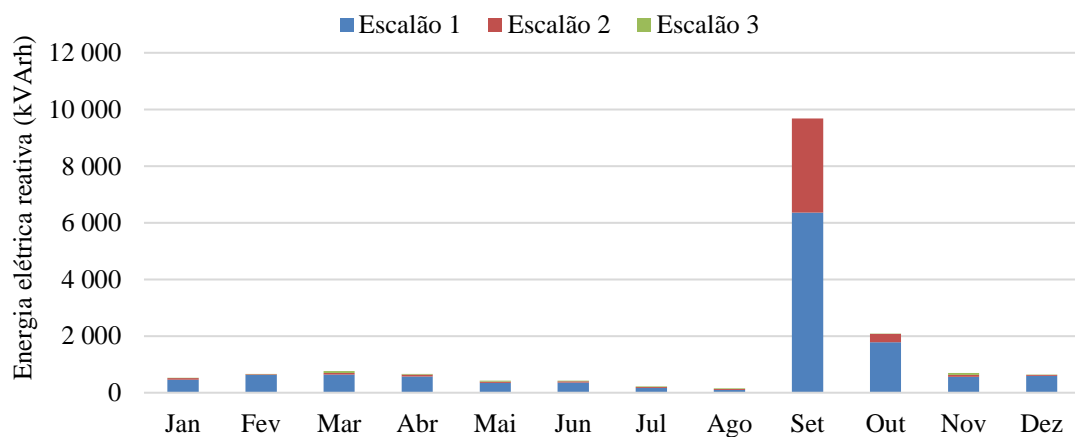


Figura 4.24 - Consumo mensal de energia elétrica reativa por escalão na Roquevale em 2015.

4.3.1.4. Emissões de CO₂

Como as faturas energéticas provenientes da Audax Energia não exibem as emissões de dióxido de carbono resultantes do consumo mensal de energia elétrica, foi necessário fazer uma estimativa com base num fator de emissão para o consumo de eletricidade (0.369 kgCO₂/kWh [24]), a qual se encontra graficamente representada na Figura 4.25.

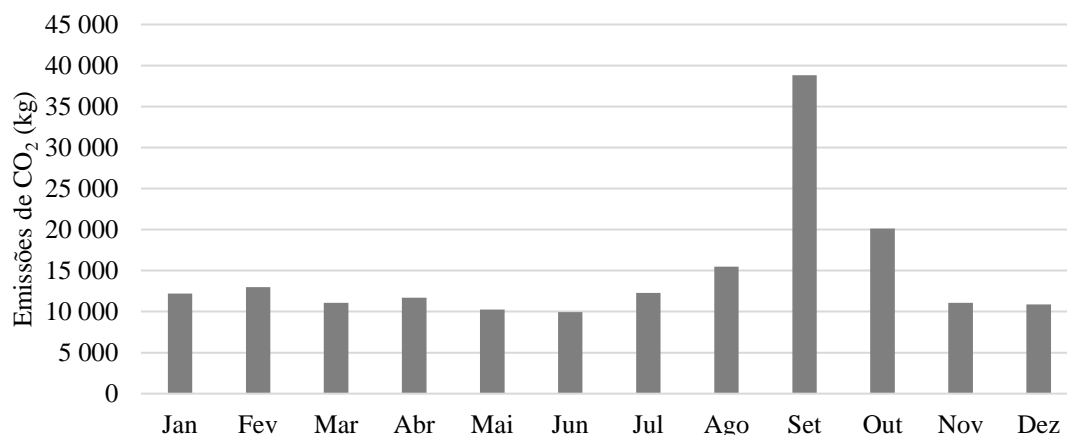


Figura 4.25 - Estimativa das emissões de CO₂ associadas ao consumo de energia elétrica na Roquevale em 2015.

4.3.2. Produção de energia elétrica

A Roquevale possui um sistema de minigeração fotovoltaica na cobertura da adega, tal como no caso da Herdade das Servas. Este sistema tem uma potência de ligação de 127 kW_p e é constituído por 635 módulos fotovoltaicos (modelo *Suntech STP 240S* [32]), o que equivale a uma área de captação solar de cerca de 1048 m². A proposta comercial deste sistema foi realizada pela empresa Grupo Ceasa em 2012 e a energia produzida e injetada na rede elétrica nacional é paga pela EDP a um preço de 0.195 €/kWh durante 15 anos de regime bonificado após a ligação da instalação, sendo que o IVA acresce ainda sobre o valor mensal creditado (23% do valor total).

Na Figura 4.26 pode-se observar a variação da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico no ano de 2015, tendo por base os valores que constam nas faturas energéticas de minigeração fornecidas pela EDP. No ano em questão, foi produzido um total de 209 468 kWh, o que resultou num crédito de 50 240.87 €.

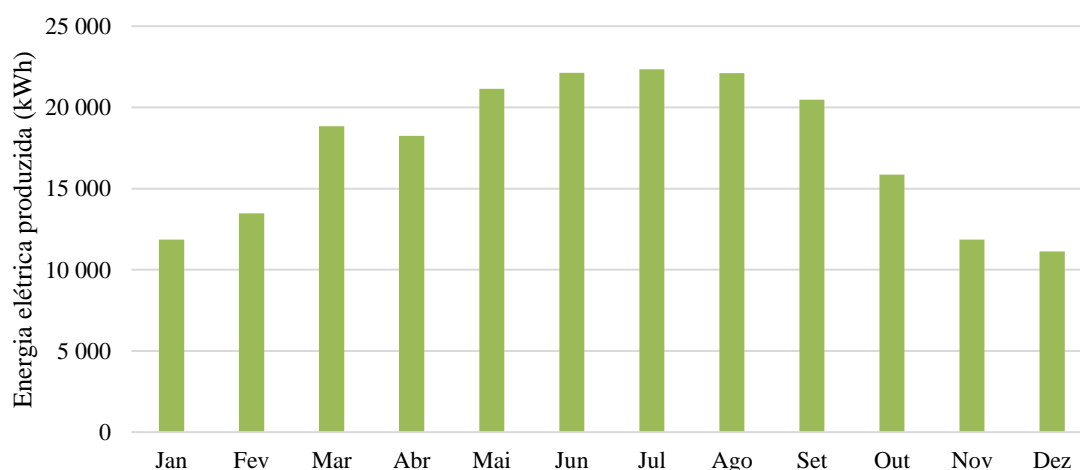


Figura 4.26 - Produção mensal de energia a partir do sistema de minigeração fotovoltaica da Roquevale em 2015.

4.3.3. Consumo de água

A água utilizada nos processos desenvolvidos na adega provém de um charco que faz parte da área de vinhas da Roquevale. A ausência de contadores de água no sistema de bombagem da água do charco impede a contabilização do consumo de água em 2015. No entanto, no caso da Roquevale, há a particularidade de que em 2014 a água utilizada no funcionamento da adega tenha provindo da rede de

distribuição de abastecimento público na sua totalidade, devido a uma anomalia ou avaria no sistema de bombagem de água a partir do charco, que só foi resolvida já no ano de 2015.

Desta forma, foram contabilizadas as medições do consumo mensal de água disponíveis nas faturas da água do ano de 2014 relativos à Roquevale, cuja representação gráfica se pode visualizar na Figura 4.27. Considerou-se que consumo de água na adegas em 2014 foi semelhante ao consumo em 2015, pelo que se utilizou o mesmo valor neste ano, além do facto do volume produzido de vinho em 2014 ser aproximadamente igual ao produzido em 2015, de acordo com os responsáveis pela adegas. Foi, então, utilizado um volume total de 6 621 m³ de água, tendo o agente económico pago 23 820.98 € no ano de 2014 relativamente a esse consumo.

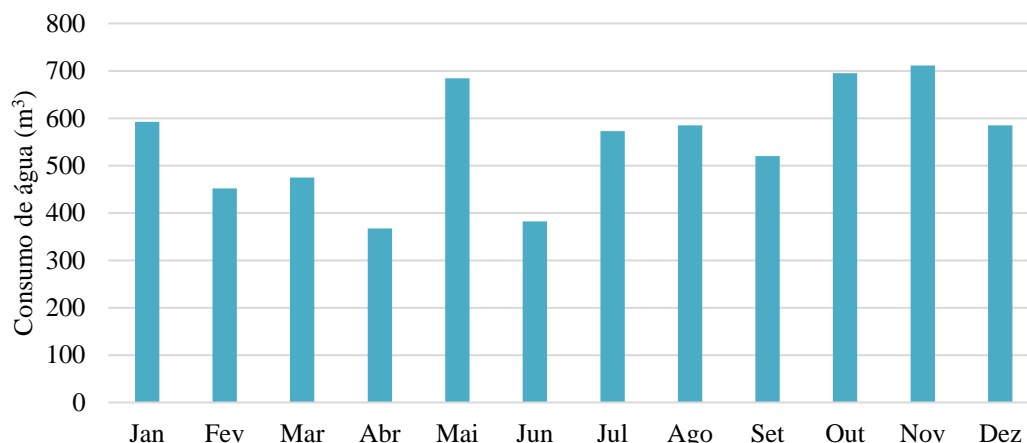


Figura 4.27 – Consumo mensal de água na Roquevale em 2014.

4.3.4. Indicadores energéticos e ambientais

Tendo em conta a produção de vinho referente ao ano de 2015 (volume equivalente a 5 817 000 litros), o consumo de energia elétrica ativa, o consumo de água e as emissões de gases com efeito estufa associados ao consumo de energia elétrica, foram calculados os 4 indicadores energéticos e ambientais também calculados para as outras unidades vitivinícolas em estudo nesta dissertação. Na Tabela 4.11 encontram-se expostos estes indicadores.

Tabela 4.11 - Indicadores energéticos e ambientais referentes à Roquevale (tendo em conta os dados de 2015).

Consumo específico de energia elétrica	0.082 kWh/l _{vinho}
Consumo específico de água	1.14 l _{água} /l _{vinho}
Emissões específicas de gases com efeito estufa	30.39 gCO ₂ /l _{vinho}
Custo específico de energia elétrica	0.010 €/l _{vinho}

4.3.5. Consumos desagregados de energia elétrica

Através da listagem de equipamentos (que pode ser consultada no Anexo VI) e da informação relativa a tempos de funcionamento dos mesmos e respetivas potências unitárias, a qual foi elaborada durante as visitas técnicas à Roquevale, foi estimada a desagregação de consumos de energia elétrica pelos 5 sectores anteriormente mencionados no subcapítulo 3.3 e também igualmente utilizados para as outras adegas em estudo. Na Figura 4.28 é possível observar o resultado desta estimativa mensal através de uma representação gráfica.

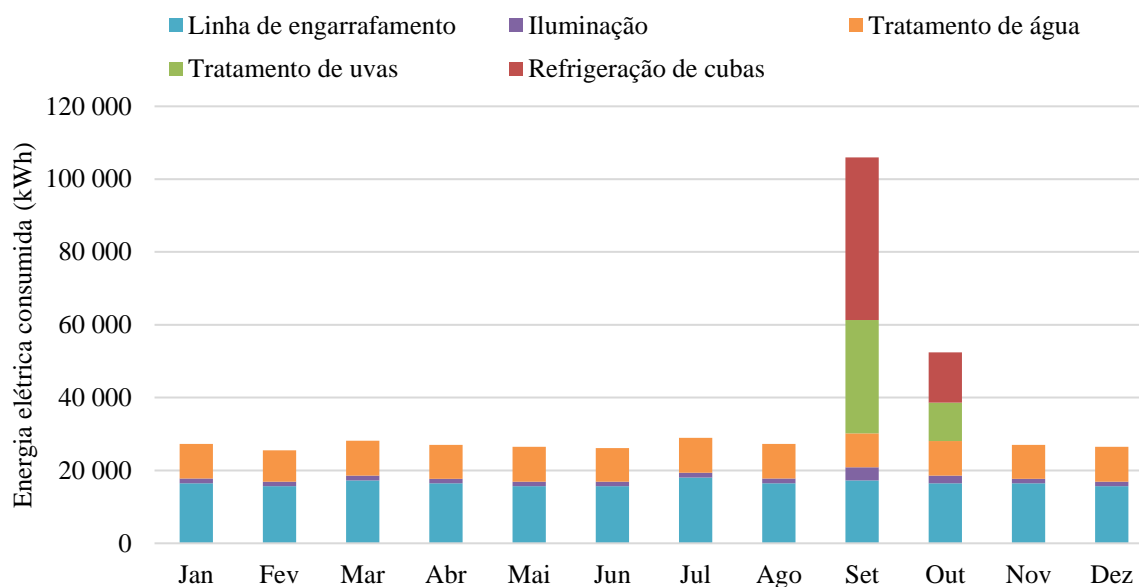


Figura 4.28 - Estimativa da desagregação do consumo mensal de energia elétrica na Roquevale.

Na Tabela 4.12 e na Figura 4.29 pode-se identificar o consumo anual de energia associado a cada sector. A linha de engarrafamento é o sector que representa uma maior fração do consumo anual da adega, sendo seguido pelo sector do tratamento de água e pela refrigeração de cubas. A iluminação é, mais uma vez, o sector que representa um menor consumo anual de energia dos 5 sectores considerados, representando apenas 4% do consumo anual total. No total, foi estimado um consumo elétrico de 428 810 kWh, cujo valor é comparado com o consumo real da adega no subcapítulo seguinte.

Tabela 4.12 - Resultados da estimativa da desagregação do consumo anual de energia por sector na Roquevale.

Sector	Consumo anual estimado (kWh)
Refrigeração de cubas	58 478
Tratamento de uvas	41 639
Iluminação	18 574
Linha de engarrafamento	197 596
Tratamento de água	112 522
Total	428 810

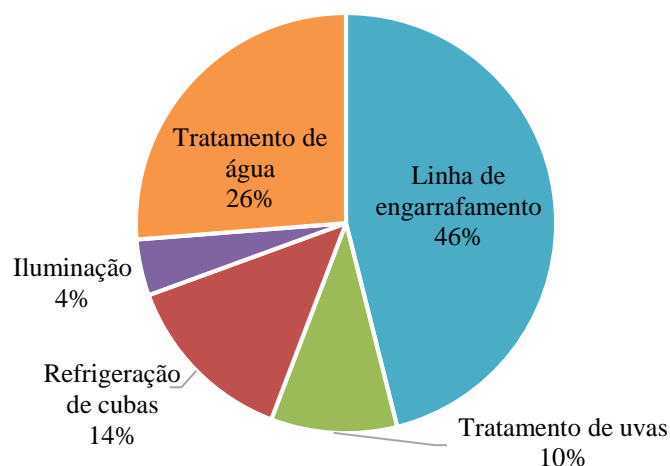


Figura 4.29 - Percentagens estimadas do consumo total anual de energia eléctrica na Roquevale associadas a cada sector.

4.3.6. Comparação entre as estimativas e os valores reais de consumo de energia eléctrica

A forma de validação da estimativa efetuada para a desagregação de consumo eléctrico na Roquevale é a semelhante à utilizada para as outras adegas, ou seja, faz-se por comparação dos valores estimados com os valores reais de consumo mensal de energia eléctrica, sendo que os últimos são dados fornecidos pelo comercializador de energia com o qual o agente económico estabelece um contrato de fornecimento de energia, neste caso com a Audax Energia. Esta comparação pode ser observada na Figura 4.30, de onde se conclui que os dados de consumo estimado são um pouco mais baixos que os valores reais de consumo nos meses fora da vindima. O desvio entre o consumo real anual e o consumo estimado é igual a 10.5%, o qual apesar de ser bastante mais significativo do que no estudo realizado para a ACVCA, se for visto a nível mensal não é muito relevante, podendo assim a desagregação estimada ser considerada válida. O desvio mensal entre os valores estimados e os valores reais varia entre um máximo de 35% (no mês de agosto) e um mínimo de 1% (no mês de setembro). Estas divergências entre valores, principalmente notórias nos meses de agosto e fevereiro, poder-se-ão dever ao facto de alguns equipamentos funcionarem a potências variáveis ou em durante períodos de tempo irregulares (como alguns motores da linha de engarrafamento ou a ETAR), além do horário de trabalho ser muitas vezes irregular ao longo do ano tal como no caso da Herdade das Servas.

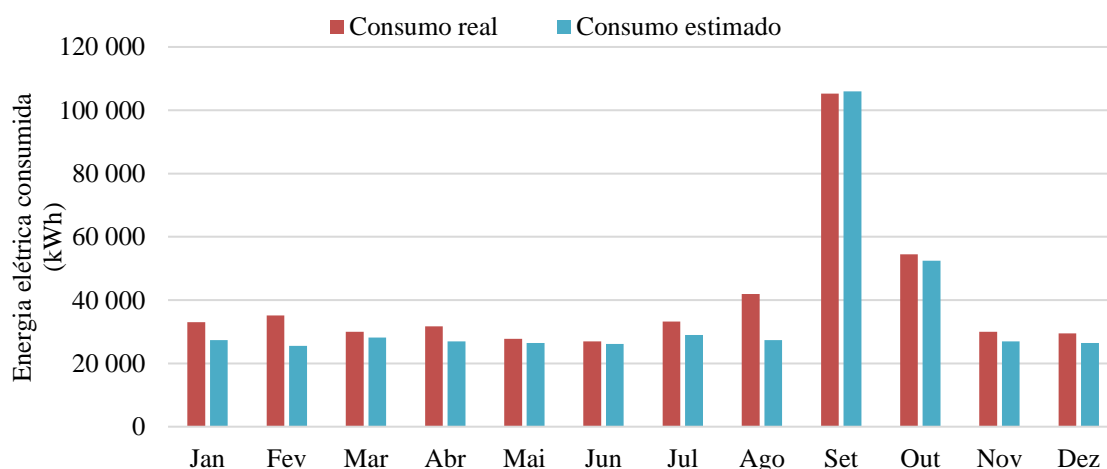


Figura 4.30 - Comparação da estimativa do consumo mensal de energia com o consumo real de energia em 2015 na Roquevale.

Capítulo 5 – Propostas de medidas de melhoria de eficiência energética e de redução do consumo de água

Após a caracterização das adegas no Capítulo 4 são agora apresentados os resultados do estudo de algumas propostas de medidas de melhoria para as adegas em causa, seguindo a metodologia que foi descrita no Capítulo 3 (nas medidas estudadas em que houve a necessidade de realizar cálculos). Nos subcapítulos 5.1 a 5.4 são descritas as medidas propostas relativas à melhoria da eficiência energética, enquanto que no subcapítulo 5.5 são apresentadas as medidas de redução do consumo de água propostas.

5.1. Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito

5.1.1. Instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo

Considerando a metodologia descrita no subcapítulo 3.5.1, a dimensão ideal do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo difere tendo em conta a preferência ou a prioridade do produtor. Segundo a metodologia convencional de dimensionamento de um sistema deste tipo (explicada em detalhe no mesmo subcapítulo) e analisando o consumo energético da ACVCA e o recurso solar anualmente disponível em Vidigueira, a potência de pico calculada para a sistema solar fotovoltaico para autoconsumo é de 41.1 kW_p, tendo os painéis fotovoltaicos uma inclinação de 34° e estando orientados para sul. Esta potência equivale à instalação de 155 painéis *SW 265 POLY*, correspondendo a uma área de captação solar de cerca de 259.9 m² tendo em conta este modelo de painéis fotovoltaicos.

No entanto, fazendo a análise económica para várias potências de pico possíveis de acordo com a metodologia previamente descrita, foram estimados valores para a potência de pico a partir dos quais se pode obter um PRI mais baixo e que originam um maior *cash flow* acumulado no final do tempo de vida do sistema. Na Figura 5.1 está representada graficamente a variação do PRI do sistema com a potência de pico do mesmo, enquanto que na Figura 5.2 se encontra a representação gráfica da variação do *cash flow* acumulado ao fim de 25 anos após a instalação do sistema (tempo de vida assumido do sistema). Através destes gráficos e aproximando os valores, assumiram-se como:

- 20 kW_p a potência de pico do sistema para o qual o PRI é mínimo (ponto vermelho nos gráficos), mantendo-se o valor do PRI para potências de pico inferiores;
- 50 kW_p a potência de pico máxima do sistema a partir da qual já não compensa significativamente investir num sistema de maiores dimensões, no que toca ao *cash flow* acumulado ao fim de 25 anos (ponto verde nos gráficos), tendo igualmente em atenção o aumento do PRI envolvido.

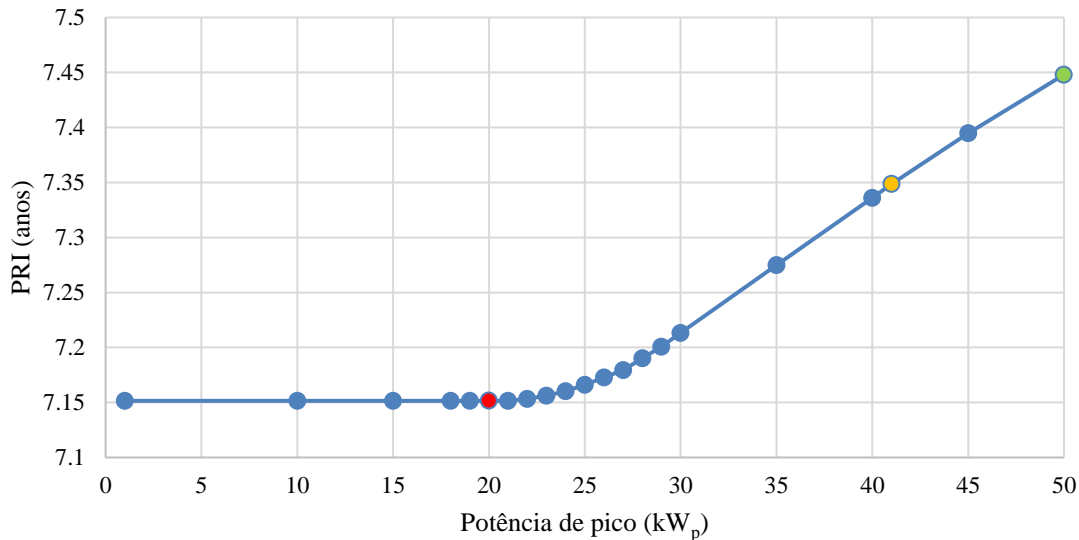


Figura 5.1 - Variação do PRI do sistema solar fotovoltaico proposto para a ACVCA com a potência de pico do mesmo.

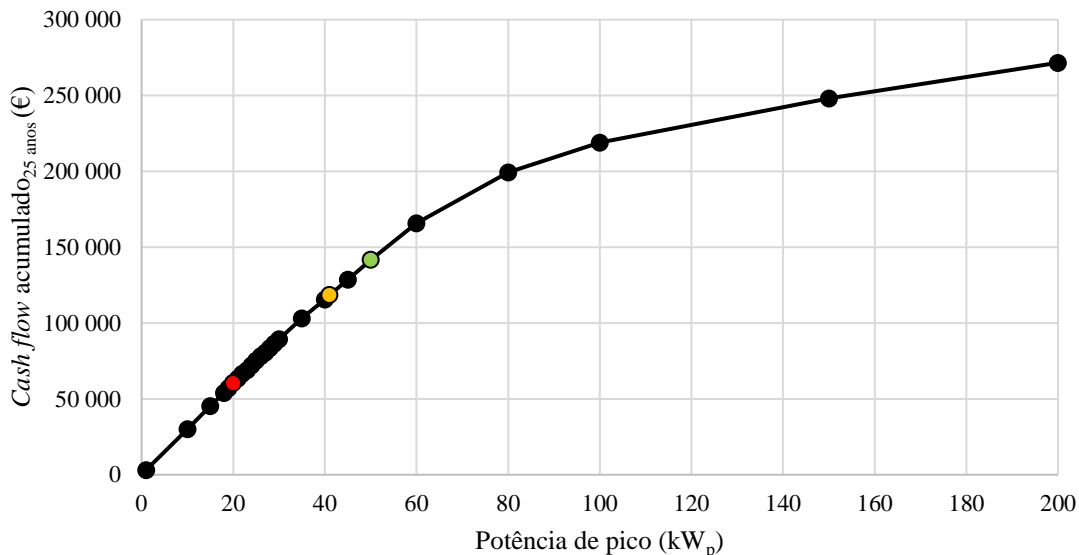


Figura 5.2 - Variação do *cash flow* acumulado no final do tempo de vida considerado para o sistema proposto para a ACVCA com a potência de pico do mesmo.

Analisando as previsões de produção diária do sistema com as potências referidas e comparando com os diagramas de carga da adega construídos para dias úteis e fins de semana/feriados fora da época da vindima, pode-se concluir que o dimensionamento para um menor PRI (20 kW_p) é, na verdade, um dimensionamento para fins de semana/feriados fora da época da vindima e é uma potência de pico do sistema que resulta numa produção nula de excedente durante todo o ano, tal como é demonstrado na Figura 5.3 e Figura 5.4. Por outro lado, o dimensionamento de modo a obter *cash flow* final acumulado mais elevado (50 kW_p) é, basicamente, um dimensionamento para dias úteis fora da época da vindima e uma potência a partir da qual apenas há produção de energia excedente pelo sistema em fins de semana e feriados neste mesmo período (Figura 5.6). Desta forma, a energia produzida em dias úteis é autoconsumida pela adega na sua totalidade, tal como se pode verificar na Figura 5.5, tentando-se assim obter um melhor aproveitamento do elevado recurso solar disponível na região alentejana. Para potências de pico superiores a 50 kW_p, haverá sempre um maior incremento na produção de

energia excedente do que na energia que será autoconsumida pela adega, pelo que, por sua vez, será vendida à RESP a um preço mais baixo, o que prejudica o lucro para o produtor no final do tempo de vida do sistema quando comparado com o investimento inicial.

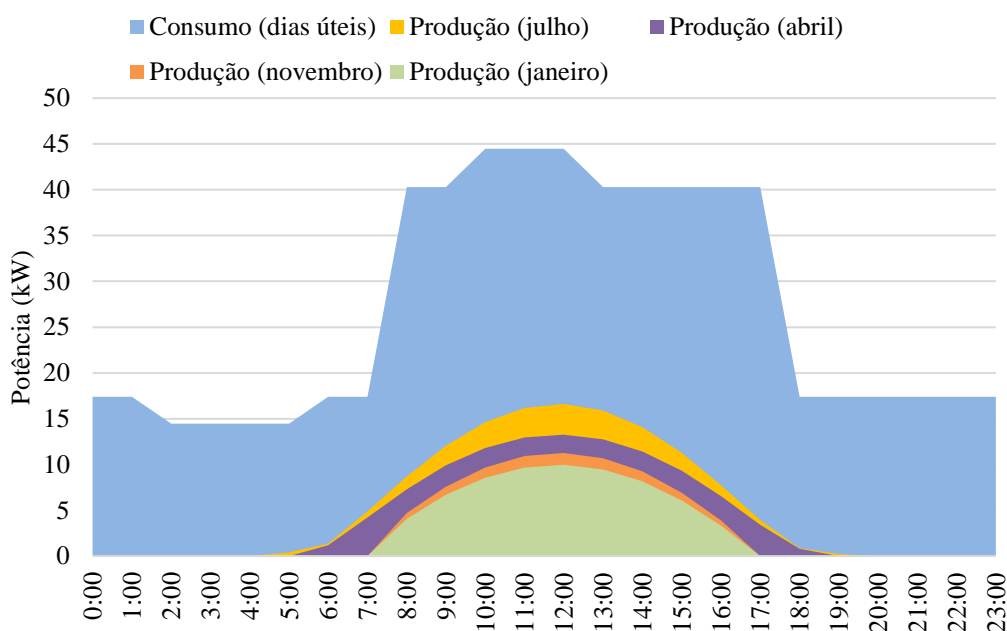


Figura 5.3 - Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 20 kW_p em alguns meses ao longo do ano.

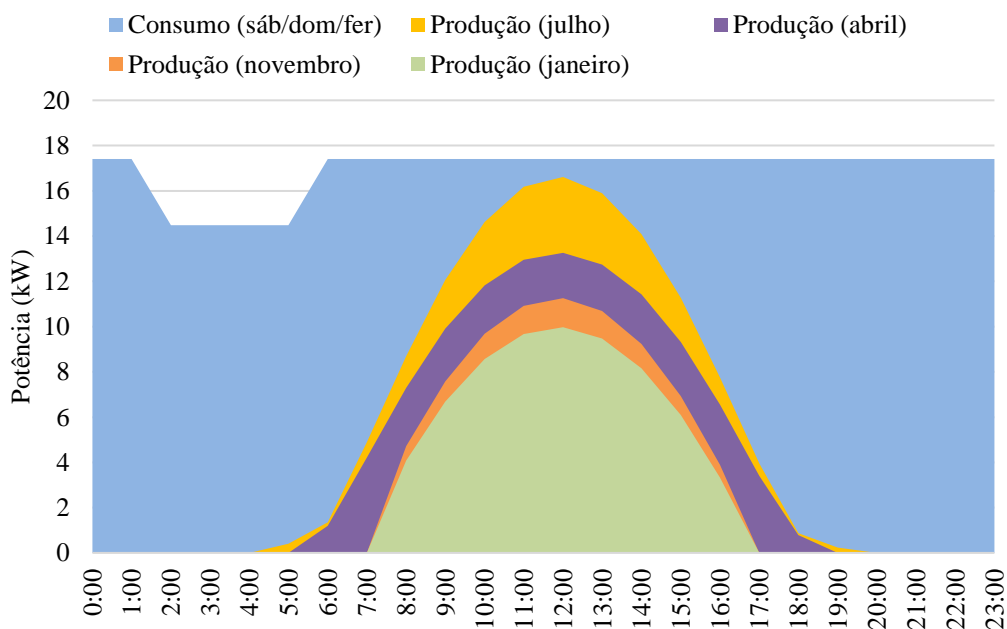


Figura 5.4 - Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 20 kW_p para a adega em alguns meses ao longo do ano.

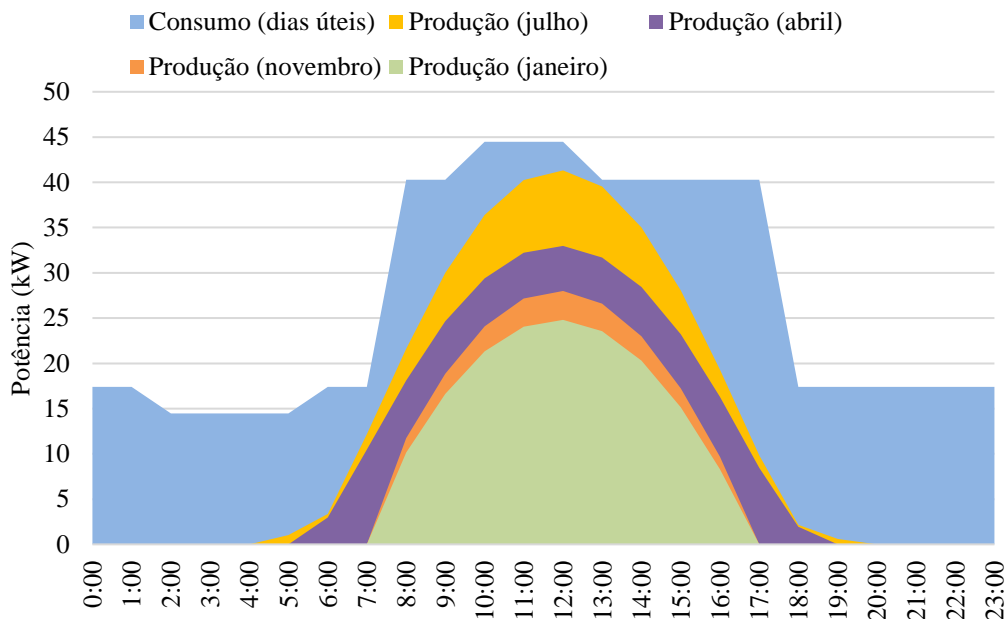


Figura 5.5 - Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 50 kW_p em alguns meses ao longo do ano.

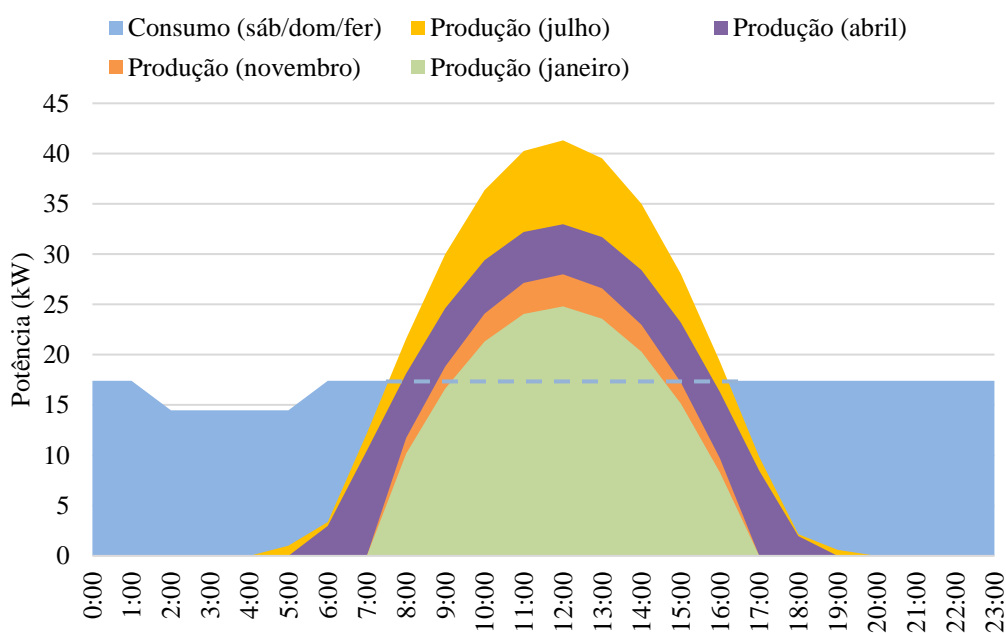


Figura 5.6 - Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na ACVCA e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 50 kW_p para a adega em alguns meses ao longo do ano.

Na Figura 5.7 é representada graficamente a evolução do *cash flow* acumulado ao longo do tempo de vida do sistema para as potências de pico de 20 kW_p e 50 kW_p. Após uma análise da mesma, nota-se que a diferença do PRI (interseção da função com o eixo das abcissas) das duas potências de pico é relativamente insignificante, enquanto que o *cash flow* final para 50 kW_p é muito maior. Desta forma, poderá ser mais interessante o investimento num sistema de 50 kW_p, desde que haja, obviamente, suficiente poder financeiro por parte do agente económico para despendar a verba necessária ao

investimento inicial para a instalação do sistema. Todavia, é uma decisão que cabe inteiramente ao produtor, tendo em conta as suas prioridades e preferências.

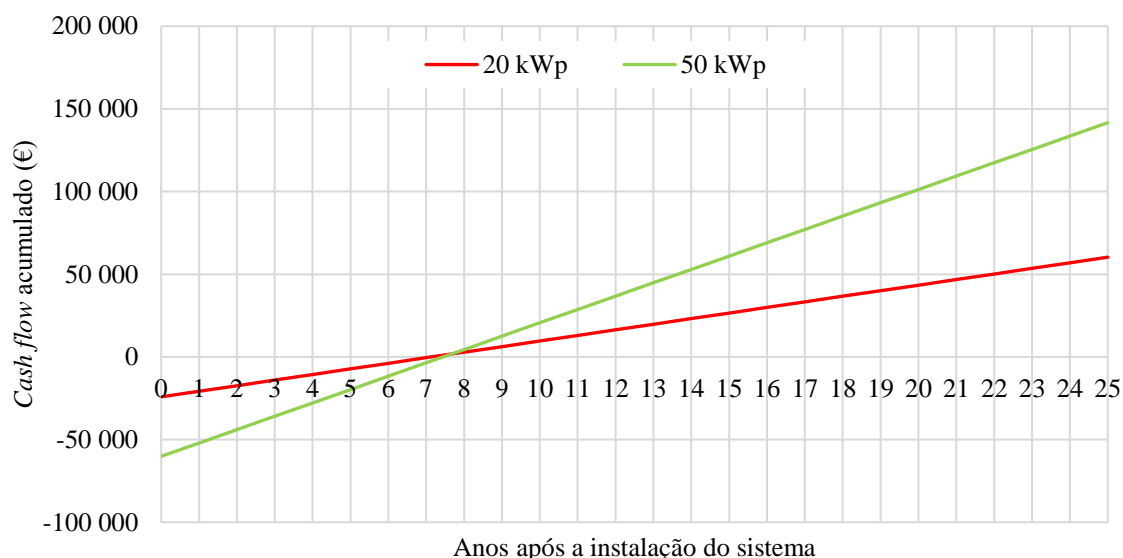


Figura 5.7 – Previsão do *cash flow* acumulado ao longo do tempo de vida de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 20 kW_p e de 50 kW_p para a ACVCA.

Na Tabela 5.1 resumem-se alguns dos resultados mais importantes obtidos com a simulação efetuada para um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 20 kW_p e um sistema de 50 kW_p na ACVCA, de modo a facilitar uma comparação entre ambos no que toca aos valores resultantes das análises energética e económica efetuadas.

Tabela 5.1 – Comparação entre os principais resultados das simulações efetuadas para um sistema solar fotovoltaico com 20 kW_p e para um sistema solar fotovoltaico com 50 kW_p, ambos para fins de autoconsumo na ACVCA.

Potência de pico do sistema	20 kW _p	50 kW _p
Número de painéis fotovoltaicos	76	189
Área de painéis fotovoltaicos (m ²)	127.4	316.9
Energia produzida (MWh/ano)	36.3	90.3
Autoconsumo (MWh/ano)	36.3	82.9
Poupança (€/ano)	3 863	8 932
Excedente (MWh/ano)	0	7.4
Renumeração (€/ano)	0	340
Custos de O&M (€/ano)	483	1 202
Investimento inicial (€)	24 168	60 102
Retorno anual (€/ano)	3 863	9 272
<i>Cash flow</i> final acumulado (€)	60 318	141 638
PRI (anos)	7.15	7.45
Emissões poluentes evitadas (kgCO ₂ /ano)	13 405	30 608
Redução das necessidades anuais de energia da unidade (%)	8.7	19.9

Para finalizar este estudo de dimensionamento do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo na ACVCA, são agora apresentados alguns gráficos que fornecem alguma informação adicional acerca da produção mensal correspondente aos sistemas com as potências de pico de 20 kW_p e 50 kW_p. Na Figura 5.8 e na Figura 5.9 são representadas graficamente as previsões de produção mensal de energia

pelos sistemas de 20 kW_p e de 50 kW_p, respetivamente. Lembra-se que em setembro e em outubro se considera que toda a energia produzida por qualquer um dos sistemas é autoconsumida devido ao facto de se tratar da época da vindima, sendo este um período em que o consumo de energia elétrica na unidade vitivinícola é muito mais elevado do que no resto do ano.

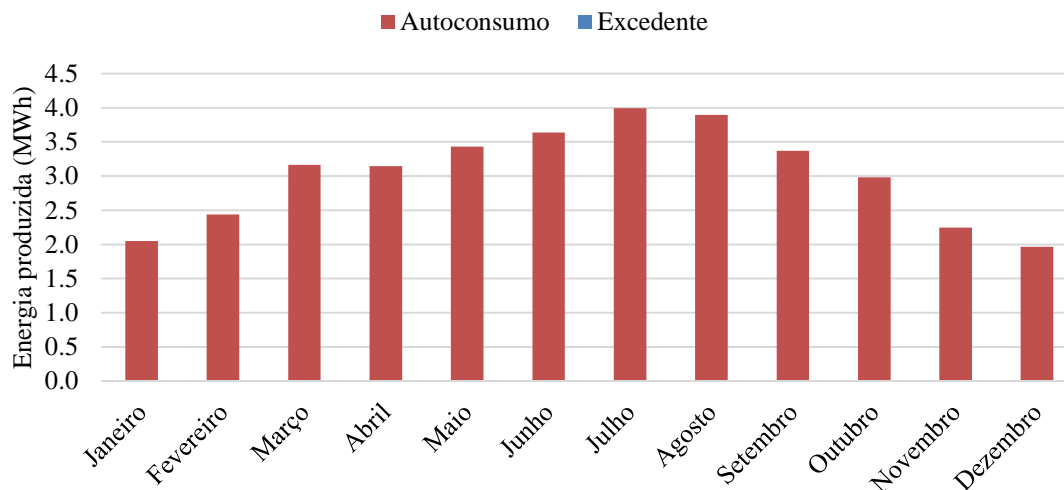


Figura 5.8 – Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 20 kW_p para a ACVCA e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.

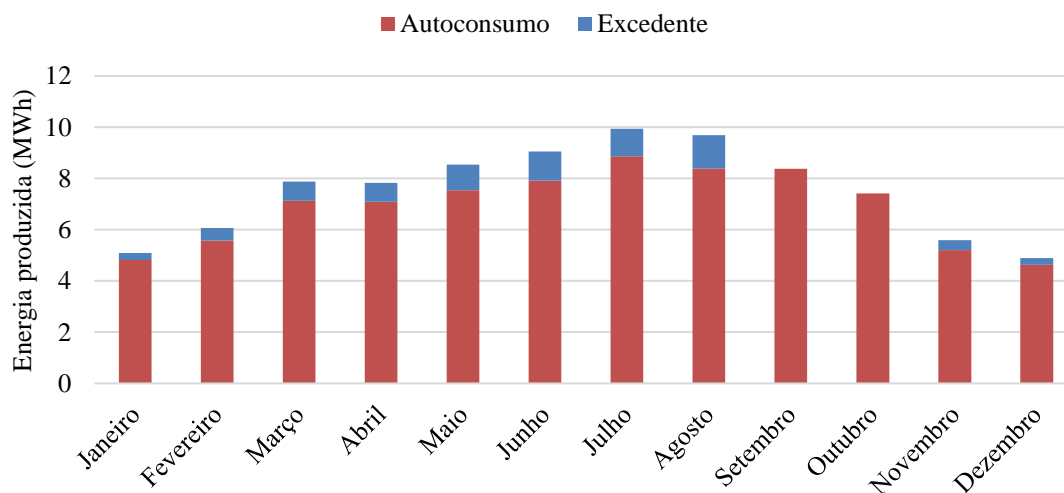


Figura 5.9 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 50 kW_p para a ACVCA e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.

Com a instalação do sistema de 20 kW_p espera-se obter uma redução anual de cerca de 9% das necessidades energéticas, enquanto que se for instalado o sistema de 50 kW_p é estimada uma redução anual de, aproximadamente, 20%, tal como foi exposto na Tabela 5.1. Para se ter uma noção da redução mensal prevista das necessidades energéticas conseguidas com a instalação de cada um dos sistemas solares fotovoltaicos, são representados graficamente na Figura 5.10 (para o sistema de 20 kW_p) e na Figura 5.11 (para o sistema de 50 kW_p) o consumo mensal da unidade vitivinícola e a previsão da energia produzida pelo sistema que mensalmente será autoconsumida pela adega. Desta forma finaliza-se o estudo do dimensionamento do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo na ACVCA.

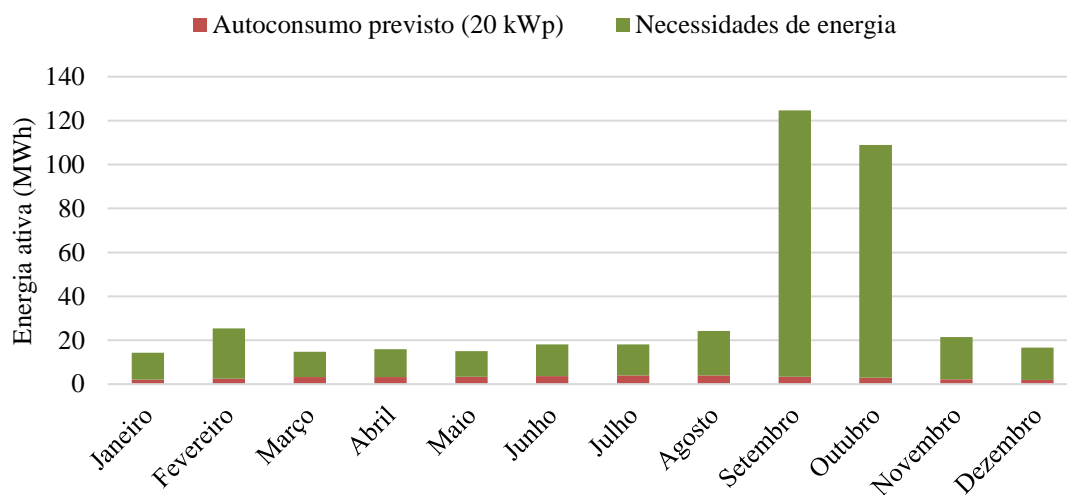


Figura 5.10 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da ACVCA com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 20 kW_p.

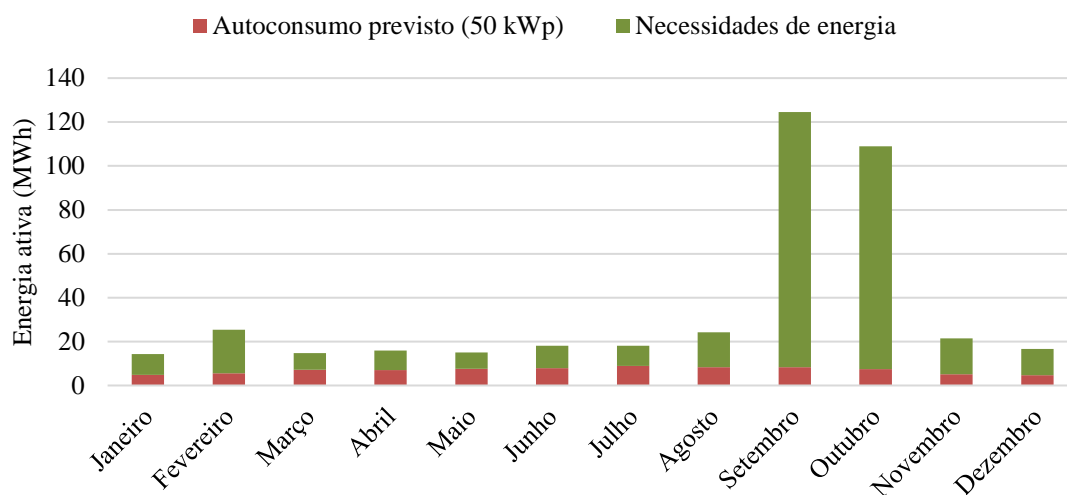


Figura 5.11 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da ACVCA com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 50 kW_p.

5.1.2. Instalação de um sistema solar térmico

De forma a limitar os custos e produzir água quente de forma mais ecológica, foi estudada a hipótese de instalação de um sistema solar térmico na ACVCA. Este estudo foi efetuado utilizando o programa *SolTerm* e seguindo a metodologia descrita no subcapítulo 3.5.2. Desta forma, introduziram-se as variáveis necessárias, tais como a localização (Vidigueira), a capacidade do depósito (1 000 litros, tendo em conta o consumo máximo de água quente diário que se verifica nos meses de setembro e outubro) e o diagrama de consumo diário de água quente. Na análise energética, o programa determina a dimensão ideal do sistema solar térmico atendendo às necessidades da adega, otimizando o desempenho do sistema tendo em conta a orientação e inclinação dos coletores e o maior aproveitamento possível da radiação solar, reduzindo o desperdício de energia solar ao mínimo (o sistema será dimensionado para este valor ser nulo) e mantendo-se sempre o mesmo volume armazenado no depósito.

Assim, os resultados da análise energética efetuada pelo programa para o dimensionamento do sistema a instalar na ACVCA encontram-se resumidos na Tabela 5.2. Na Figura 5.12 é representada a fração das necessidades mensais estimadas de energia para água quente na adega que deverá ser coberta pelo sistema solar térmico a ser instalado com as referidas dimensões.

Tabela 5.2 - Resultados do dimensionamento do sistema solar térmico a instalar na ACVCA efetuado pelo *SolTerm* na sua análise energética.

Nº de coletores	4
Área de coletores	8.4 m ²
Inclinação	33°
Azimute	0° (sul)
Rendimento global anual do sistema	33%
Produtividade anual por unidade de área	693 kWh/m ²
Fração solar	66.0%

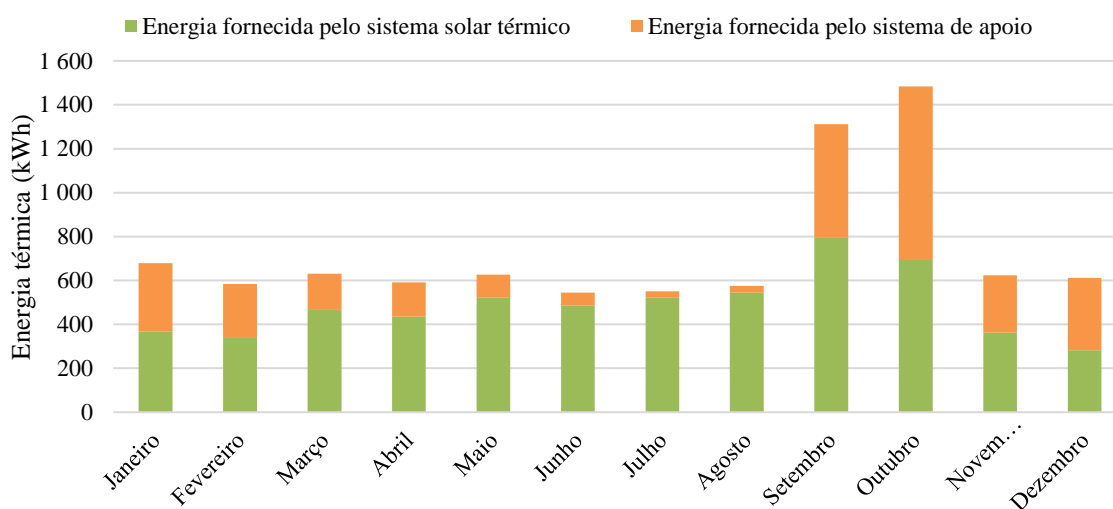


Figura 5.12 - Fração das necessidades mensais estimadas de energia para aquecimento de água na ACVCA cobertas pelo sistema solar térmico e pelo sistema de apoio dimensionados através do *SolTerm*.

Assim, é esperado que a energia anualmente fornecida pelo sistema solar térmico com as dimensões anteriormente referidas (5 820 kWh) seja suficiente para mitigar cerca de 66% da energia total que normalmente é consumida em gás propano (8 814 kWh) para o aquecimento de água para fins higiénicos e processos de engarrafamento, principalmente. Os restantes 34% da energia necessária para aquecimento de água (2 994 kWh) serão, obviamente, fornecidos pelo sistema de apoio, principalmente nos meses de setembro e outubro onde o consumo de água quente é tipicamente superior ao consumo no resto do ano.

Passando para os resultados da análise económica, tendo em conta as variáveis introduzidas no programa, o *SolTerm* confirma que a instalação de um sistema solar térmico é vantajosa nestas condições, o que significa que há um lucro no final do tempo de vida do sistema (20 anos após a sua instalação). Para um sistema desta dimensão é necessário dispor de um investimento inicial de 4 200 € e o PRI deverá ser pouco superior a 6 anos. A partir dessa altura, é possível poupar anualmente entre cerca de 1 100 € e 1 900 € em energia evitada proveniente do sistema a gás propano, pelo que o programa prevê que no final do tempo de vida do sistema haja um lucro de 23 358 € (20 724 € a preços atuais).

Finalmente, com a instalação deste sistema solar térmico, o consumo de energia primária fóssil deverá ser evitado em 7.8 MWh/ano, equivalente a 594 kg de gás propano por ano, assumindo uma eficiência na caldeira de 75%. Por sua vez, a emissão de gases com efeito estufa deverá ser reduzida em 1 760 kgCO₂/ano com a aplicação desta medida de melhoria da eficiência energética, pelo que o investimento num sistema deste tipo parece ser não só rentável financeiramente como também do ponto de vista estritamente ecológico.

5.1.3. Substituição de lâmpadas ineficientes

Através do levantamento de dados efetuado na AVCA, foi obtida informação acerca do número de lâmpadas de cada tipo existentes na adega e o tempo estimado de funcionamento anual das mesmas. Seguindo a metodologia descrita no subcapítulo 3.5.3, foram selecionadas lâmpadas LED com as mesmas características, iluminância e formato, para proceder ao estudo da viabilidade da substituição das lâmpadas existentes na adega. Na Tabela 5.3 são apresentadas as soluções propostas para a substituição de cada grupo de lâmpadas na adega que sejam consideradas ineficientes, ou que, pelo menos, apresentam uma possibilidade de melhoria no seu desempenho energético.

Tabela 5.3 - Soluções propostas para uma melhoria da eficiência energética da iluminação na ACVCA.

Grupo	Tipo de lâmpada (Potência)	nº	Tipo de lâmpada substituta (Potência)	Investimento (€)	Poupança anual (€)	PRI (anos)	Redução anual de energia consumida	Lucro após 14 anos (€)	Emissões anualmente evitadas (kgCO ₂)
1	Halogéneo (400W)	1	Projektor LED (150W) [33]	63.96 €	9.71 €	6.59	63%	72.00 €	34.9
2	Halogéneo (150W)	5	Projektor LED (25W) [34]	135.95 €	24.28 €	5.60	83%	203.96 €	87.2
3	Incandescente (60W)	10	LED (7W) [35]	21.50 €	20.59 €	1.04	88%	266.74 €	73.9
4	Fluorescente tubular (58W)	141	Tubo de LEDs (24W) [36]	775.50 €	186.23 €	4.16	59%	1 831.72 €	668.7
5	Fluorescente tubular (36W)	33	Tubo de LEDs (18W) [37]	108.57 €	23.07 €	4.71	50%	214.48 €	82.9
6	Fluorescente tubular (18W)	17	Tubo de LEDs (9W) [38]	42.16 €	5.94 €	7.09	50%	41.05 €	21.3
7	Fluorescente tubular (58W)	14	Tubo de LEDs (24W) [36]	77.00 €	77.66 €	0.99	59%	1 010.27 €	278.9
8	Fluorescente tubular (18W)	38	Tubo de LEDs (9W) [38]	94.24 €	55.80 €	1.69	50%	686.95 €	200.4
9	Fluorescente tubular (36W)	12	Tubo de LEDs (18W) [37]	39.48 €	35.24 €	1.12	50%	453.90 €	126.5
10	Halogéneo (250W)	19	Projektor LED (80W) [39]	949.81 €	526.99 €	1.80	68%	6 428.08 €	1 892.2
11	Halogéneo (400W)	1	Projektor LED (150W) [33]	63.96 €	40.79 €	1.57	63%	507.08 €	146.5
12	Halogéneo (150W)	3	Projektor LED (25W) [34]	81.57 €	61.18 €	1.33	83%	775.00 €	219.7
Total		294		2 453.70 €	1 067.49 €	2.30	64%	12 491.23 €	3 832.9

Na ACVCA não há lâmpadas LED atualmente instaladas e em todos os grupos a estimativa da substituição resulta num PRI inferior a 14 anos, portanto todas as lâmpadas existentes na adega poderão dar lugar a uma alternativa mais eficiente. Caso o agente económico decida proceder à substituição de todos os grupos de lâmpadas anteriormente mencionados, é estimada uma redução de

cerca de 64% do consumo atual de energia elétrica em iluminação, sendo este valor equivalente a uma redução de 2.5% do consumo total anual na adega.

5.1.4. Instalação de uma bateria de condensadores

Enquanto que a energia elétrica ativa é utilizada para a produção de trabalho nos equipamentos elétricos, a energia elétrica reativa é necessária para a produzir o fluxo magnético essencial ao funcionamento dos mesmos. No entanto, um consumo elevado de energia reativa aumenta as perdas nas redes de distribuição e nas instalações onde é utilizada, pelo que o seu consumo é, no caso das instalações com alguma dimensão, também faturado pelo comercializador de energia [40]. No caso da ACVCA há um elevado consumo de energia reativa, pelo que uma das medidas de melhoria mais interessantes será a montagem de um equipamento que permita a mitigação deste consumo.

Tendo em conta o elevado valor monetário gasto em 2015 (10 932.73 €) devido ao consumo de energia reativa, que foi de 181 576.5 kVarh, conclui-se que o FP do sistema elétrico da ACVCA não se mantém tão próximo de 1 como seria de desejar. De facto, de acordo com os valores do FP mensalmente medidos pela EDP no período de faturação energética (Figura 5.13), é possível verificar que há uma oportunidade de melhoria a ser explorada no que toca à redução do elevado valor de energia reativa anualmente consumida.



Figura 5.13 - Variação do FP mensalmente medido pela EDP nos períodos de faturação energética em 2015.

Desta forma, uma das soluções para a compensação do FP é a instalação de uma bateria de condensadores num equipamento centralizado (como o quadro elétrico principal, por exemplo) de forma a equilibrar globalmente a potência reativa de toda a instalação [41]. As baterias de condensadores têm um funcionamento semelhante a geradores que fornecem aos equipamentos elétricos a energia reativa necessária para a manutenção do campo eletromagnético, minimizando o transporte necessário na rede de distribuição e otimizando o fator de potência para valores, habitualmente, entre 0.96 e 0.98 [42].

Devido à distribuição inconstante do consumo mensal típico de energia elétrica de uma unidade vitivinícola, comparativamente a unidades fabris de outros sectores que têm processos de produção relativamente constantes ao longo do ano, o dimensionamento adequado de uma bateria de condensadores para a ACVCA é um procedimento bastante complexo, pelo que não foi realizado nesta dissertação. De qualquer forma, a instalação de uma bateria de condensadores deverá ser bastante interessante na medida em que permitirá mitigar uma fração elevada da faturação energética, pelo que o PRI desta solução deverá ser bastante baixo.

5.2. Herdade das Servas

5.2.1. Instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo

A adega da Herdade das Servas tem instalada na cobertura um sistema de minigeração fotovoltaica com uma potência de ligação de 90 kW. Contudo, tratando-se de um sistema de minigeração, isto é, um sistema que produz energia somente para venda à RESP, é também estudada a hipótese de instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo semelhante ao que foi feito para a ACVCA. Desta forma, tendo em conta a metodologia convencional descrita para o dimensionamento do sistema de autoconsumo e assumindo a mesma orientação dos painéis solares fotovoltaicos (sul) e inclinação dos mesmos (34°), a potência de pico ideal calculada para este sistema solar fotovoltaico é de 34.2 kW_p , correspondendo a 129 painéis fotovoltaicos do modelo *SW 265 POLY* e a uma área de captação solar aproximadamente igual a 216.3 m^2 . No entanto, como já foi referido, a dimensão ideal do sistema de autoconsumo dependerá das prioridades do agente económico em questão.

Deste modo, efetuando a análise económica para várias potências de pico possíveis de acordo com a metodologia anteriormente descrita no subcapítulo 3.5.1, foram estimados os valores para a potência de pico a partir dos quais se obtém um PRI mais baixo e os valores que potenciam um maior lucro para o agente económico no final do tempo de vida do sistema. A variação do PRI do sistema com a potência de pico do mesmo encontra-se representada graficamente na Figura 5.14, enquanto que na Figura 5.15 se encontra a representação gráfica da variação do *cash flow* acumulado ao fim de 25 anos após a instalação do sistema (tempo de vida assumido do sistema). Através da análise destes gráficos e dos resultados da simulação económica efetuada para as várias potências de pico possíveis para o sistema, assumiram-se como:

- 19 kW_p a potência de pico do sistema para o qual o PRI é mínimo (ponto vermelho nos gráficos), mantendo-se o valor do mesmo para potências inferiores;
- 42 kW_p a potência de pico máxima do sistema a partir da qual já não compensa significativamente investir num sistema de maiores dimensões, no que toca ao *cash flow* acumulado ao fim de 25 anos (ponto verde nos gráficos), tendo igualmente em atenção o aumento do PRI envolvido.

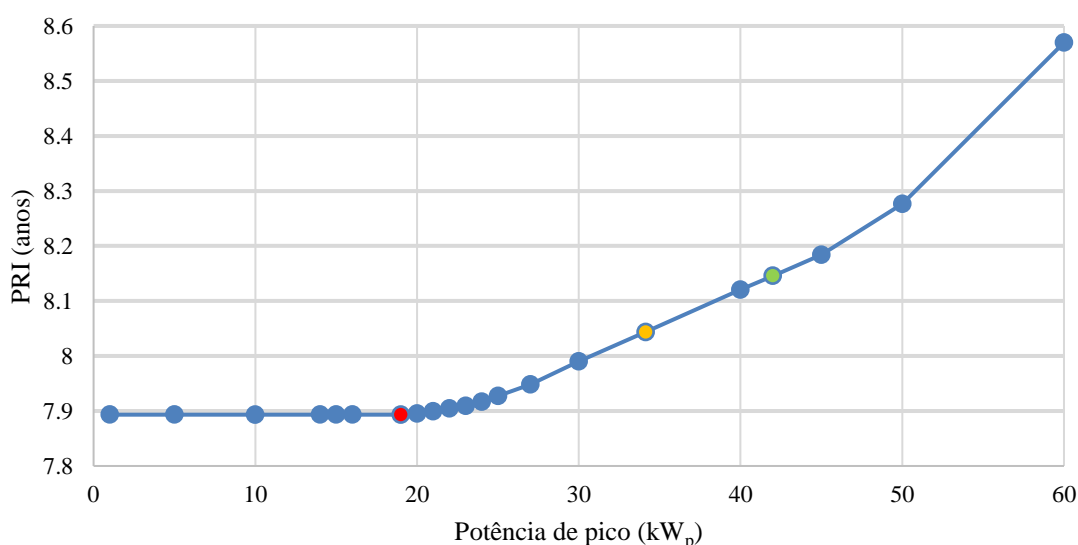


Figura 5.14 - Variação do PRI do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo proposto para a Herdade das Servas com a potência de pico do mesmo.

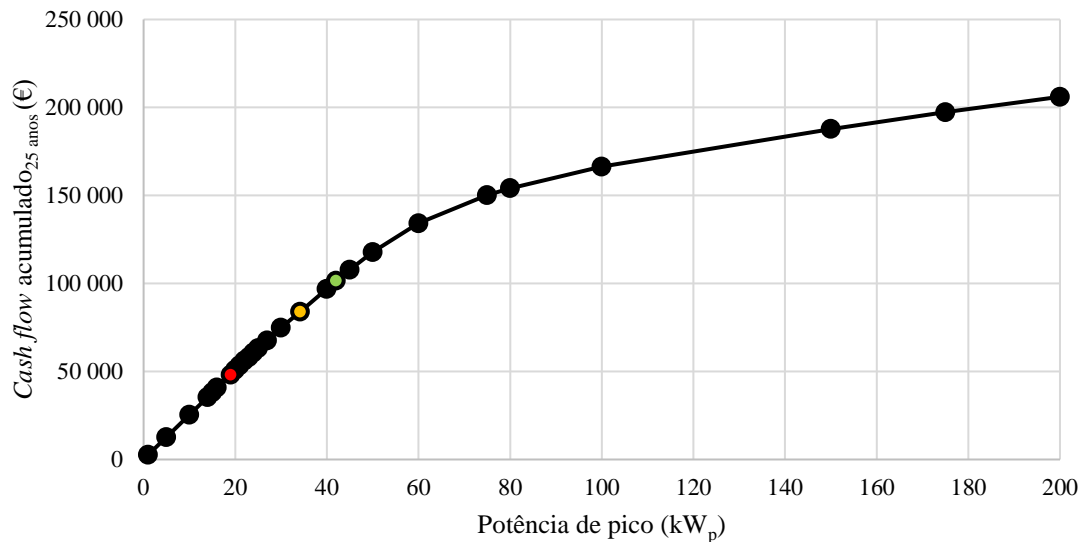


Figura 5.15 - Variação do *cash flow* acumulado no final do tempo de vida considerado para o sistema proposto para a Herdade das Servas com a potência de pico do mesmo.

Analogamente ao estudo efetuado para a ACVCA, comparando a simulação da produção diária de energia pelo sistema com os diagramas de carga da adega construídos para dias úteis e fins de semana e feriados fora da época da vindima, pode-se concluir que o dimensionamento do sistema para um menor PRI (19 kW_p) é, basicamente, um dimensionamento para fins de semana/feriados fora da época da vindima. É, desta forma, a potência de pico do sistema que resulta numa produção nula de excedente durante todo o ano, tal como é demonstrado na Figura 5.16 e Figura 5.17. Em contrapartida, o dimensionamento para um *cash flow* final acumulado mais vantajoso face ao investimento inicial (42 kW_p) é, basicamente, um dimensionamento para dias úteis fora da época da vindima e corresponde a uma potência de pico a partir da qual há apenas produção de energia em excesso pelo sistema em fins de semana e feriados neste mesmo período (Figura 5.19). Com um sistema desta dimensão, a energia produzida em dias úteis é autoconsumida pela adega na sua totalidade, tal como se pode verificar na Figura 5.18, conseguindo-se assim obter um melhor aproveitamento do elevado recurso solar disponível na região do Alentejo. Para potências de pico superiores a 42 kW_p, haverá sempre um aumento na produção de energia excedente que não é compensado pelo aumento da energia autoconsumida pela adega, o que prejudica o compromisso entre o *cash flow* acumulado no final do tempo de vida do sistema e o PRI. Desta forma, não é recomendado o investimento num sistema de autoconsumo superior a 42 kW_p.

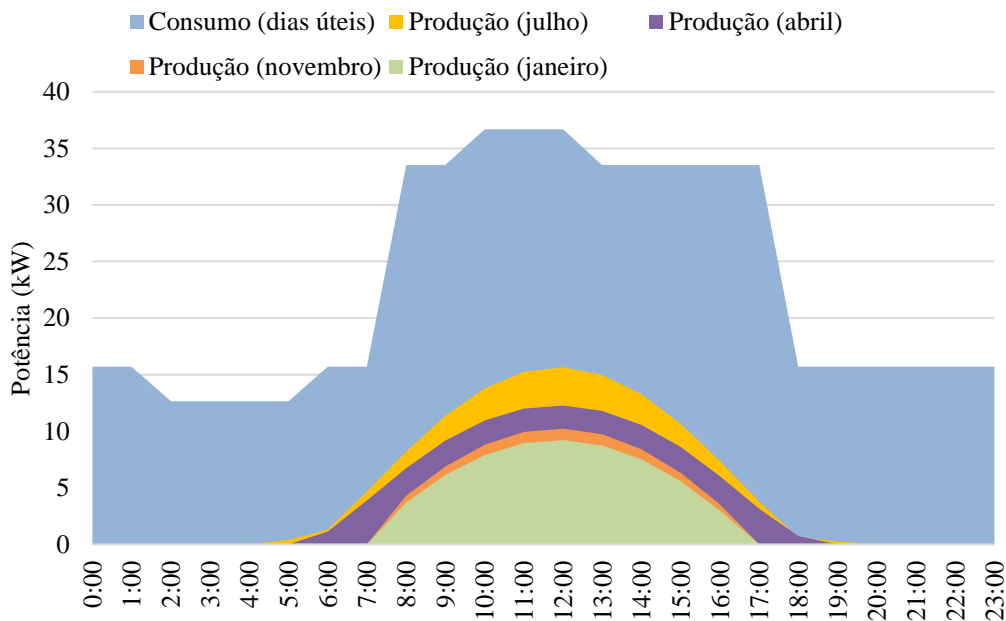


Figura 5.16 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 19 kW_p em alguns meses ao longo do ano.

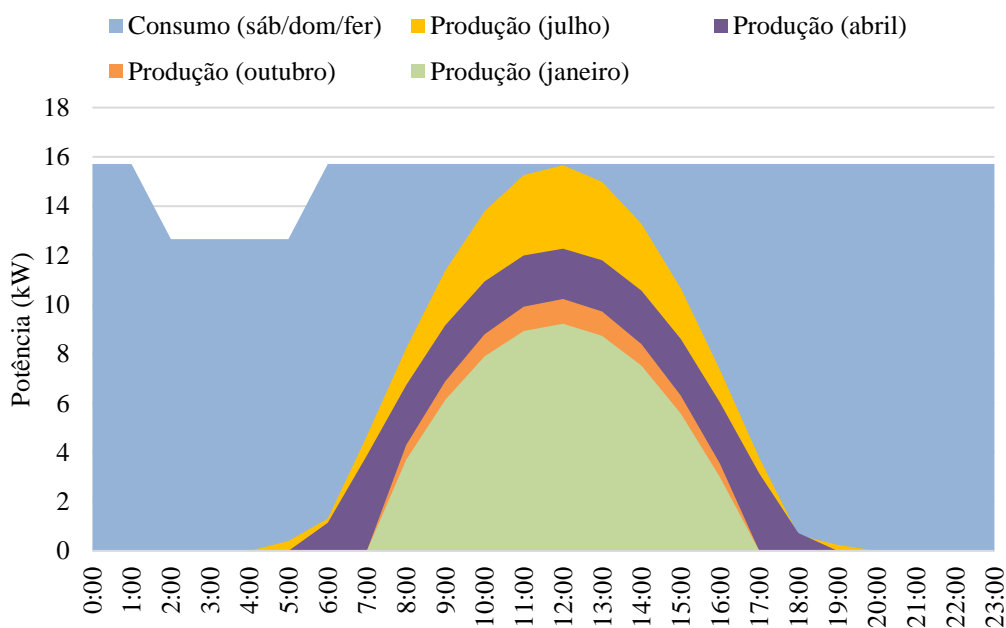


Figura 5.17 – Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 42 kW_p para a adega em alguns meses ao longo do ano.

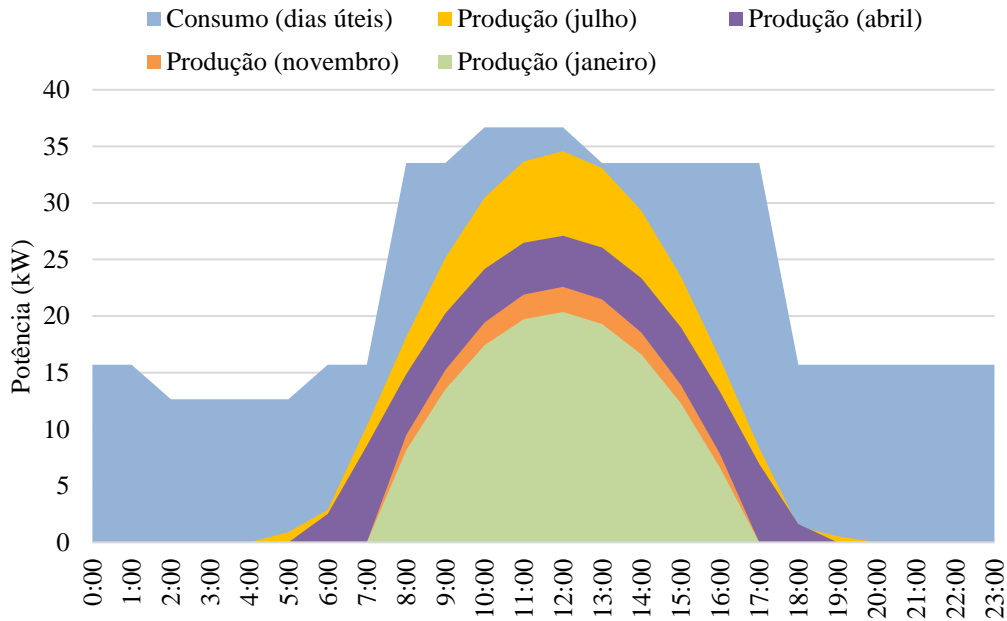


Figura 5.18 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 19 kW_p em alguns meses ao longo do ano.

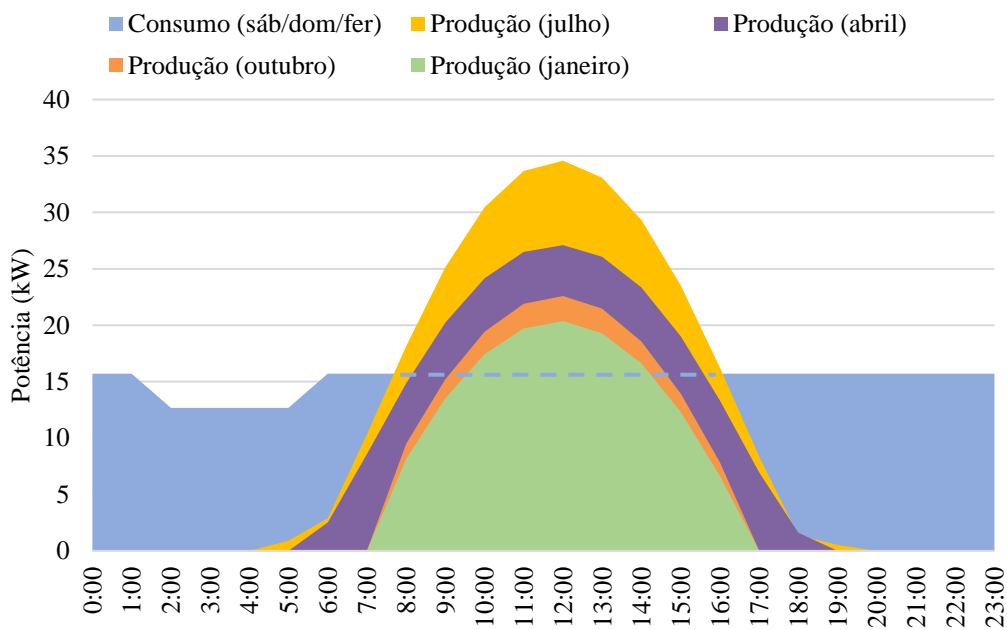


Figura 5.19 - Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Herdade das Servas e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 42 kW_p para a adega em alguns meses ao longo do ano.

As evoluções dos *cash flow* acumulados ao longo do tempo de vida dos sistemas para as potências de pico de 19 kW_p e 42 kW_p encontram-se representadas na Figura 5.20. De forma semelhante ao estudo da ACVCA, a diferença do PRI das duas potências de pico (valor também consultável através da identificação da interseção da função do *cash flow* acumulado com o eixo das abcissas na Figura 5.20) é relativamente pequena (cerca de 3 meses), enquanto que o lucro previsto no final do tempo de vida do sistema para 42 kW_p é muito maior. Desta forma, desde que haja possibilidade de investir num

sistema desta dimensão, poderá ser mais interessante a instalação de um sistema de 42 kW_p, obtendo um maior lucro e um maior aproveitamento do elevado recurso solar existente na região.

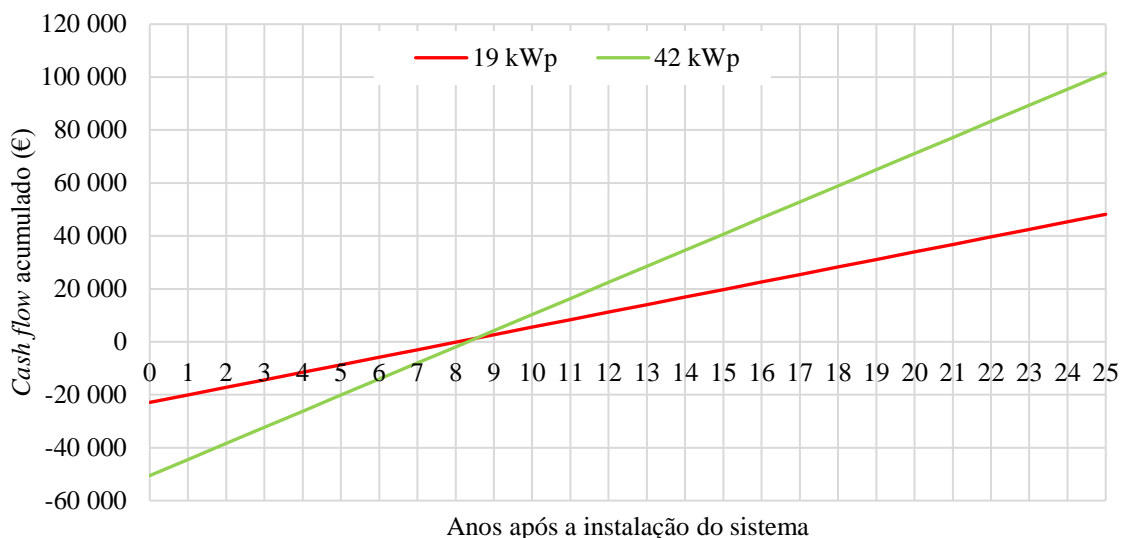


Figura 5.20 - Previsão do *cash flow* acumulado ao longo do tempo de vida de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 19 kW_p e de 42 kW_p para a Herdade das Servas.

De forma a simplificar a análise e a comparação dos resultados mais importantes obtidos através das simulações de produção efetuadas para os sistemas de 19 kW_p e 42 kW_p na Herdade das Servas, os mesmos são representados na Tabela 5.4. Para o cálculo do número de painéis fotovoltaicos e respetiva área, foram considerados, tal como em procedimentos anteriores, como base o modelo *SW 265 POLY*, cujas características se encontram descritas no subcapítulo 3.5.1.

Tabela 5.4 - Comparação entre os principais resultados das simulações efetuadas para um sistema solar fotovoltaico com 19 kW_p e para um sistema solar fotovoltaico com 42 kW_p, ambos para fins de autoconsumo na Herdade das Servas.

Potência de pico do sistema	19 kW_p	42 kW_p
Número de painéis fotovoltaicos	72	159
Área de painéis fotovoltaicos (m ²)	120.7	266.6
Energia produzida (MWh/ano)	33.8	74.6
Autoconsumo (MWh/ano)	33.8	69.3
Poupança (€/ano)	3 301	6 854
Excedente (MWh/ano)	0	5.2
Renumeração (€/ano)	0	240.40
Custos de O&M (€/ano)	458	1 011
Investimento inicial (€)	22 896	50 562
Retorno anual (€/ano)	3 301	7 094
<i>Cash flow</i> final acumulado (€)	48 171	101 514
PRI (anos)	7.89	8.15
Emissões poluentes evitadas (kgCO ₂ /ano)	12 459	25 590
Redução das necessidades anuais de energia da unidade (%)	13.6	28.0

De seguida, serão apresentados alguns gráficos que deverão fornecer alguma informação adicional acerca da produção mensal correspondente aos sistemas com as potências de pico de 19 kW e 42 kW. Entre eles, a Figura 5.21 e a Figura 5.22 representam graficamente as previsões de produção mensal de energia pelo sistema de 19 kW_p e de 42 kW_p, respetivamente. A ausência de produção de energia em

excesso nos meses de setembro e outubro deve-se ao facto de se considerar que toda a energia produzida pelo sistema é utilizada para autoconsumo, pois estes 2 meses correspondem ao período da vindima, durante o qual há um consumo muito maior de energia elétrica comparativamente com o resto do ano.

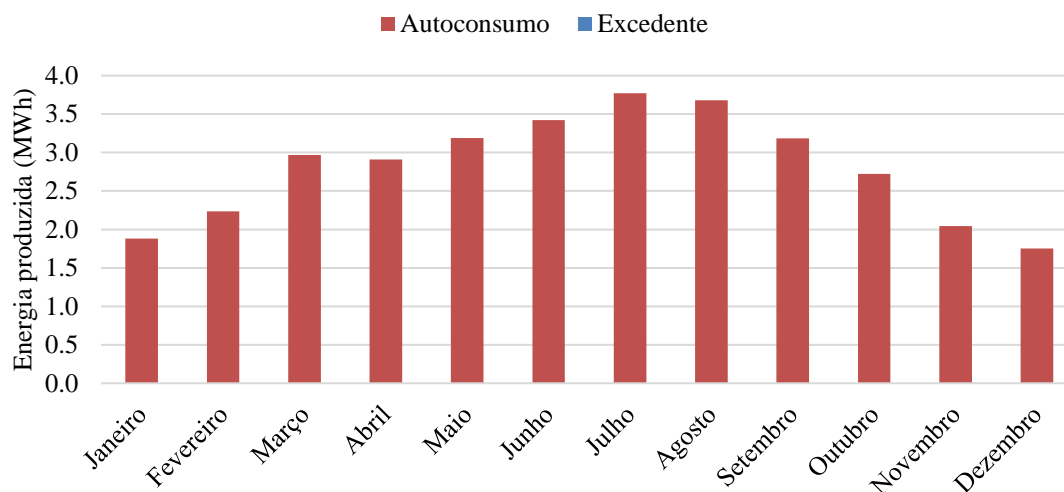


Figura 5.21 – Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 19 kW_p para a Herdade das Servas e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.

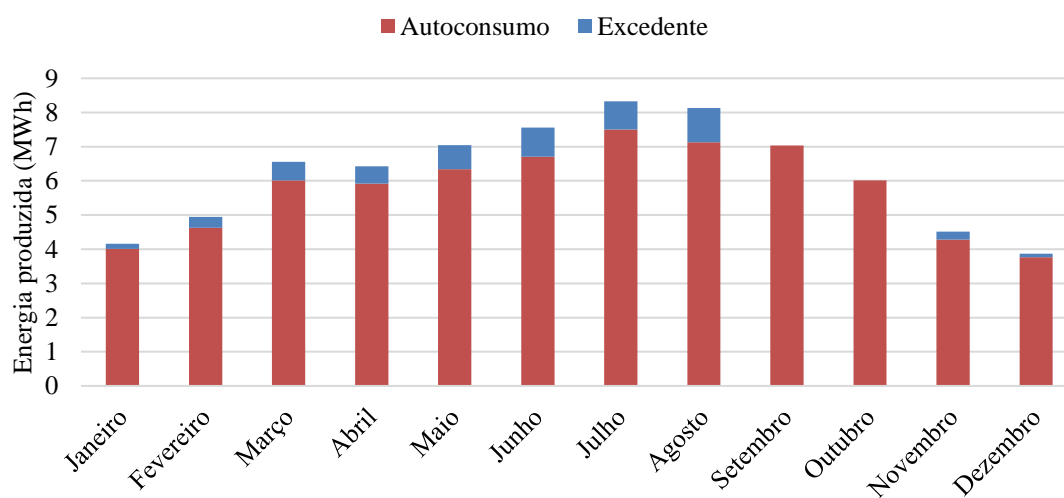


Figura 5.22 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 42 kW_p para a Herdade das Servas e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.

Com a instalação do sistema de 19 kW_p é esperada uma redução anual de cerca de 14% das necessidades energéticas na adega, enquanto que no caso do sistema de 42 kW_p é estimada uma redução anual de, aproximadamente, 28%, tal como foi exposto na Tabela 5.4. Finalizando este estudo para a Herdade das Servas, na Figura 5.23 e na Figura 5.24 são representadas graficamente as previsões da redução mensal das necessidades energéticas conseguidas com a instalação do sistema solar fotovoltaico de 19 kW_p e com a instalação do sistema de 42 kW_p, respetivamente.

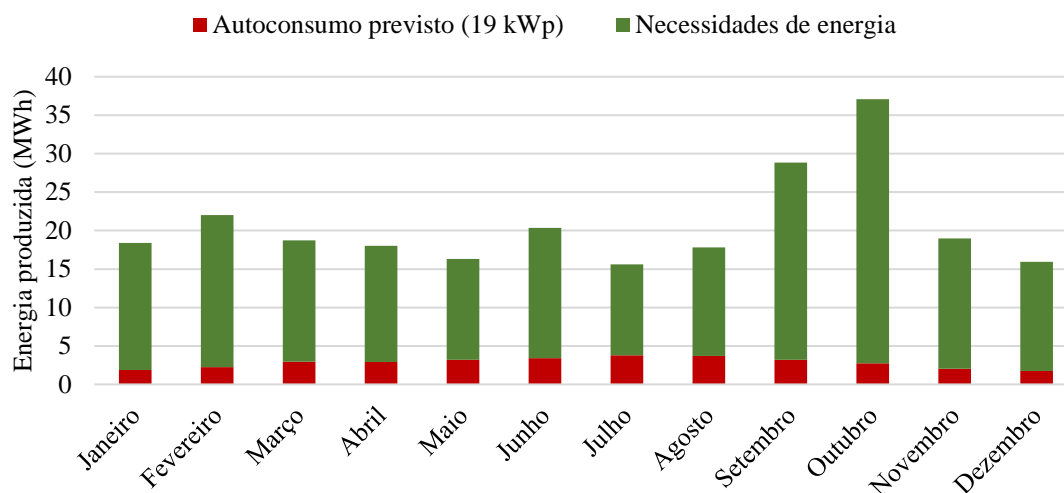


Figura 5.23 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da Herdade das Servas com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 19 kW_p.

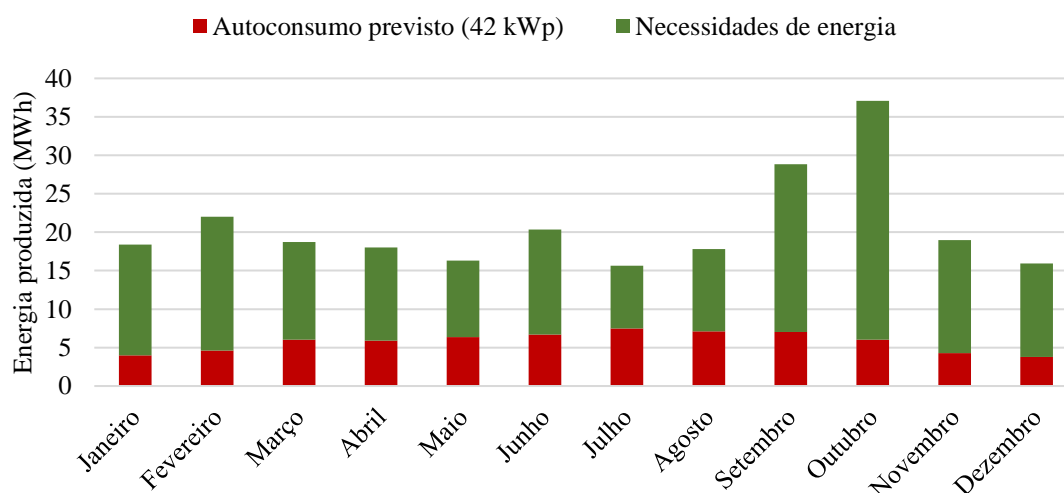


Figura 5.24 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da Herdade das Servas com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 42 kW_p.

5.2.2. Substituição de lâmpadas ineficientes

Sendo a Herdade das Servas uma unidade vitivinícola que tem recentemente vindo apostar na eficiência energética, o estudo de melhoria da eficiência energética no sector da iluminação foca-se apenas num único grupo de lâmpadas. Isto acontece porque as lâmpadas utilizadas na adega, à exceção do grupo considerado neste estudo, são todas de tecnologia LED e apresentam, portanto, um desempenho energético muito eficiente. As lâmpadas que poderão ser substituídas de forma a reduzir a fatura energética são utilizadas para iluminação no exterior na adega durante o período noturno. Desta forma, foi encontrada uma alternativa para proceder à substituição destas lâmpadas, podendo a mesma ser consultada na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Soluções propostas para uma melhoria da eficiência energética da iluminação na Herdade das Servas.

Grupo	Tipo de lâmpada (Potência)	nº	Tipo de lâmpada substituta (Potência)	Investimento (€)	Poupança anual (€)	PRI (anos)	Redução anual de energia consumida	Lucro após 14 anos (€)	Emissões anualmente evitadas (kgCO ₂)
1	Halogéneo (250W)	20	Projetor LED (80W) [39]	999.80 €	966.55 €	1.03	68%	12 531.94 €	3 663.4

Em consequência do funcionamento intensivo deste grupo de lâmpadas para iluminação exterior da adega durante todos os dias do ano, a instalação dos projetores LED permite uma redução significativa do consumo de energia anual em iluminação, de tal forma a que, apesar do custo de investimento ser relativamente alto, o PRI é pouco superior a 1 ano. A substituição sugerida permite a uma redução total de 58% no consumo de energia associado a iluminação, o que equivale à redução de 4% do consumo total de energia elétrica na adega.

5.3. Roquevale

5.3.1. Instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo

De forma semelhante à Herdade das Servas, a Roquevale possui um sistema de minigeração fotovoltaica instalado na cobertura da adega com uma potência de ligação de 127 kW. Tratando-se de um sistema que tem como finalidade a venda de toda a energia produzido à rede e como um dos objetivos desta dissertação é a análise de medidas que possibilitem a redução da fatura energética e necessidades de energia, é estudada, de igual forma, a viabilidade da instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo. Tendo em conta a metodologia convencional descrita no subcapítulo 3.5.1, para uma orientação (sul) e inclinação (34°) ótima anual dos painéis fotovoltaicos, a potência de pico ideal calculada para este sistema é de aproximadamente 96 kW_p, o que equivale a 364 painéis fotovoltaicos do modelo SW 265 POLY e a uma área de captação solar de cerca de 610 m². No entanto, tal como nos estudos realizados para as outras adegas, a dimensão do sistema solar fotovoltaico a instalar irá depender das prioridades do agente económico.

Assim, foram seguidas as etapas necessárias à realização da análise económica para várias potências de pico possíveis, de acordo com a metodologia descrita no subcapítulo 3.5.1. Foram estimados os valores para a potência de pico do sistema solar fotovoltaico a instalar a partir dos quais se obtém um PRI mais baixo e os valores que potenciam um maior lucro para o agente económico no final do tempo de vida do sistema. A representação gráfica da variação do PRI do sistema com a potência de pico do mesmo encontra-se na Figura 5.25. Na Figura 5.26 encontra-se a representação gráfica da variação do *cash flow* acumulado ao fim de 25 anos após a instalação do sistema (tempo de vida assumido do sistema). Através da análise destes gráficos e dos resultados da simulação económica efetuada para as várias potências de pico possíveis para o sistema, assumiram-se como:

- 24 kW_p a potência de pico do sistema para o qual o PRI é mínimo (ponto vermelho nos gráficos), mantendo-se o valor do mesmo para potências inferiores;
- 114 kW_p a potência de pico máxima do sistema a partir da qual já não compensa investir num sistema de maiores dimensões, no que toca ao *cash flow* acumulado ao fim de 25 anos e tendo igualmente em consideração o aumento mais significativo do PRI (ponto verde nos gráficos).

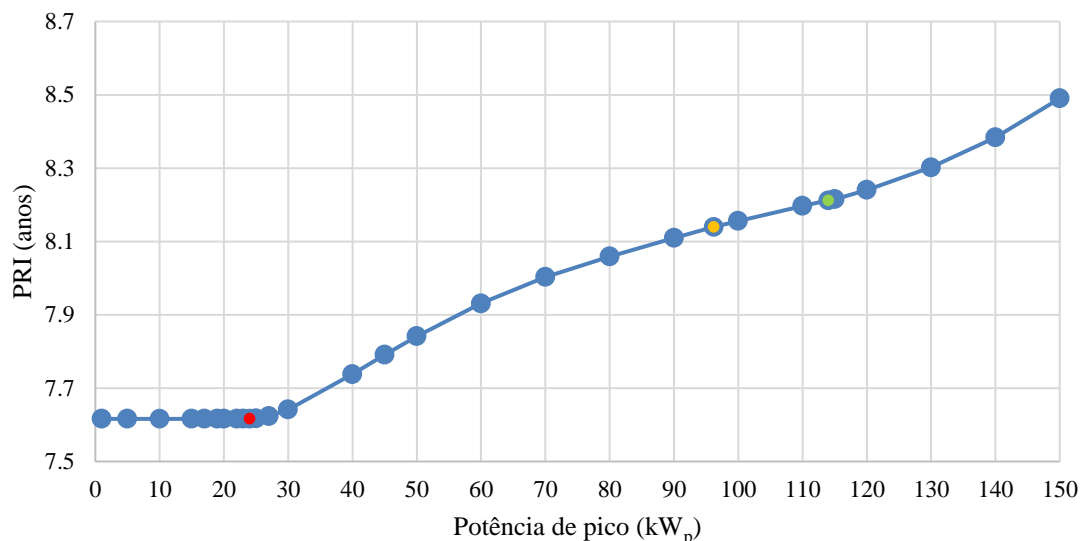


Figura 5.25 - Variação do PRI do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo proposto para a Roquevale com a potência de pico do mesmo.

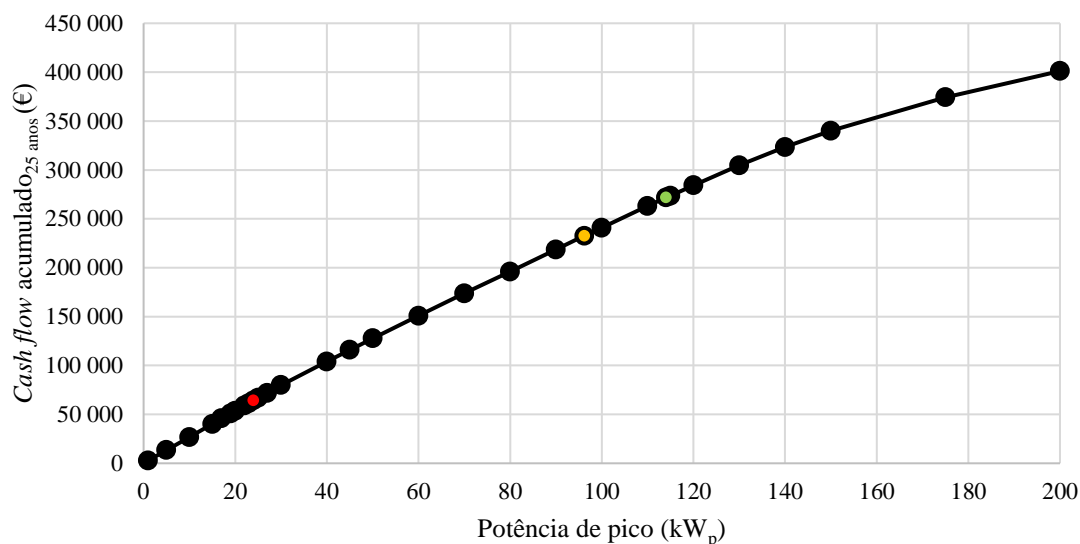


Figura 5.26 - Variação do *cash flow* acumulado no final do tempo de vida considerado para o sistema proposto para a Roquevale com a potência de pico do mesmo.

Fazendo a comparação da produção diária simulada do sistema com os diagramas de carga da adega construídos para dias úteis e fins de semana e feriados fora da época da vindima, é possível concluir que o dimensionamento do sistema para um PRI mínimo (24 kW_p) é, essencialmente, um dimensionamento para fins de semana/feriados fora da época da vindima. Esta potência de pico do sistema resulta, portanto, numa produção nula de energia excedente durante todo o ano, como é possível visualizar na Figura 5.27 e Figura 5.28. Por outro lado, o dimensionamento para um *cash flow* final acumulado mais proveitoso face ao investimento inicial (114 kW_p) é, basicamente, um dimensionamento para dias úteis fora da época da vindima. Com a instalação de um sistema desta dimensão, é previsível que haja apenas produção de energia excedente em fins de semana, feriados e um pouco entre as 06:00 e as 07:00 nos dias úteis nessa mesma época (Figura 5.30). Com um sistema de esta dimensão, a energia produzida em dias úteis é autoconsumida pela adega praticamente na sua totalidade, tal como se pode verificar na Figura 5.29, obtendo-se um melhor aproveitamento do

elevado recurso solar disponível na região do Alentejo. Para potências de pico superiores a 114 kW_p , haverá sempre um maior aumento na produção de energia excedente do que o aumento na potencial energia autoconsumida pela adega, o que é prejudicial ao *cash flow* acumulado no final do tempo de vida do sistema. Não é recomendado, portanto, o investimento num sistema de autoconsumo superior a 114 kW_p .

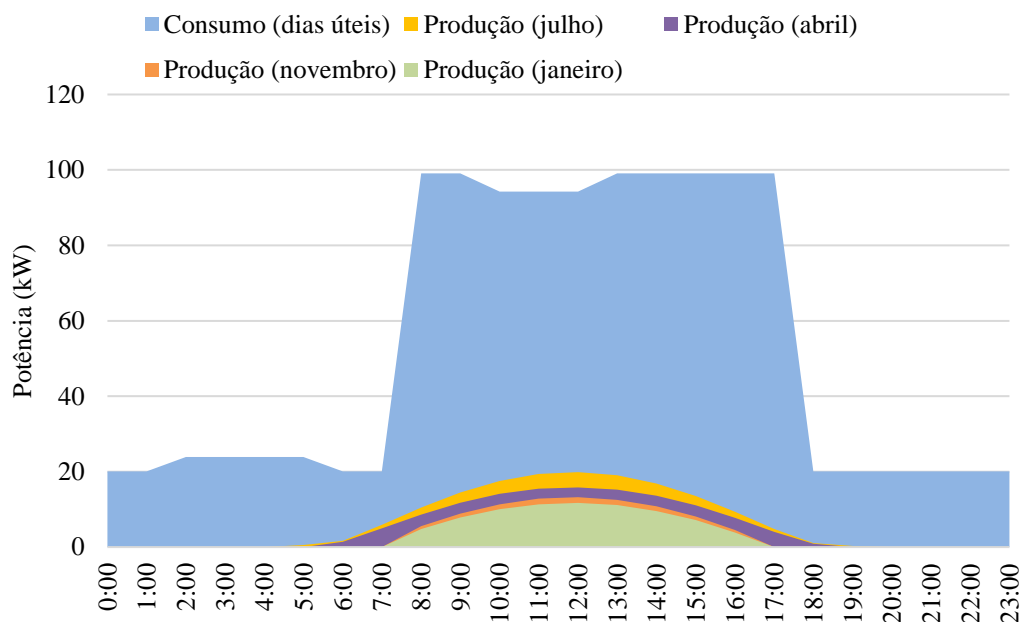


Figura 5.27 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 24 kW_p em alguns meses ao longo do ano.

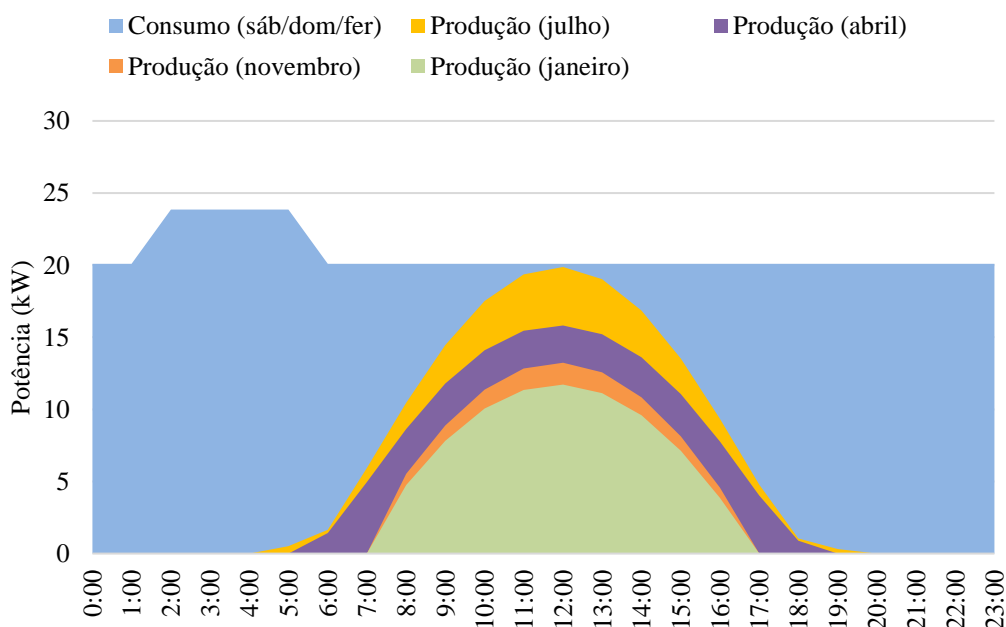


Figura 5.28 – Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 24 kW_p para a adega em alguns meses ao longo do ano.

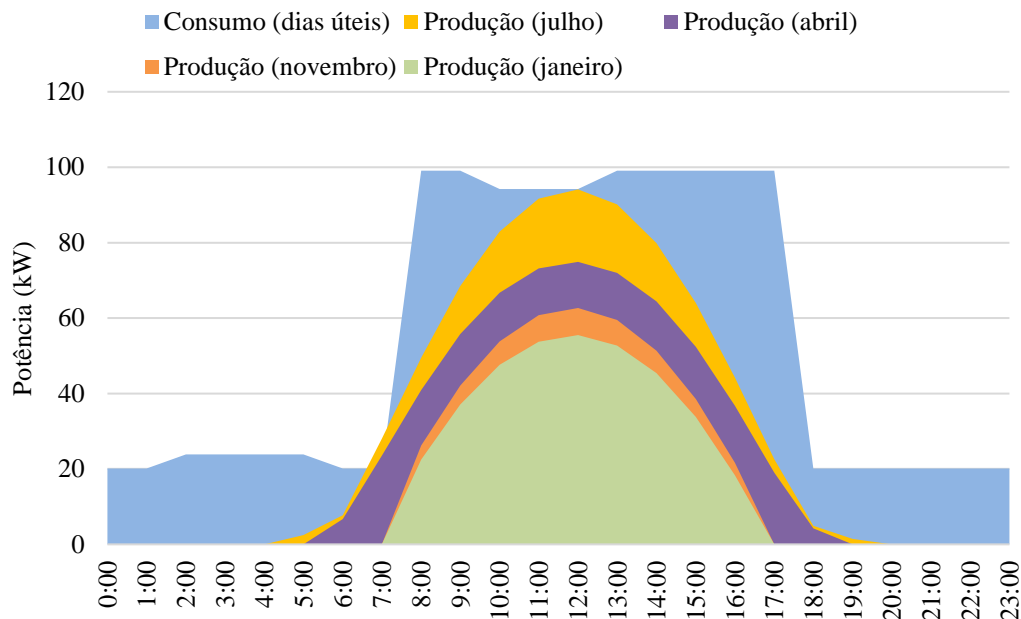


Figura 5.29 – Comparação entre o diagrama de carga diário num dia útil fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 114 kW_p em alguns meses ao longo do ano.

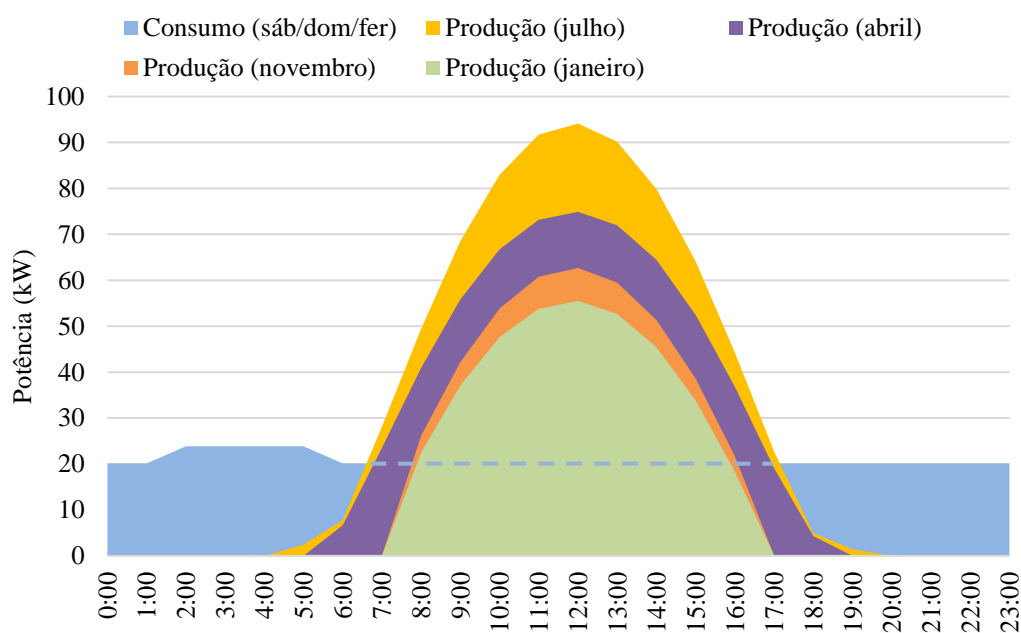


Figura 5.30 – Comparação entre o diagrama de carga diário num sábado, domingo ou feriado fora do período de vindima na Roquevale e a previsão da produção de energia diária por um sistema solar fotovoltaico com uma potência de pico de 114 kW_p para a adega em alguns meses ao longo do ano.

Na Figura 5.31 está representada graficamente a evolução do *cash flow* acumulado ao longo do tempo de vida do sistema para as potências de pico de 24 kW_p e 114 kW_p. Como se pode verificar no gráfico, a diferença do PRI (valor consultável através da identificação da interseção da função do *cash flow* acumulado com o eixo das abcissas na Figura 5.31) das duas potências de pico em estudo é relativamente pequena (pouco maior que 7 meses), apesar de o lucro previsto no final do tempo de vida do sistema de 114 kW_p ser muito mais elevado. Desta forma, desde que haja a possibilidade em investir num sistema desta dimensão, poderá ser mais interessante a instalação de um sistema de 114

kW_p, obtendo um maior lucro ao fim de 25 anos e um maior aproveitamento do elevado recurso solar existente na região, mitigando as emissões poluentes associadas ao consumo de energia da unidade vitivinícola.

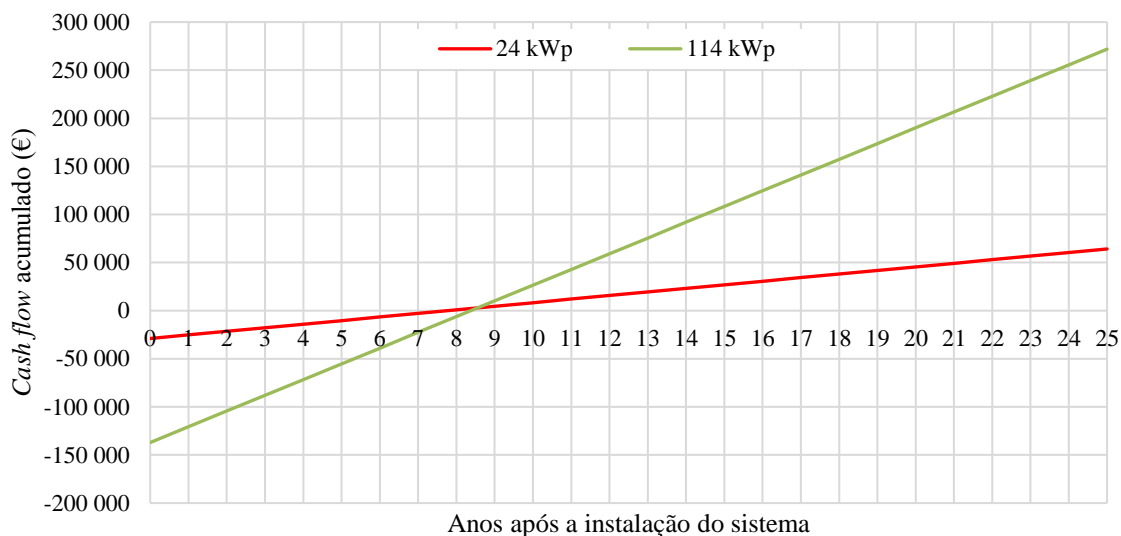


Figura 5.31 - Previsão do *cash flow* acumulado ao longo do tempo de vida de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 24 kW_p e de 114 kW_p para a Roquevale.

Um resumo de alguns dos resultados mais importantes para as simulações efetuadas para um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 24 kW_p e um sistema de 114 kW_p a instalar na Roquevale encontra-se apresentado na Tabela 5.6, de modo a facilitar uma comparação entre os sistemas de ambas as dimensões.

Tabela 5.6 - Comparação entre os principais resultados das simulações efetuadas para um sistema solar fotovoltaico com 24 kW_p e para um sistema solar fotovoltaico com 114 kW_p, ambos para fins de autoconsumo na Roquevale.

Potência de pico do sistema	24 kW _p	114 kW _p
Número de painéis fotovoltaicos	91	431
Área de painéis fotovoltaicos (m ²)	152.6	722.6
Energia produzida (MWh/ano)	43.1	204
Autoconsumo (MWh/ano)	43.1	171.5
Poupança (€/ano)	4 302	17 601
Excedente (MWh/ano)	0	32.8
Renumeração (€/ano)	0	1 498
Custos de O&M (€/ano)	579	2 741
Investimento inicial (€)	28 938	137 058
Retorno anual (€/ano)	4 302	19 099
<i>Cash flow</i> final acumulado (€)	64 151	271 888
PRI (anos)	7.62	8.21
Emissões poluentes evitadas (kgCO ₂ /ano)	15 916	63 277
Redução das necessidades anuais de energia da unidade (%)	9.0	35.8

Apresenta-se alguma informação adicional acerca das previsões da produção de energia e autoconsumo mensal na Figura 5.32 e na Figura 5.33, onde são representadas graficamente as previsões de produção mensal de energia pelo sistema de 19 kW_p e de 42 kW_p, respetivamente. Lembra-se que em setembro e em outubro se considera que toda a energia produzida pelo sistema

(seja de 24 kW_p ou de 114 kW_p) é utilizada para autoconsumo devido ao facto de se tratar da época da vindima e, por isso, de se tratar de um período em que o consumo de energia elétrica na unidade vitivinícola ser muito mais elevado do que no resto do ano.

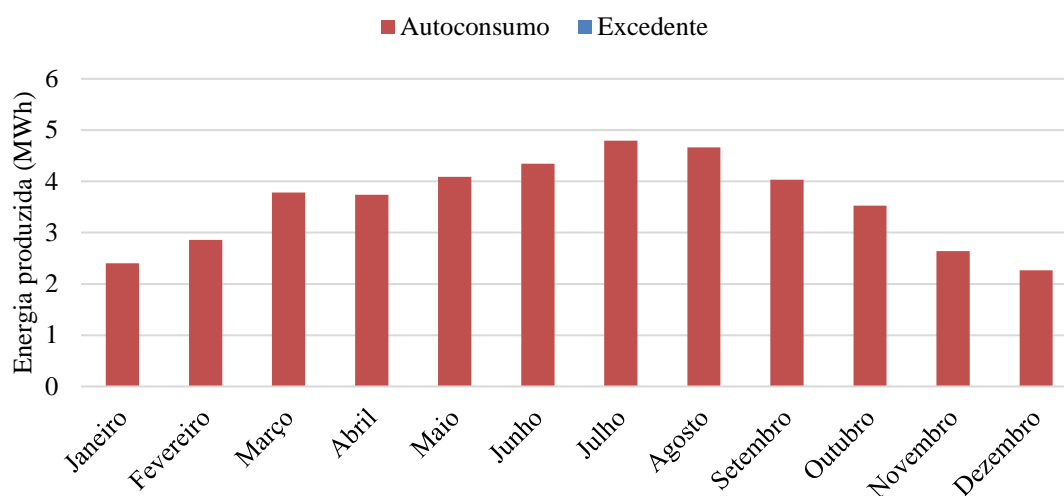


Figura 5.32 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 24 kW_p para a Roquevale e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.

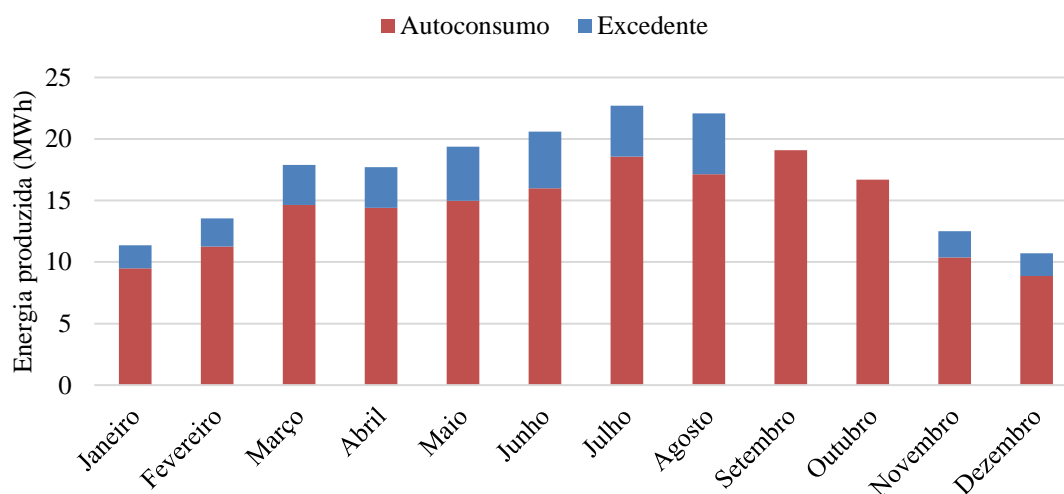


Figura 5.33 - Previsão da produção mensal de energia pelo sistema solar fotovoltaico de 114 kW_p para a Roquevale e porção da mesma que é autoconsumida e que é produzida em excesso.

Através da instalação do sistema de 24 kW_p é esperada uma redução anual de 9% das necessidades em energia elétrica da rede da adega, enquanto que no caso do sistema de 114 kW_p é estimada uma redução anual de, aproximadamente, 36%, tal como foi exposto na Tabela 5.6. Finalizando este estudo para a Roquevale, na Figura 5.34 e na Figura 5.35 são representadas graficamente as previsões da redução mensal das necessidades energéticas conseguidas com a instalação do sistema solar fotovoltaico de 24 kW_p e com a instalação do sistema de 114 kW_p, respetivamente.

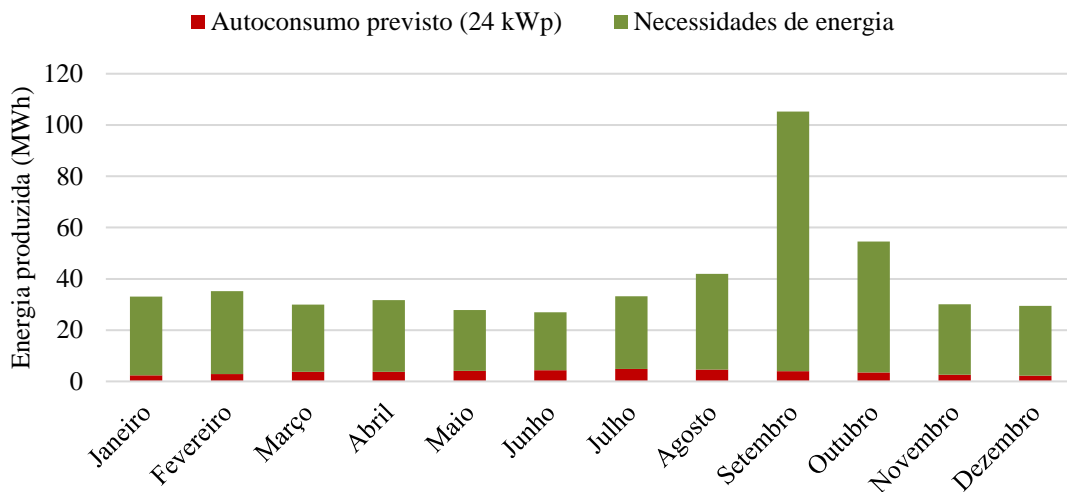


Figura 5.34 – Redução estimada das necessidades de energia mensal da Roquevale com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 24 kW_p.

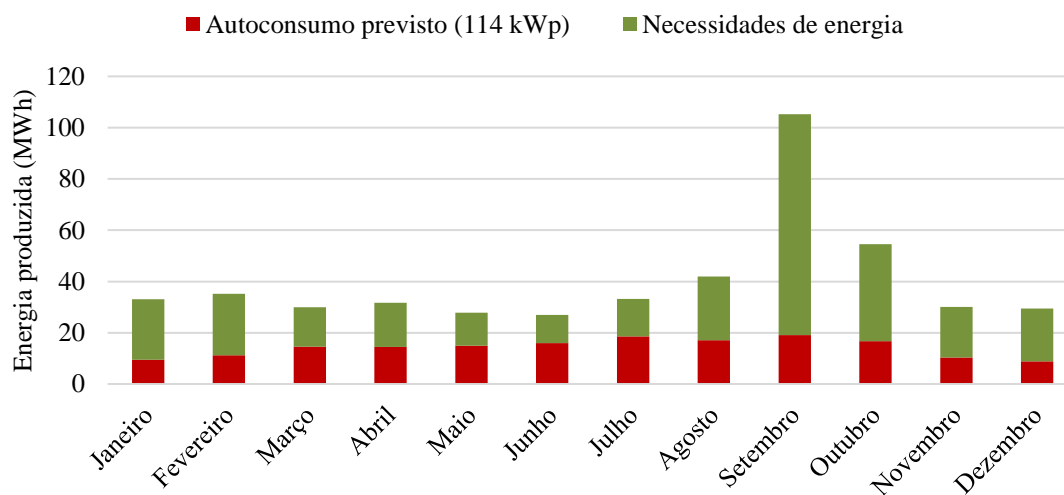


Figura 5.35 - Redução estimada das necessidades de energia mensal da Roquevale com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo de 114 kW_p.

5.3.2. Instalação de um sistema solar térmico

Da mesma forma que foi estudada o dimensionamento de um sistema solar térmico para a ACVCA, fez-se um dimensionamento de um sistema do mesmo tipo para a Roquevale utilizando o programa *SolTerm*, de forma a mitigar os custos associados ao aquecimento de água e tornar o processo mais ecológico. Assim, após a introdução das variáveis necessárias como, a título de exemplo, a localização (Redondo), a capacidade do depósito (1 500 litros, tendo em conta o consumo máximo de água quente diário que se verifica durante a época da vindima) e o diagrama de consumo diário de água quente, o programa efetua uma análise energética, determinando a dimensão ideal do sistema solar térmico atendendo às necessidades da adega, otimizando o desempenho do sistema tendo em conta a fatores como a orientação e inclinação dos coletores e o maior aproveitamento possível da radiação solar (fração solar), reduzindo o desperdício de energia solar ao mínimo (o sistema é dimensionado de forma a que este valor seja nulo, tal como foi no estudo análogo realizado para a ACVCA) e mantendo-se sempre o mesmo volume armazenado no depósito.

Na Tabela 5.7 encontram-se resumidos os resultados principais da análise energética efetuada para o dimensionamento do sistema solar térmico a instalar na Roquevale, enquanto que a Figura 3.36 é representada graficamente a fração das necessidades mensais estimadas de energia para água quente na adega que poderá ser coberta pelo sistema solar térmico dimensionado.

Tabela 5.7 - Resultados do dimensionamento do sistema solar térmico a instalar na Roquevale efetuado pelo *SolTerm* na sua análise energética.

Nº de coletores	6
Área de coletores	12.6 m ²
Inclinação	34°
Azimute	0° (sul)
Rendimento global anual do sistema	32%
Produtividade anual por unidade de área	650 kWh/m ²
Fração solar	64.9%

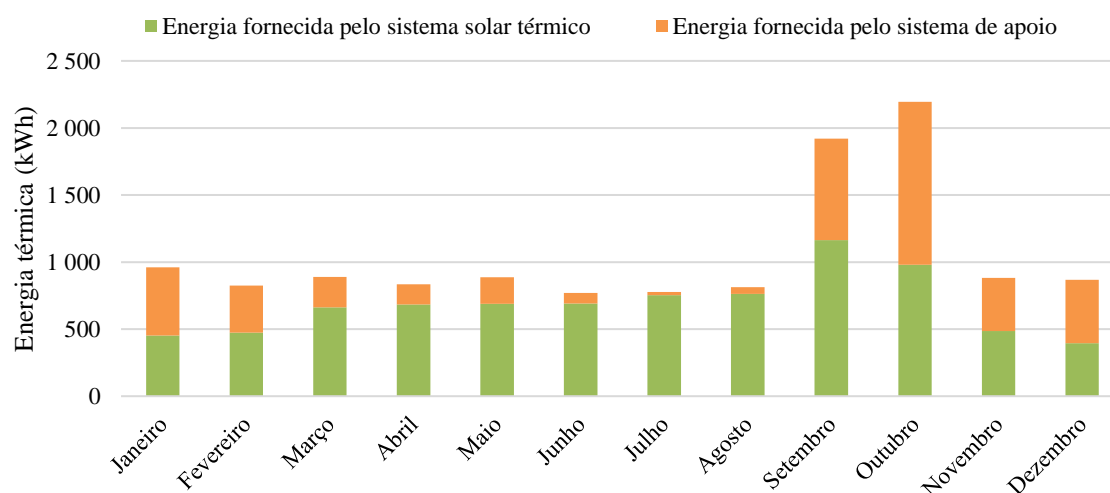


Figura 5.36 - Fração das necessidades mensais estimadas de energia para aquecimento de água na Roquevale cobertas pelo sistema solar térmico e pelo sistema de apoio dimensionados através do *SolTerm*.

É, então, previsto que a energia anualmente fornecida pelo sistema solar térmico (8 197 kWh) constituído por 6 coletores e depósito de 1 500 litros é suficiente para mitigar cerca de 65% da energia total que habitualmente será consumida em gás propano (12 625 kWh) sobretudo para o aquecimento de água para fins higiénicos e processos de engarrafamento. Os restantes 35% da energia necessária para este processo (4 428 kWh) serão, evidentemente, fornecidos pelo sistema de apoio alimentado a gás propano, principalmente nos meses correspondentes à época da vindima, durante os quais o consumo de água quente é tipicamente superior ao consumo fora desta época.

Quanto aos resultados da análise económica, tendo em conta as variáveis introduzidas no programa, o *SolTerm* confirma que a instalação de um sistema solar térmico é produtiva nestas condições, isto devido ao facto de haver um lucro no final do tempo de vida do sistema (20 anos após a sua instalação). Como investimento inicial é necessário dispor de 6 300 € e o PRI deverá ser pouco superior a 6 anos, tal como foi no caso do sistema dimensionado para a ACVCA. A partir dessa altura é possível poupar anualmente entre cerca de 1 800 € e 2 700 € em energia evitada proveniente do sistema a gás propano, pelo que o programa prevê que no final do tempo de vida do sistema haja um lucro de 32 290 € (28 649 € a preços atuais).

Para finalizar, o programa fornece os resultados da análise ambiental associada ao projeto. Com a instalação deste sistema solar térmico, o consumo de energia primária fóssil deverá ser evitado em 10.9 MWh/ano, equivalente a 836 kg de gás propano por ano, assumindo uma eficiência na caldeira de 75%. De outro ponto de vista, a emissão de gases com efeito estufa deverá ser reduzida em 2 480 kgCO₂/ano com a aplicação desta medida, pelo que poderá ser interessante do ponto de vista financeiro e do ponto de vista ambiental o investimento numa medida deste tipo.

5.3.3. Substituição de lâmpadas ineficientes

Tendo em conta a mesma metodologia que foi utilizada para os mesmos estudos referentes às outras adegas, foram estudadas alternativas energeticamente mais eficientes para a iluminação da adega Roquevale. Desta forma, selecionaram-se lâmpadas LED para a substituição de pontos de iluminação que tinham margem para melhorias, tendo em conta as características das lâmpadas atualmente existentes na adega e mantendo os níveis de iluminância atualmente existentes durante o funcionamento da adega. Para este estudo não foi considerado um grupo de lâmpadas LED que funciona no escritório, devido ao facto de ser um grupo que não apresenta muita margem para melhorias no seu desempenho energético. As soluções propostas para substituição de lâmpadas nos grupos restantes encontram-se expostas na Tabela 5.8.

Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudos de caso da Adegas Cooperativas de Vidigueira, Cuba e Alvito, Herdade das Servas e Roquevale

Tabela 5.8 - Soluções propostas para uma melhoria da eficiência energética da iluminação na Roquevale.

Grupo	Tipo de lâmpada (Potência)	nº	Tipo de lâmpada substituta (Potência)	Investimento (€)	Poupança anual (€)	PRI (anos)	Redução anual de energia consumida	Lucro após 14 anos (€)	Emissões anualmente evitadas (kgCO ₂)
1	Fluorescente tubular (58W)	4	Tubo de LEDs (24W) [36]	22.00 €	49.99 €	0.44	59%	677.83 €	183.2
2	Fluorescente tubular (58W)	8	Tubo de LEDs (24W) [36]	44.00 €	3.88 €	11.35	59%	10.26 €	14.2
3	Fluorescente tubular (58W)	9	Tubo de LEDs (24W) [36]	49.50 €	11.54 €	4.29	59%	112.02 €	42.3
4	Fluorescente tubular (58W)	22	Tubo de LEDs (24W) [36]	121.00 €	17.76 €	6.81	59%	127.66 €	65.1
5	Fluorescente tubular (58W)	4	Tubo de LEDs (24W) [36]	22.00 €	4.48 €	4.91	59%	40.68 €	16.4
6	Fluorescente tubular (58W)	4	Tubo de LEDs (24W) [36]	22.00 €	5.92 €	3.72	59%	60.83 €	21.7
7	Fluorescente tubular (58W)	11	Tubo de LEDs (24W) [36]	60.50 €	56.94 €	1.06	59%	736.73 €	208.7
8	Fluorescente (18W)	13	LED (9W) [43]	27.30 €	43.92 €	0.62	50%	587.62 €	160.9
9	Fluorescente (18W)	1	LED (9W) [43]	2.10 €	0.72 €	2.91	50%	8.01 €	2.6
10	Halogéneo (250W)	2	Projektor LED (80W) [39]	99.98 €	124.97 €	0.80	68%	1 649.59 €	457.9
11	Vapor de mercúrio (250W)	2	LED (100W) [44]	139.98 €	110.27 €	1.27	60%	1 403.76 €	404.1
12	Halogéneo (500W)	2	Projektor LED (150W) [33]	127.92 €	11.91 €	10.74	70%	38.86 €	43.7
13	Vapor de mercúrio (250W)	9	LED (100W) [44]	629.91 €	102.58 €	6.14	60%	806.20 €	375.9
14	Halogéneo (35W)	22	LED (3W) [45]	27.50 €	2.98 €	9.24	91%	14.19 €	10.9
15	Fluorescente tubular (18W)	7	Tubo de LEDs (9W) [38]	17.36 €	10.60 €	1.64	50%	131.03 €	38.8
16	Fluorescente tubular (36W)	1	Tubo de LEDs (18W) [37]	3.29 €	0.36 €	9.24	50%	1.70 €	1.3
17	Fluorescente tubular (36W)	14	Tubo de LEDs (18W) [37]	46.06 €	27.69 €	1.66	50%	341.54 €	101.4
18	Vapor de mercúrio (250W)	42	LED (100W) [44]	2 939.58 €	479.62 €	6.13	60%	3 775.04 €	1 757.5
19	Fluorescente tubular (18W)	2	Tubo de LEDs (9W) [38]	4.96 €	0.68 €	7.31	50%	4.54 €	2.5
Total		179		4 417.44 €	1 066.79 €	4.14	60%	10 517.57 €	3 909.1

Da tabela anterior foram excluídos 6 grupos onde as substituições das lâmpadas pertencentes resultavam num PRI superior a 14 anos e, portanto, não constituem opções rentáveis ou interessantes para o agente económico. Assim, aplicando todas as restantes substituições incutidas é estimada uma redução de 57% do consumo anual relativo a iluminação na Roquevale, sendo este valor equivalente a uma redução de 2% no consumo anual total em energia elétrica.

5.4. Outras medidas de melhoria da eficiência energética

Neste subcapítulo são descritas algumas propostas de melhoria da eficiência energética que são comuns às 3 adegas em estudo e que, desta forma, podem ser descritas de uma forma mais geral. Estas propostas não implicaram o tratamento de dados e, conseqüentemente, não se efetuaram estimativas de valores concretos resultantes das mesmas para cada adega como, por exemplo, o PRI ou o custo de investimento inicial. Naturalmente, existe um grande leque de opções que levam à redução da fatura energética, pelo que as medidas seguidamente descritas são apenas alguns exemplos práticos e simples, mas que poderão ter um impacto positivo significativo na diminuição do consumo de energia elétrica na unidade vitivinícola.

5.4.1. Instalação de contadores elétricos parciais

A instalação de vários contadores elétricos parciais em várias zonas da adega permitiria um controlo mais rigoroso sobre os gastos de energia nos vários sectores e sobre eventuais desperdícios que poderão ser mitigados. Uma monitorização e armazenamento de informação relativa ao consumo de energia permite a análise e a possível otimização de cada procedimento em qualquer sector. Este tipo de abordagem pode ser muito interessante, sobretudo se for iniciada uma política continuada de aumento da eficiência energética das adegas através de medidas comportamentais dos funcionários, o que poderá permitir atingir reduções da ordem dos 20% na utilização de energia.

5.4.2. Dimensionamento adequado de bombas e motores

As bombas e os motores utilizados nos vários processos decorrentes na vinificação são muitas vezes mais potentes do que o necessário. Como tal, a redução de equipamentos sobredimensionados é uma forma interessante de reduzir os gastos desnecessários de energia. Adicionalmente, o correto dimensionamento de tubagem utilizada nos processos de bombagem é também uma medida com potencial para o aumento da eficiência energética, tendo em conta que é necessário fazer um balanço entre a poupança de energia associada ao aumento do diâmetro dos tubos e os custos associados à substituição de componentes das bombas em utilização.

5.4.3. Utilização de variadores de velocidade

Um variador de velocidade é um dispositivo que permite o controlo da velocidade de um motor de indução. Tendo um motor deste tipo uma velocidade constante, em vários processos o consumo de energia pode ser reduzido consideravelmente se houver uma variação de velocidade em resposta às condições do processo. O funcionamento de um variador de velocidade baseia-se no controlo da velocidade do motor pela alteração da frequência da alimentação elétrica, ou seja, efetua a conversão da frequência da rede para outro valor, tipicamente entre 0 Hz e 300 Hz, controlando a velocidade do motor proporcionalmente à frequência [46]. Em casos em que os motores são usados para o controlo de bombas, por exemplo, pequenas reduções no fluxo que são proporcionais à velocidade da bombagem podem resultar em poupanças elevadas de energia [47]. Este tipo de sistemas pode ser igualmente interessante no que se refere aos sistemas de ventilação.

5.4.4. Isolamento de cubas de fermentação

Tendo em conta que durante a época da vindima a temperatura do ar diurna na região alentejana pode atingir valores bastante elevados, a aplicação de material isolante (como poliuretano, por exemplo) na superfície das cubas de fermentação é uma medida eficaz para evitar ganhos de calor a partir do ar exterior e, conseqüentemente, de reduzir as necessidades de refrigeração por parte do *chiller*. Como já

foi referido, a fermentação é um processo exotérmico que necessita de uma temperatura estável de forma a manter a qualidade do vinho. Esta medida é interessante, principalmente, para as cubas onde ocorre a fermentação de vinho branco, onde as poupanças de energia em refrigeração poderão variar entre 20% e 33% [48], pois neste caso é necessário manter a temperatura do mosto a temperaturas bastante mais baixas (entre os 10°C e os 18°C, aproximadamente).

5.4.5. Manutenção e renovação de equipamentos

É recomendada uma manutenção regular dos equipamentos elétricos, bem como a substituição destes ou dos seus componentes que se encontrem em mau estado. O desempenho energético de um determinado equipamento poderá ser deveras afetado devido à ausência de uma limpeza periódica dos seus componentes ou qualquer outro tipo de manutenção. Dependendo da situação, poderá ser mais eficiente a compra de um determinado modelo de equipamento novo que seja mais eficiente do que o funcionamento a longo prazo de um equipamento parcialmente danificado ou simplesmente desatualizado. Uma manutenção adequada do *chiller*, por exemplo, implica a verificação ocasional do nível do fluido refrigerante e a limpeza dos seus filtros, estendendo o tempo de vida do equipamento e diminuindo as necessidades de refrigeração.

5.4.6. Instalação de sensores de movimento nas lâmpadas LED

Após a execução da substituição de lâmpadas ineficientes por lâmpadas LED, a instalação de sensores de movimento nas mesmas pode ser uma fonte de redução do consumo de energia elétrica em iluminação. Áreas ou divisões que não se encontram em constante ocupação e que, portanto, não necessitam que as lâmpadas estejam constantemente ligadas, como zonas de armazenamento, casas de banho ou escritórios secundários, são locais ideais para a implementação desta medida.

5.5. Medidas de redução do consumo de água

Existem inúmeras formas de evitar o desperdício de água numa unidade vitivinícola. Não tendo sido possível obter uma análise detalhada do consumo de água em qualquer uma das adegas em estudo nesta dissertação, neste subcapítulo são apresentadas algumas medidas de redução simples (mas eficazes) do consumo deste recurso natural que são gerais e comuns às 3 adegas. Em todas as medidas propostas tem-se em conta que a água consumida é totalmente proveniente de charcos privados, caso que ocorre em todas as adegas estudadas. Um elevado consumo de água também leva a um incremento no consumo elétrico dos equipamentos da ETAR e da ETA e na quantidade de químicos utilizados para tratamentos, pelo que há um interesse redobrado em investir em medidas que levem a uma redução do consumo de água nos processos decorrentes na unidade vitivinícola.

5.5.1. Instalação de contadores de água

Uma das medidas mais importantes a considerar é a instalação de contadores de água em vários pontos da canalização existente na adega, o que permitiria um maior controlo e facilidade na gestão do consumo de água na adega. Não existindo um único contador instalado, torna-se impossível a execução de uma monitorização rigorosa do gasto total de água em cada processo e, desta forma, é muito difícil gerir de forma adequada a utilização deste bem essencial.

A ausência de um contador de água no troço entre a ETA e a adega impede uma noção exata do consumo total de água na unidade num determinado período de tempo. A instalação de contadores de água em vários pontos seria eficaz também na monitorização de possíveis fugas na canalização e de desperdícios em processos ou sectores associados, por exemplo, a um mau funcionamento de um

equipamento (como uma fuga num compressor de água ou numa torneira) ou uma distração por parte de um trabalhador, sendo assim possível uma atuação mais célere sobre o problema.

5.5.2. Investimento na formação e sensibilização dos trabalhadores

Devido ao facto de a água utilizada nas adegas ser, neste caso, sempre proveniente de charcos, a utilização deste recurso natural tende a ser feita de um modo mais despreocupado do que se a água fosse faturada a um determinado preço, como é no caso da energia elétrica. Desta forma, é vital que os trabalhadores da unidade vitivinícola tenham a noção da importância da água, não só para a adega em particular, como para o ambiente e para a sociedade em geral. Como tal, o incentivo à poupança de água através da participação dos trabalhadores em palestras e ações de formação sobre este tema é uma medida de relativamente baixo custo que pode ter resultados bastante interessantes a longo prazo, tanto do ponto de vista financeiro e ambiental para o agente económico como cultural para os próprios trabalhadores. A simples divulgação entre os trabalhadores de que a água utilizada por litro de vinho produzido é um indicador relevante que será tido em conta na avaliação da adega pode por si só constituir um importante estímulo à poupança na utilização deste recurso.

5.5.3. Redução do diâmetro das mangueiras e instalação de válvulas

Para a maior parte dos processos de higienização e lavagem de equipamentos e cubas são utilizadas mangueiras, pelo que um aspeto importante neste processo é que a pressão utilizada seja adequada. Uma elevada pressão permite uma lavagem mais eficiente utilizando um menor volume de água, pelo que é recomendada a utilização de mangueiras com ponteiros de um diâmetro reduzido.

Outro aspeto importante é a redução do desperdício de água através da instalação de válvulas nas pontas das mangueiras, permitindo ao trabalhador interromper o consumo de água em qualquer momento da operação. Devido ao facto de, frequentemente, o local de higienização ser bastante distante da torneira à qual a mangueira se encontra ligada, é muito frequente haver um desperdício de água devido à impossibilidade de suspender o seu consumo de uma forma simples e que não implique a deslocação, por vezes morosa, do trabalhador até à torneira. Com a instalação de uma válvula na ponta das mangueiras, este desperdício e esforço por parte do trabalhador é evitado, contribuindo para uma maior eficiência nos processos de lavagem e higienização.

5.5.4. Registo de consumos de água em diversos processos

Para o correto desenvolvimento de um uso eficiente de água num determinado processo ou operação é fundamental manter o registo do volume consumido para o efeito em várias ocasiões ao longo do tempo. Para tal é evidente a necessidade da existência de, pelo menos, um contador de água nessa secção da canalização. Através de um registo de dados rigoroso, é possível rever a evolução do gasto de água a cada utilização, podendo-se assim comparar resultados e, caso seja necessário, mudar procedimentos de forma a tornar a operação mais eficiente.

5.5.5. Limpeza de cubas com ozono

A utilização de uma solução com ozono para a limpeza de cubas pode eliminar a necessidade de água quente para o processo, bem como reduzir em média o consumo de água para o efeito em cerca de 50% (dependendo obviamente do gasto de água em cada lavagem). Nesta aplicação, o gás é gerado localmente e de acordo com a necessidade por um gerador de ozono, o que elimina os riscos de armazenamento. Denota-se que o ozono é um gás tóxico, pelo que os trabalhadores responsáveis pela higienização de cubas devem ser treinados de forma a haver uma utilização correta desta solução [49].

Capítulo 6 – Discussão e comparação de resultados

Neste capítulo são revistos e discutidos os resultados obtidos para cada adegas relativamente ao consumo de energia e de água e às medidas de melhoria propostas. Após essa revisão, os impactos no consumo de energia das medidas de melhoria de eficiência energética propostas para cada adegas são comparados entre si, bem como os indicadores energéticos e ambientais calculados. Após esta discussão é feita uma comparação entre os casos de estudo desta dissertação e alguns casos de estudo similares provenientes de outras dissertações efetuadas por outros alunos do Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

6.1. Adegas Cooperativas de Vidigueira, Cuba e Alvito

O consumo elétrico na ACVCA tem uma distribuição mensal típica de uma unidade vitivinícola, atingindo anualmente o seu pico nos meses de setembro e outubro, ou seja, na época da vindima. Como tal, considerando os dados de 2015, o consumo de energia elétrica nestes meses representa cerca de 56% de um consumo total anual correspondente a 417 514 kWh. A maior parte deste consumo anual deve-se ao funcionamento da linha de engarrafamento (29%), seguindo-se de muito perto as contribuições de outros três sectores: sector de tratamento de água (21%), o de tratamento de uvas (21%) e o de refrigeração de cubas de fermentação (25%). Salienta-se que os equipamentos de tratamento de uvas e de refrigeração funcionam apenas na época da vindima. A iluminação é o sector onde se verifica uma menor utilização anual de energia elétrica de entre todos os sectores considerados (4%).

Através dos dados recolhidos acerca do consumo elétrico e do tratamento dos mesmos, verificaram-se várias oportunidades de melhoria da eficiência energética. A primeira medida estudada foi a instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo na unidade. Foram definidas duas potências de pico otimizadas para o sistema tendo em conta as especificidades do consumo de energia na adegas, sendo que uma delas corresponde a um dimensionamento do sistema tendo em conta os dias úteis fora da época da vindima (50 kW_p) e a outra corresponde ao dimensionamento com base nos dias não úteis no mesmo período (20 kW_p). O sistema dimensionado com base nos dias não úteis não leva à produção de excedente durante todo o ano, enquanto que a alternativa leva à produção excessiva de energia em fins de semana e feriados fora da época da vindima. A vantagem em investir no sistema de 50 kW_p é que a estimativa do lucro acumulado no final do tempo de vida do sistema é muito superior, sendo que o PRI (7 anos e 5 meses, aproximadamente) tem apenas mais alguns meses do que o valor estimado para o sistema de 20 kW_p (cerca de 7 anos e 2 meses). A decisão sobre a dimensão do sistema caberá, obviamente, ao agente económico, mas deverá ser mais vantajoso o investimento no sistema dimensionado para dias úteis fora da vindima, desde que haja capacidade financeira para suportar o custo do investimento inicial (60 102 €), pois este sistema traduzir-se numa redução bastante elevada da faturação energética anual (19.9%), além de ser uma maior aposta numa fonte de energia renovável e limpa, diminuindo assim as emissões de gases com efeito estufa associadas ao consumo de energia elétrica (redução de 30 608 kgCO₂/ano).

Tratando-se o Alentejo de uma região onde há, tipicamente, muita irradiação disponível ao longo do ano foi também estudada a viabilidade de instalação de um sistema solar térmico de modo a mitigar as necessidades de energia diretamente de origem fóssil para o aquecimento de águas utilizadas na higienização. O sistema foi dimensionado com uma configuração que inclui um depósito com capacidade de 1 000 litros de água (consumo diário médio estimado nos meses de setembro e outubro), 4 coletores solar térmicos com uma área total de 8.4 m² e um sistema de apoio a gás propano. Com este dimensionamento, o PRI do sistema deverá ser pouco superior a 6 anos após a

instalação e está previsto que as necessidades de energia diretamente de origem fóssil para o aquecimento de água sejam diminuídas em cerca de 66%. O custo de investimento inicial neste sistema deverá ser de cerca de 4 200 € e as emissões de GEE deverá ser reduzida em, aproximadamente, 1 760 kgCO₂/ano.

No que diz respeito ao sector da iluminação, apesar de este não representar uma fração tão relevante no consumo total anual de energia na adega relativamente aos outros sectores, podem-se obter elevadas poupanças de energia e, logo, monetárias se forem substituídas as lâmpadas ineficientes que funcionam na adega por alternativas de tecnologia LED. Como na adega não se encontram instaladas quaisquer lâmpadas LED, foram encontradas soluções deste tipo para a substituição de todas as lâmpadas existentes. Assim, as lâmpadas com as mesmas características e com as mesmas condições de funcionamento foram agrupadas e sugeriram-se lâmpadas LED que permitam as mesmas condições de iluminação atualmente existentes. De um modo geral, esta medida poderá resultar numa redução de 64% do consumo atual de energia em iluminação na ACVCA, o que equivale a uma mitigação de, aproximadamente, 2.5% das necessidades anuais de energia na adega. A substituição de todas as lâmpadas da adega representa um investimento de cerca de 2 453 €, o que resultaria num PRI previsto de, sensivelmente, 2 anos e 4 meses. A redução da energia consumida na adega através da implementação desta medida poderá reduzir as emissões de gases poluentes em 3 832.9 kgCO₂/ano.

Outras medidas foram propostas para melhorar a eficiência energética na adega. Por exemplo, a instalação de uma bateria de condensadores deverá ser uma medida bastante interessante para a ACVCA do ponto de vista económico porque, apesar de não ter um impacto na energia ativa consumida e, portanto, nas emissões de CO₂ associadas, pode eliminar quase por completo a elevada faturação anual de energia elétrica reativa indutiva (181 577 kVARh) imposta ao agente económico. A manutenção adequada dos equipamentos e a renovação de equipamentos desatualizados poderá também contribuir para a diminuição da faturação energética a longo prazo.

Relativamente à utilização de água na adega, não foi possível proceder à recolha de dados rigorosos, pelo que foi necessário assumir valores com base no conhecimento empírico dos trabalhadores mais experientes da adega, única fonte de informação utilizada para fazer uma estimativa para a utilização anual de água (10 l_{água}/l_{vinho}). Algumas medidas gerais foram propostas para a mitigação deste valor (elevado) de água utilizada, nomeadamente a instalação de contadores de água em vários pontos da canalização e o investimento na sensibilização dos trabalhadores relativamente à importância da água.

6.2. Herdade das Servas

A Herdade das Servas é uma unidade vitivinícola que tem vindo a apostar fortemente em medidas de eficiência energética de forma a aumentar a competitividade do seu vinho no mercado. Alguns exemplos dessas medidas já implementadas serão referidos mais adiante. O consumo elétrico anual na unidade registado em 2015 teve o valor de 248 069 kWh, sendo que grande parte deste consumo (cerca de 27%) se verifica nos meses de vindima (setembro e outubro). Os equipamentos elétricos pertencentes à linha de engarrafamento são os maiores responsáveis pelo consumo de energia na adega (44% do consumo anual) devido ao seu funcionamento durante todo o ano, exceto em setembro e outubro. O consumo de energia anual é também distribuído pelos sectores de tratamento de água (22%), tratamento de uvas (14%), refrigeração de cubas de fermentação (12%) e iluminação (8%).

A Herdade das Servas possui um sistema de minigeração fotovoltaica com uma potência de 90 kW_p na cobertura. Como toda a energia produzida através deste sistema é injetada na rede e não contribui diretamente para a redução da faturação energética, foi estudada a possibilidade de instalar um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo na unidade. Mais uma vez, foram definidas duas potências de

pico para o sistema consideradas como ótimas, tendo em conta as características do consumo de energia elétrica na adega. Assim, o sistema de 19 kW_p encontra-se dimensionado de forma a não haver a produção de excedente em qualquer altura do ano, enquanto que o sistema de 42 kW_p tem em conta as necessidades energéticas nos dias úteis fora da vindima, dando lugar à produção de excedente nos dias não úteis fora da época da vindima. De forma análoga ao que se verifica no caso da ACVCA, o sistema de maiores dimensões representa, obviamente, um custo de investimento inicial mais alto (aproximadamente 50 562 €), todavia tendo em conta que o seu PRI (8 anos e 2 meses, aproximadamente) é praticamente igual ao do sistema de 19 kW_p e que o lucro no final do tempo de vida deste sistema é muito mais alto, poderá ser mais vantajosa a aposta no mesmo, visto que a produção de excedente não é muito significativa. Além disso, o investimento no sistema de 42 kW_p permite uma redução de 28% das necessidades anuais de energia na unidade, possibilitando um melhor aproveitamento da elevada radiação solar disponível no Alentejo e, conseqüentemente, levando a uma mitigação significativa das emissões de dióxido de carbono associadas ao consumo de energia elétrica (redução de cerca de 25 590 kgCO₂/ano).

Na altura em que se realizou o levantamento de dados na Herdade das Servas decorria a instalação de um sistema solar térmico na cobertura da adega para o aquecimento de água utilizada em alguns processos da vinificação, pelo que não se considerou necessário estudar a viabilidade de implementação desta medida para este caso na dissertação. Ao nível da iluminação, a Herdade das Servas apostou fortemente na instalação de lâmpadas LED (muitas com sensores de movimento integrado) no interior da adega. No entanto, para a iluminação exterior são utilizados projetores de halogéneo durante todo o período noturno anual, cuja substituição por projetores LED deverá reduzir o consumo anual de energia em iluminação em 58%, o que equivale a uma mitigação de 4% das necessidades anuais de energia para o funcionamento da adega. Esta medida é, portanto, recomendada porque a redução do consumo de energia com a implementação da mesma é de tal forma relevante que o período de retorno do investimento não deverá ser superior a cerca de 1 ano, evitando cerca de 3 663 kgCO₂ emitidos anualmente para a atmosfera. O custo de investimento inicial nesta medida deverá rondar os 1 000 €.

A adega possui uma bateria de condensadores acoplada ao quadro elétrico principal, de forma a compensar o FP e reduzir o consumo de energia reativa indutiva. Efetivamente, de acordo com os responsáveis pela adega e considerando as faturas energéticas emitidas, o valor pago ao comercializador de energia pela faturação de energia reativa é quase nulo, o que sugere que o FP é sempre próximo de 1. A higienização de cubas com uma solução de ozono já é uma medida explorada pelo agente económico, bem como a aposta na utilização de equipamentos elétricos relativamente novos e eficientes. No entanto, outras medidas podem ser implementadas como, por exemplo, o isolamento das cubas onde ocorre, principalmente, a fermentação de vinho branco.

De forma semelhante ao caso de estudo anterior, a ausência de contadores de água na canalização existente na adega impediu a recolha de dados rigorosos acerca do volume de água utilizado anualmente na adega, ficando, desta forma, inviabilizada a realização da desagregação de consumos de água por sector, como se realizou para a energia elétrica. Porém, foi assumido um valor para a utilização de água por unidade de produção ($1.5 \text{ l}_{\text{água}}/\text{l}_{\text{vinho}}$) de acordo com as estimativas dos trabalhadores da adega. Assim, uma das melhorias mais recomendadas é a instalação de contadores de água nos vários ramais da canalização e o registo periódico do volume utilizado deste recurso em vários processos, de forma a que num estudo futuro possam ser usados dados concretos para a realização de cálculos relacionados com o desenvolvimento de um uso eficiente de água na adega.

6.3. Roquevale

Na Roquevale o consumo elétrico tem uma distribuição mensal muito expressiva nos meses de vindima (principalmente em setembro), tal como se verificou nos outros casos de estudo. O consumo de energia elétrica nestes meses representa cerca de 33% do consumo anual na adega que corresponde a 479 071 kWh (dados referentes a 2015). Mais uma vez, devido ao intenso funcionamento durante todo o ano, a linha de engarrafamento representa a maior fração do consumo total da adega (46%), sendo o restante distribuído pelos sectores de tratamento de água (26%), refrigeração de cubas de fermentação (14%), tratamento de uvas (10%) e iluminação (4%).

De forma semelhante à Herdade das Servas, a Roquevale possui na cobertura um sistema de minigeração fotovoltaica, neste caso com uma potência de ligação de 127 kW_p. Independentemente deste facto, foi estudada a possibilidade de instalar um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo na unidade, tendo este sistema, portanto, a finalidade de produção de energia elétrica para consumo próprio e não exclusivamente para a injeção na rede, como o sistema de minigeração. Com base nas características do consumo de energia na adega, conclui-se que a potência ótima do sistema de forma a nunca haver a produção de excedente é de 24 kW_p. Por outro lado, otimizando o sistema através do dimensionamento para dias úteis fora da época da vindima, a potência de pico ideal é de 114 kW_p. Apesar do último implicar um investimento inicial (137 058 €) muito superior ao do sistema de 24 kW_p (28 938 €), deverá resultar, no final do tempo de vida do sistema, num lucro muito superior, sendo que o seu PRI (cerca de 8 anos e 3 meses) é praticamente igual ao do sistema de menores dimensões. Desta forma, qualquer um dos dimensionamentos efetuados é vantajoso, apesar do sistema de 114 kW_p apresentar resultados mais interessantes a longo prazo do ponto de vista económico e ambiental (emissões de gases poluentes evitadas em 63 277 kgCO₂/ano).

Foi também efetuado um dimensionamento de um sistema solar térmico de forma a mitigar as necessidades de energia diretamente de origem fóssil para o aquecimento de água. A configuração do sistema é semelhante ao do sistema solar térmico dimensionado para a ACVCA, isto é, possui um depósito com capacidade de 1 500 litros (consumo diário máximo de água quente, que se verifica na época da vindima), 6 coletores solar térmicos (com uma área total de 12.6 m²) e um sistema de apoio a gás propano, o qual é atualmente utilizado na íntegra para o aquecimento de água. Está previsto que a instalação deste sistema diminua as necessidades de utilização de energia diretamente de origem fóssil em cerca de 65% e que o PRI do mesmo seja pouco superior a 6 anos, tal como se verificou na ACVCA. Quanto ao investimento inicial neste sistema, este deverá ser da ordem dos 6 300 €, enquanto que as emissões de gases com efeito estufa deverão ser reduzidas em 2 480 kgCO₂/ano.

Uma outra medida estudada foi a aposta numa iluminação mais eficiente, tanto no interior como no exterior da adega. Para tal, foram agrupadas várias lâmpadas do mesmo tipo e com as mesmas características de funcionamento (tempo e potência) e selecionaram-se alternativas mais eficientes de tecnologia LED que permitam o nível atual de iluminância e que possam levar à poupança de energia elétrica. Foram excluídos alguns grupos de lâmpadas existentes da adega, mais especificamente um grupo de lâmpadas LED e outros 6 grupos de lâmpadas cuja substituição resultaria num PRI superior a 14 anos. Assim, de um modo geral, ao se efetuar a substituição de todos os outros grupos de lâmpadas pelas devidas alternativas propostas, é esperada uma redução de 57% da energia anualmente consumida em iluminação, o que corresponde a 2% do consumo anual de energia elétrica na adega e que leva a uma redução aproximada das emissões de gases com efeito estufa em 3 909 kgCO₂/ano. De referir que a substituição de todas as lâmpadas da adega tem um PRI total de, aproximadamente, 4 anos e 2 meses e que o custo estimado de investimento inicial nesta medida é de cerca de 10 518 €.

Como se pode também verificar pelas faturas energéticas relativas ao ano de 2015, o consumo de energia reativa indutiva na Roquevale não é significativo, pelo que se pode inferir que há uma compensação correta do FP do sistema elétrico da adega. Esta compensação é devida, similarmente ao que acontece na Herdade das Servas, à existência de uma bateria de condensadores que se encontra instalada junto ao quadro elétrico principal. Outras medidas que poderão ser aplicadas de forma a melhorar a eficiência energética da adega incluem a renovação de equipamentos desatualizados e a instalação de contadores elétricos parciais para um maior controlo sobre o consumo energético por processo ou sector.

A água utilizada nos processos de vinificação é, mais uma vez, proveniente de um charco pertencente à adega. No entanto, através das faturas da água de 2014, ano em que a origem da água utilizada na adega foi a rede de distribuição pública devido à existência de uma anomalia no sistema de bombagem de água a partir do charco (que mais tarde viria a ser resolvida), foi possível aferir o consumo mensal e anual de água em condições de funcionamento normais ($1.14 \text{ l}_{\text{água}}/\text{l}_{\text{vinho}}$). Não obstante, o agente económico beneficiaria com a aplicação de algumas medidas simples que permitiriam um controlo mais adequado sobre a utilização de água na adega, como a instalação de contadores de água em vários pontos da canalização existente na adega e o registo periódico de consumos de água nos diversos processos.

6.4. Comparação entre os resultados dos casos de estudo

Na Tabela 6.1 pode-se observar um resumo das reduções estimadas das necessidades energéticas anuais associadas à implementação das medidas anteriormente propostas (que implicaram o cálculo de resultados).

Tabela 6.1 - Resumo do potencial de redução das necessidades anuais de energia (eletricidade para o sistema de autoconsumo e substituição de lâmpadas, gás propano para o sistema solar térmico) obtido com a implementação das medidas propostas.

	Potencial redução das necessidades anuais de energia (eletricidade e gás propano)		
	Sistema de autoconsumo (eletricidade)	Substituição de lâmpadas (eletricidade)	Sistema solar térmico (gás propano)
ACVCA	9% (20 kW _p) ou 20% (50 kW _p)	2.5%	66.0%
Herdade das Servas	14% (19 kW _p) ou 28% (42 kW _p)	4.0%	n.a.
Roquevale	9% (24 kW _p) ou 36% (114 kW _p)	2.0%	64.9%

A capacidade de redução do consumo de energia elétrica em qualquer adega é significativa principalmente com a instalação do sistema solar fotovoltaico para autoconsumo com maior potência. Na Roquevale, devido ao facto do diagrama de carga diário nos dias úteis fora da época de vindima ser bastante mais elevado do que nas outras adegas, torna-se viável a instalação de um sistema de muito maiores dimensões do que nas outras adegas, sobretudo porque a maior parte da energia produzida será aproveitada para autoconsumo na unidade.

A substituição de lâmpadas, apesar da iluminação constituir o sector menos influente no consumo total da adega, poderá também levar a reduções interessantes de consumo elétrico. Além disso, é uma medida cujo PRI é quase sempre baixo (varia para cada grupo de lâmpadas) e de simples implementação, tendo o agente económico, obviamente, a escolha de substituir apenas os grupos de lâmpadas que desejar e de uma forma faseada. A Herdade das Servas, embora possua iluminação LED na totalidade do interior da adega, beneficiaria muito com a substituição das lâmpadas utilizadas para iluminação exterior. A ACVCA e a Roquevale, apesar da redução do consumo total em percentagem associada à substituição dos seus equipamentos de iluminação ser menor do que na Herdade das

Servas, beneficiariam também de uma mitigação de energia elétrica considerável em valores absolutos, pois o consumo total anual elétrico destas duas adegas é maior do que o da Herdade das Servas.

O elevado potencial de redução percentual de utilização anual de energia diretamente de origem fóssil (mais especificamente gás propano) para o aquecimento de água obtida com a instalação de um sistema solar térmico na ACVCA e na Roquevale é relativamente semelhante em termos percentuais em ambos os casos de estudo. Na Roquevale, no entanto, devido à utilização de um volume de água quente um pouco superior em relação à ACVCA, o sistema solar térmico proposto possui uma dimensão um pouco maior (mais coletores e maior depósito), pelo que em valores absolutos há uma redução maior das necessidades de energia térmica a partir do sistema de apoio neste caso de estudo.

De modo a facilitar a comparação entre os indicadores energéticos e ambientais calculados para as 3 unidades vitivinícolas, os mesmos encontram-se representados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Comparação entre os indicadores energéticos e ambientais calculados para cada caso de estudo.

	ACVCA	Herdade das Servas	Roquevale
Consumo específico de energia elétrica (kWh/l _{vinho})	0.054	0.212	0.082
Consumo específico de água (l _{água} /l _{vinho})	10	1.5	1.14
Emissões específicas de gases com efeito estufa (gCO ₂ /l _{vinho})	18.15	41.13	30.39
Custo específico de energia elétrica (€/l _{vinho})	0.011	0.031	0.010

De facto, nota-se que a ACVCA é a adega que consome menos energia por unidade de produção, em grande parte devido ao facto ser a unidade com maior produção anual de vinho entre os casos de estudo. A Herdade das Servas, como tem uma produção anual bastante menor e é uma unidade vitivinícola que aposta fortemente na qualidade dos seus vinhos, é empresa a que apresenta um consumo específico de energia elétrica mais alto. Em conformidade com o indicador do consumo específico de energia elétrica, o indicador das emissões específicas de gases com efeito estufa é também mais alto na Herdade das Servas, sendo que o mais baixo se verifica na ACVCA. Deve notar-se também que apesar de ter um consumo específico de energia mais alto do que a ACVCA, a Roquevale possui um custo de específico de energia elétrica menor. Isto significa que o contrato de fornecimento de energia mantido pela mesma permite a compra de energia elétrica a uma tarifa mais baixa (em média).

Relativamente à utilização de água, verifica-se que a adega mais eficiente das 3 estudadas é a Roquevale, sendo que a Herdade das Servas também apresenta um indicador de um uso eficiente de água. É importante esclarecer que este indicador apenas diz respeito ao consumo nos processos desenvolvidos dentro das adegas, não incluindo, portanto, a rega de vinhas ou outros procedimentos similares.

6.5. Comparação entre diferentes agentes económicos participantes no PSVA

Dentro do âmbito do PSVA, foram ainda efetuadas outras auditorias energéticas a 9 outros agentes económicos por outros alunos do Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa [50], [51], [52]. Sendo o acesso aos indicadores energéticos e ambientais calculados para cada uma destas unidades vitivinícolas, é possível proceder à comparação dos mesmos com os indicadores calculados para os casos de estudo pertencentes a esta dissertação. É também importante comparar o volume médio de vinho anualmente produzido em cada

adega para ser possível ter uma noção da dimensão das mesmas e se poderem tirar conclusões tendo em conta essa informação. Por uma questão de confidencialidade, não são revelados os nomes dos agentes económicos proveniente dos outros estudos realizados, pelo que é atribuída uma letra diferente a cada um. Na Tabela 6.3 apresentam-se os indicadores energéticos e ambientais calculados para cada adega, bem como o volume de produção anual de vinho.

Tabela 6.3 – Indicadores energéticos e ambientais calculados e produção média anual de vinho correspondente a cada agente económico.

	ACVCA	Herdade das Servas	Roquevale	A	B	C	D	E	F	G	H	I
kWh/lvinho	0.054	0.212	0.082	0.231	0.180	0.344	0.080	0.420	0.500	0.390	0.280	1.570
l_{água}/lvinho	10.00	1.50	1.14	1.30	2.96	4.65	1.80	14.50	10.90	6.50	5.60	5.70
gCO₂/lvinho	18.15	41.13	30.39	83.11	51.69	123.71	32.00	143.00	187.00	119.00	77.00	576.00
€/lvinho	0.011	0.031	0.010	0.042	0.026	0.045	0.010	0.060	0.010	0.080	0.040	0.220
Produção média anual de vinho (kl)	6 390	970	5 820	230	2 500	590	12 000	600	570	450	450	330

De modo a avaliar o desempenho de cada agente económico, é útil proceder à comparação destes valores estimados com valores de referência de consumo específico de energia elétrica (entre 0.040 e 2.065 kWh por litro de vinho produzido, de acordo com um estudo feito tendo por base unidades vitivinícolas inglesas [53]) e água (entre 1.2 e 14.4 litros de água por litro de vinho produzido, de acordo com a CVRA [54]). No entanto, os valores de referência de consumo específico de energia elétrica deverão ser analisados de uma forma crítica, visto que as unidades vitivinícolas inglesas poderão ter necessidades de energia algo diferentes das adegas alentejanas. Assim, um dos objetivos para estas adegas no desenvolvimento do seu desempenho energético e ambiental é, portanto, fazer com que os seus indicadores se aproximem o máximo possível dos valores de referência mínimos anteriormente indicados relativamente ao consumo específico de energia elétrica e ao consumo específico de água. Na Figura 6.1 pode-se comparar os indicadores de consumo específico de energia elétrica e na Figura 6.2 é possível efetuar a comparação entre os valores de consumo específico de água.

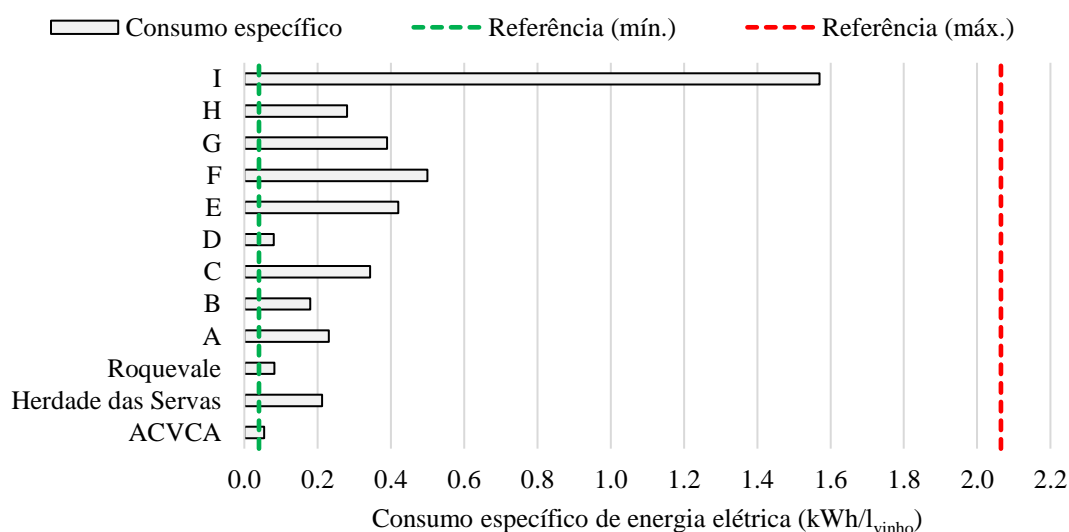


Figura 6.1 – Comparação entre os consumos específicos de energia elétrica calculados para cada agente económico e os valores de referência do indicador.

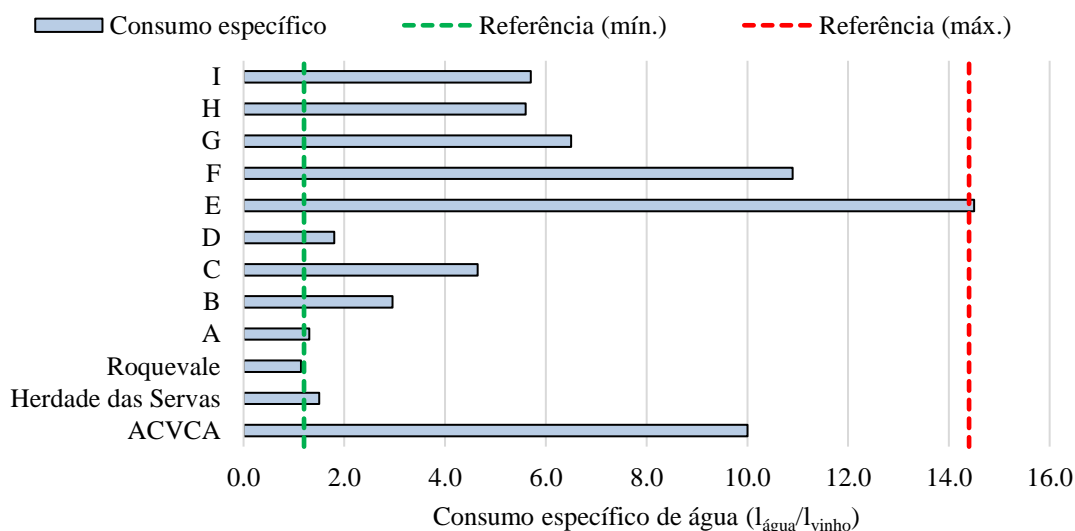


Figura 6.2 - Comparação entre os consumos específicos de água calculados para cada agente económico e os valores de referência do indicador.

Como se pode verificar, os consumos específicos de energia elétrica das adegas em estudo nesta dissertação são bastante baixos, em comparação com os indicadores das unidades vitivinícolas provenientes de outros estudos. A ACVCA é a adega com um menor consumo específico de energia dos 12 casos de estudo considerados neste subcapítulo. Relativamente ao consumo específico de água, a ACVCA já não é tão eficiente. A Roquevale, no entanto, tem um consumo de água muito baixo por unidade de produção, sendo que a Herdade das Servas também parece utilizar este recurso de uma forma bastante eficiente. Recorda-se, no entanto, das limitações que sofrem estas conclusões tendo em conta a inexistência de contadores de água nas adegas.

Como o custo específico de energia elétrica de uma adega é dependente das condições do contrato de fornecimento de energia que é mantido pela mesma, é útil fazer uma comparação entre os indicadores de custo específico e de consumo específico de energia elétrica. A relação entre estes dois indicadores encontra-se representada graficamente na Figura 6.3, na qual não se apresenta a adega “I” pois a escala do gráfico foi reduzida de forma a facilitar a comparação entre as restantes adegas.

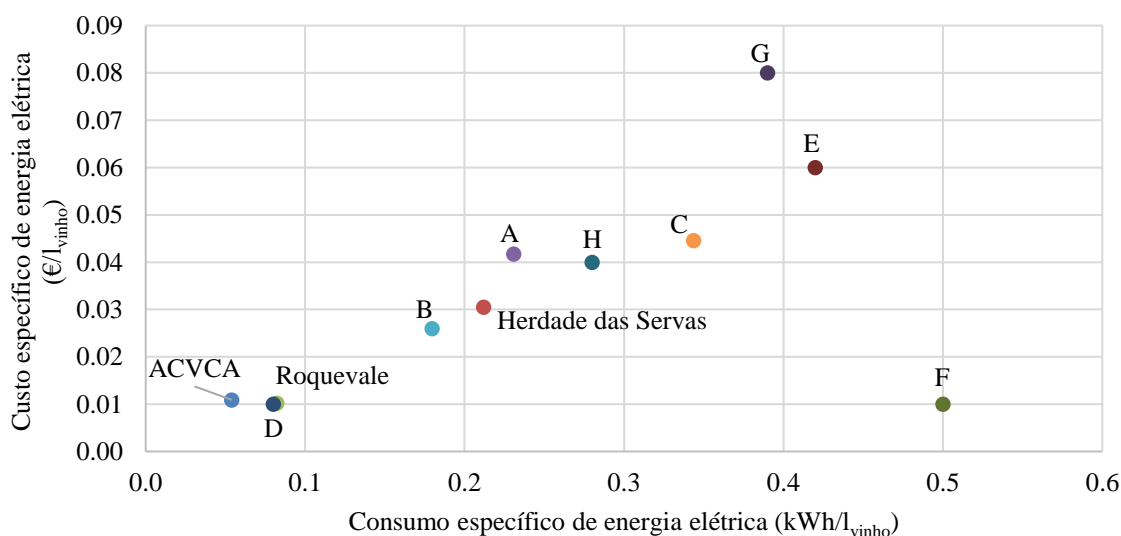


Figura 6.3 – Relação entre os indicadores de custo específico e consumo específico de energia referentes a cada adega. A adega representada com “I” não se encontra neste gráfico devido à escala reduzida do gráfico.

Observando o gráfico anterior, verifica-se que não existe uma relação de proporcionalidade entre os dois indicadores. Há casos, como por exemplo a adega representada por “F”, em que um maior consumo específico de energia não implica obrigatoriamente um maior custo específico. Isto ocorre devido ao facto de este agente económico possuir um contrato de fornecimento de energia mais vantajoso, isto é, que lhe permite poupanças financeiras significativas com o consumo elétrico da adega. De facto, verifica-se que a ACVCA e a Roquevale, bem como os agentes económicos “D” e “F”, apresentam os custos específicos menores de todas as adegas consideradas, mas considerando o reduzido consumo específico de energia elétrica da ACVCA, esta é a adega que apresenta uma melhor relação entre os dois indicadores. Apesar disso, esta relação pode ainda ser melhorada se forem aplicadas as medidas de eficiência energética propostas ou se for negociado um contrato de fornecimento de energia com tarifas mais baixas de compra de energia.

Para facilitar a comparação das emissões específicas de gases com efeito estufa (nomeadamente dióxido de carbono) associadas ao consumo de energia elétrica, na Figura 6.4 relaciona-se o indicador ambiental calculado para as adegas com a sua produção média anual de vinho. Mais uma vez, a adega “I” não se inclui neste gráfico pois tem um indicador ambiental demasiado alto para a escala do eixo das ordenadas do gráfico.

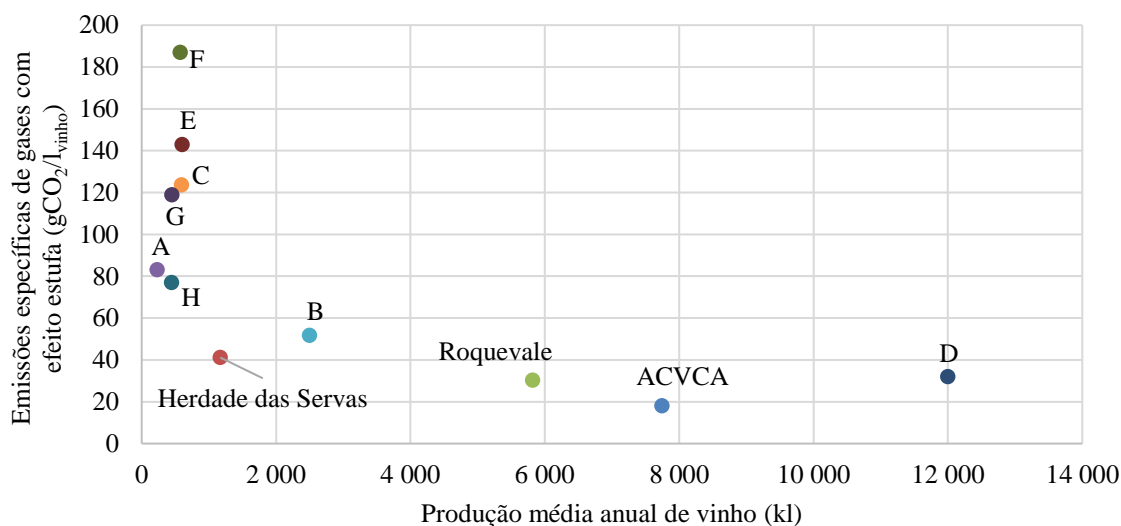


Figura 6.4 - Relação entre as emissões específicas de gases com efeito estufa e a produção média anual de vinho das adegas. A adega representada com “I” não se encontra neste gráfico devido à escala reduzida do gráfico.

Analisando o gráfico anterior conclui-se que as adegas com maior produção média anual tendem a ter um indicador de emissões específicas de gases com efeito estufa mais baixo. O consumo de energia elétrica na Herdade das Servas, apesar de ser uma adega com uma produção de vinho anual tipicamente bastante inferior à da Roquevale, da ACVCA ou da adega “D”, gera também um baixo número de emissões de dióxido de carbono. As emissões específicas de gases com efeito estufa poderão também ser diminuídas com o investimento em medidas de melhoria energética, como por exemplo a instalação de um sistema de autoconsumo fotovoltaico, o que permitiria a produção de energia sem emissões associadas.

Finalmente, de modo a facilitar a comparação dos consumos água e energia referentes às adegas, na Figura 6.5 e na Figura 6.6 são apresentadas a relação entre o consumo específico destes recursos e a produção média anual de vinho.

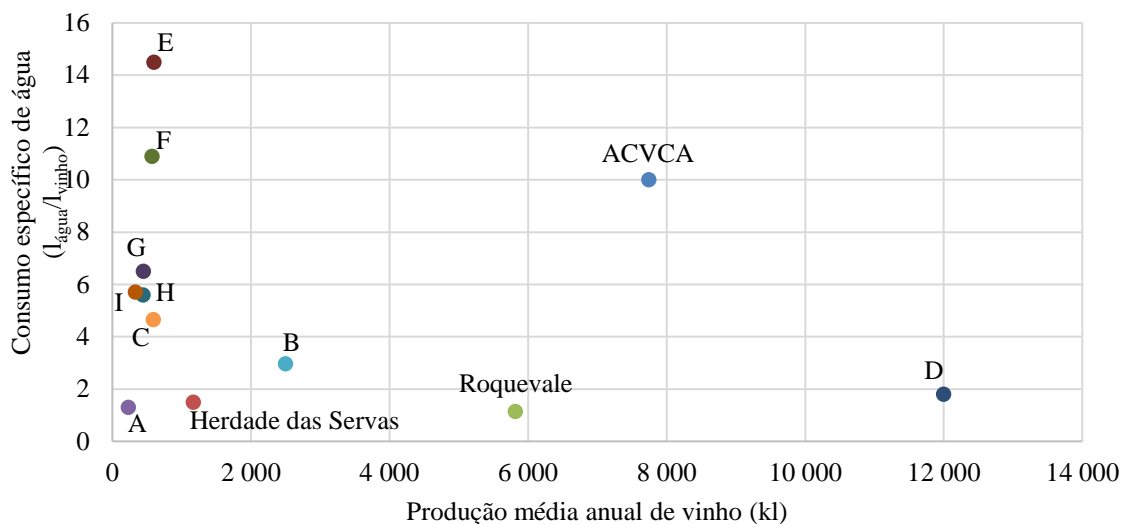


Figura 6.5 - Relação entre o consumo específico de água e a produção média anual de vinho das adegas.

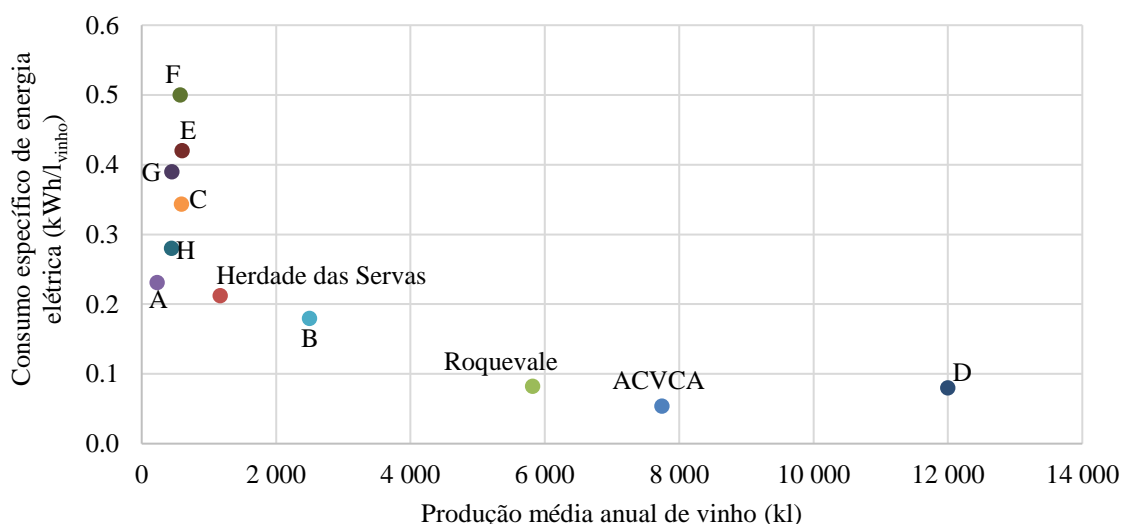


Figura 6.6 - Relação entre o consumo específico de energia elétrica e a produção média anual de vinho das adegas. A adega representada com “I” não se encontra neste gráfico devido à escala reduzida do gráfico.

Em relação ao consumo específico de água, como já foi referido anteriormente, a ACVCA não tem um desempenho tão bom como tem no consumo específico de energia. Neste contexto, este valor é de tal forma elevado que não devemos deixar de realçar mais uma vez que se trata de uma estimativa feita exclusivamente com base em testemunhos de trabalhadores locais, uma vez que não existindo qualquer tipo de contador instalado não foi possível utilizar outra abordagem mais fiável. A Roquevale e a Herdade das Servas, bem como a adega “D”, apresentam um bom indicador relativo ao consumo específico de água, apesar de se poderem ainda implementar várias medidas de poupança no consumo de água, como os que foram enumerados no subcapítulo 5.5.

Assim, analisando todos os indicadores de uma forma geral, nota-se que há a tendência de as adegas com maior produção de vinho serem mais eficientes no que consta ao consumo de energia e água. Como o consumo de água e energia nas mesmas é, tipicamente, mais elevado de um modo absoluto, estas tendem a otimizar os seus processos por si próprias e a gerir melhor os recursos disponíveis, minimizando as perdas e o desperdício que, em grande escala, podem levar a elevados custos que podem ser evitados. As adegas mais pequenas tendem a ser menos eficientes porque as perdas e o desperdício de energia e água resultante do funcionamento da adega são de uma escala bastante

inferior à das adegas de elevada dimensão. Como tal, deve-se tentar melhorar os processos independentemente da dimensão da adega, avaliando a viabilidade das melhorias a longo prazo.

Capítulo 7 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

O constante aumento da utilização de recursos naturais e os excessivos níveis de poluição ligados ao crescimento populacional e às elevadas exigências de consumo da sociedade atual conduzem a uma cada vez maior urgência na necessidade em ter uma consciência ecológica e uma adequada educação ambiental. Esta necessidade assume contornos particularmente importantes no sector industrial, já que este é um dos sectores que apresenta uma maior utilização de recursos e geração de resíduos, é necessário adotar medidas que visem a limitação do impacto ambiental do seu funcionamento. A vitivinicultura, por sua vez, não deve constituir uma exceção à regra.

É fulcral, portanto, apelar ao investimento em medidas que melhorem a eficiência energética nas unidades vitivinícolas e adotar um uso eficiente de água, de modo a proteger o ambiente através da diminuição das emissões de gases com efeito estufa associadas à produção de energia elétrica e à poupança de água potável, que é um recurso limitado e essencial à vida. Além da componente ambiental, as medidas de redução da utilização de água e energia em determinada adega poderão também levar a uma diminuição dos custos inerentes ao seu funcionamento, que os quais, a curto ou longo prazo, poderão gerar um determinado lucro para o agente económico. A aposta na eficiência energética poderá ainda aumentar a imagem das adegas, potenciando as vendas do vinho produzido, uma vez que os consumidores cada vez mais preferem comprar produtos concebidos de forma consciente e ecológica.

Nesta dissertação foram apresentados 3 agentes económicos pertencentes ao sector vitivinícola alentejano (ACVCA, Herdade das Servas e Roquevale) e participantes no PSVA, cujas unidades vitivinícolas foram caracterizadas individualmente relativamente ao consumo de energia elétrica e de água. Após a caracterização, foram estudadas e sugeridas medidas de otimização ou instalação de sistemas que permitissem uma utilização mais eficiente de energia e água para cada adega. Estas medidas, contudo, não se traduzem em qualquer alteração no processo de produção de vinho e no funcionamento normal da adega, de forma a assegurar sempre a qualidade do vinho como a principal prioridade. Refira-se também não foram propostas medidas que não fossem financeiramente vantajosas para o agente económico.

Para a caracterização do consumo de energia em cada adega foi estimada a energia mensalmente utilizada por cada equipamento elétrico e tentou-se chegar a uma desagregação de consumos através da divisão de todos os equipamentos elétricos em 5 sectores de consumo: tratamento de água, tratamento de uvas, iluminação, refrigeração de cubas de fermentação e linha de engarrafamento. Em todos os casos estudados notou-se que os equipamentos da linha de engarrafamento são os que representam um maior consumo elétrico anual, principalmente devido ao funcionamento quase diário dos mesmos, enquanto que a iluminação ocupa a menor fração do consumo elétrico anual da instalação. No entanto, no que diz respeito a valores concretos, a desagregação estimada de consumos varia de caso para caso. Em todas as unidades vitivinícolas estudadas o consumo de energia é muito superior nos meses de vindima comparativamente aos restantes meses do ano, devido, em grande parte, ao funcionamento dos equipamentos de tratamento de uva e da refrigeração das cubas de fermentação.

Relativamente à caracterização do consumo de água nas unidades vitivinícolas, esta demonstrou ser mais complexa principalmente devido à ausência de informação necessária para a sua realização. Em cada adega estudada nesta dissertação a água provém de um charco privado, pelo que os únicos custos diretamente relacionados com a utilização de água são o do funcionamento das unidades de tratamento de água e o da energia utilizada na sua bombagem. Deste modo, não existindo qualquer contador de

água em nenhum dos casos estudados nesta dissertação, foi impossível efetuar uma desagregação dos consumos de água como se fez para o consumo de energia elétrica. Assim, uma das principais medidas potenciadoras de redução do consumo de água a implementar nas 3 adegas é a instalação de vários contadores na canalização de modo poder ser feito um registo da água consumida em cada processo desenvolvido na adega. As medidas de redução do consumo de água além de serem muito importantes de um ponto de vista ambiental, não deverão gerar diretamente um retorno financeiro muito significativo para o agente económico (visto que não ocorre faturação do volume de água utilizado), podendo, no entanto, ter um impacto positivo indireto na redução do consumo elétrico no sector de tratamento e bombagem de água.

Entre as medidas de melhoria da eficiência energética propostas para as adegas destacam-se a instalação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo, a instalação de um sistema solar térmico para a reduzir a utilização de energia diretamente de origem fóssil para o aquecimento de água, a substituição de lâmpadas ineficientes por lâmpadas de tecnologia LED para diminuir o consumo elétrico da adega em iluminação e a instalação de uma bateria de condensadores de modo a diminuir ou até eliminar o consumo faturado de energia reativa indutiva. Algumas destas medidas já foram, contudo, implementadas nas adegas, como é o caso do sistema solar térmico existente na Herdade das Servas e de baterias de condensadores instaladas na Roquevale e na Herdade das Servas.

No processo de caracterização do desempenho energético e ambiental dos agentes económicos, foram calculados, para cada adega, alguns indicadores energéticos e ambientais que servem como base de comparação entre os mesmos, e ainda, com outros agentes económicos provenientes de outros estudos. Além disso, estes indicadores são também uma ferramenta importante no estabelecimento de metas e objetivos individuais para cada unidade. Através da análise e da comparação dos mesmos, foi possível constatar a existência de uma tendência para que quanto maior for a capacidade de produção da adega, mais importância seja dada à eficiência energética e, conseqüentemente, menor será o valor de consumo específico de energia e de água. Ao analisar os indicadores energéticos e ambientais é também necessário ter em conta que a qualidade do vinho produzido pode influenciar o consumo elétrico da unidade, pelo que a análise deve ser crítica nesse aspeto.

Como trabalho futuro destaca-se a realização de um estudo mais incisivo na utilização de água nas adegas, visto serem vários os casos onde a água utilizada não é contabilizada. Com a estimativa de uma desagregação de consumo de água por processo ou por sector, como foi feito nesta dissertação para o consumo de energia, será possível propor medidas de melhoria com uma maior objetividade. Seria também interessante a medição periódica, de preferência em algumas horas de dia e de noite, dentro da época de vindima e fora da mesma, dos consumos elétricos de todos os equipamentos relevantes que funcionam a uma potência variável, tais como os equipamentos de refrigeração e os equipamentos de tratamento de água, por exemplo. Desta forma será possível obter dados mais concretos do consumo nestes sectores e, assim, aproximar ainda mais da realidade a desagregação de consumos elétricos estimada por sector.

Com efeito, poder-se-ia também efetuar um estudo semelhante ao realizado nesta dissertação em todas as adegas alentejanas. Isso possibilitaria a comparação entre desempenhos energéticos e ambientais de várias adegas de dimensão semelhante através da utilização dos indicadores calculados, além de constituir uma oportunidade de *benchmarking* de várias medidas implementadas por diferentes agentes económicos e de criar uma saudável competitividade entre os mesmos. Tal estudo seria também útil à CVRA para, por exemplo, poder estabelecer um conjunto de metas a atingir para todas as adegas relativamente ao consumo específico de energia ou água, de forma a proteger o ambiente e a intensa cultura de produção de vinho no Alentejo, velando pela sua sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

- [1] ViniPortugal, “O Sector do Vinho” [Online]. Available: <http://www.viniportugal.pt/OSector> [Accessed: 15-Mar-2017]
- [2] Instituto da Vinha e do Vinho, “Evolução do Consumo Mundial de Vinho” [Online]. Available: <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/39/> [Accessed:15-Mar-2017]
- [3] Instituto da Vinha e do Vinho, “Evolução da Produção Nacional de Vinho por Região Vitivinícola” [Online]. Available: <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/36/> [Accessed: 24-Mar-2017]
- [4] Vinhos do Alentejo, “Comissão Vitivinícola Regional Alentejana promove melhores práticas” [Online]. Available: <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt> [Accessed: 09-Feb-2017]
- [5] Infovini, “Como se faz um vinho: Vinho Tranquilo” [Online]. Available: <http://www.infovini.com/pagina.php?codNode=18100> [Accessed: 22-Abr-2017]
- [6] R. F. M. Mena, “Controlo da Fermentação do Mosto e das Condições Ambientais de uma Sala de Lagares”, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, pp. 7-9, 2015.
- [7] Instituto da Vinha e do Vinho, “Evolução da Produção Por Região Vitivinícola” [Online]. Available: <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/36/> [Accessed: 24-Abr-2017]
- [8] B. Klohr, R. Fleuchaus, and L. Theuvsen, “Sustainability: Implementation programs and communication in the leading wine producing countries”, Acad. Wine Bus., 2013.
- [9] New Zealand Wine, “Sustainable Winegrowing New Zealand” [Online]. Available: <http://www.nzwine.com/assets/Sustainability/Sustainable%20Winegrowing%20New%20Zealand.pdf> [Accessed: 09-Feb-2017]
- [10] New Zealand Wine, “Sustainable Winegrowing New Zealand standards” [Online]. Available: <http://www.nzwine.com/assets/sm/upload/hx/ar/90/qk/SWNZ%20Audit%20STANDARDS.pdf> [Accessed: 09-Feb-2017]
- [11] California Sustainable Winegrowing Alliance, “California Code of Sustainable Winegrowing Workbook”, 3rd ed., 2012.
- [12] M. A. Pratt, “Comparison of sustainability programs in the wine industry,” Proc. Int. Conf. Innov. Trends Wine Manag., 2012.
- [13] Vinhos do Alentejo, “Percentagem Mínima de Transição para a Categoria Geral de Sustentabilidade do PSVA” [Online]. Available: http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/uploads/fotos_artigos/images/5.png [Accessed: 24-08-2017]
- [14] Vinhos do Alentejo, “O PSVA: Capítulos de Intervenção Primária e Capítulos de Intervenção Secundária” [Online]. Available: http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/uploads/fotos_artigos/images/3.png [Accessed: 24-08-2017]
- [15] Vinhos do Alentejo, “Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo” [Online]. Available: <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/plano-de-sustentabilidade-dos-vinhos-do-alentejo> [Accessed: 09-Feb-2017]

- [16] Vinhos do Alentejo, “Primeiros resultados 2015/ 2016: Cenário Geral PSVA – Março 2016” [Online]. Available: [http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/uploads/fotos_artigos/imagens/6\(6\).png](http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/uploads/fotos_artigos/imagens/6(6).png) [Accessed: 24-08-2017]
- [17] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, “Decreto-Lei n.º 153/2014”, *Diário da República*, n.º 202, pp. 5298-5311, 2014.
- [18] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, “Enquadramento do novo regime de Produção Distribuída” [Online]. Available: <http://www.futursolutions.pt/docs/EnquadProdDistri.pdf> [Accessed: 04-May-2017]
- [19] JRC European Commission, “Photovoltaic Geographical Information System”. [Online]. Available: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> [Accessed: 24-May-2017].
- [20] EDP, “Horários Média Tensão” [Online]. Available: <https://www.edpsu.pt/pt/empresas/tarifasehorarios/horarios/Pages/HorariosMT.aspx> [Accessed: 24-May-2017]
- [21] PVEDUCATION, “Average Solar Radiation: Peak Sun Hours” [Online]. Available: <http://www.pveducation.org/pvcdrom/average-solar-radiation> [Accessed: 25-May-2017]
- [22] PVSYST, “Array incidence loss (IAM)” [Online]. Available: http://files.pvsyst.com/help/iam_loss.htm [Accessed: 27-May-2017]
- [23] OMIP, “Downloads: Spot Prices and Volumes (>1.Jun.2010)” [Online]. <http://www.omip.pt/Downloads/SpotPrices/tabid/296/language/en-GB/Default.aspx> [Accessed: 27-May-2017]
- [24] Pacto de Autarcas para o Clima e Energia, “Anexo técnico às instruções do modelo de PAES: Factores de emissão” [Online]. Available: http://www.soglasheniemerov.eu/IMG/pdf/technical_annex_pt.pdf [Accessed: 10-08-2017]
- [25] LNEG, “Lista de coletores na base de dados do software SOLTERM 5.1” [Online]. Available: http://www.lneg.pt/download/10650/Lista_Coletores_Solterm_2015-07-09.pdf [Accessed: 17-07-2017]
- [26] Gasnor, “Gás propano: garrafa de 45 kg” [Online]. Available: <http://www.gasnor.pt/garrafa-45kg.html> [Accessed: 18-07-2017]
- [27] PORDATA, “Taxa de Inflação (Taxa de Variação do Índice de Preços no Consumidor): total e por consumo individual por objetivo - Portugal” [Online]. Available: [http://www.pordata.pt/Portugal/Taxa+de+Infla%C3%A7%C3%A3o+\(Taxa+de+Varia%C3%A7%C3%A3o+do+%C3%8Dndice+de+Pre%C3%A7os+no+Consumidor\)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315](http://www.pordata.pt/Portugal/Taxa+de+Infla%C3%A7%C3%A3o+(Taxa+de+Varia%C3%A7%C3%A3o+do+%C3%8Dndice+de+Pre%C3%A7os+no+Consumidor)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315) [Accessed: 18-07-2017]
- [28] ENERGY.GOV, “Lighting Choices to Save You Money” [Online]. Available: <https://energy.gov/energysaver/lighting-choices-save-you-money> [Accessed: 08-08-2017]
- [29] Vargas Representações, “Tabla de equivalencias” [Online]. Available: <http://vargasrepresentacoes.com.br/wp-content/uploads/2016/11/Tabla-de-Equivalencia-LED-nuev-III.jpg> [Accessed: 08-08-2017]
- [30] Electronics Weekly, “LED Life Expectancy” [Online]. Available: <https://www.electronicseweekly.com/blogs/led-luminaries/led-life-expectancy-2009-02/> [Accessed: 08-08-2017]


- [31] EDP, “Tarifas de venda a clientes finais do SEP em MT e BTE” [Online]. Available: http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/tarifasreguladasdeanosanteriores/Documents/TVCF2005/Folhetos2005/TVCFMTeBTE_2005_SEP.pdf [Accessed: 06-06-2017]
- [32] Krannich, “Suntech STP245S - 20/Wd & STP240S - 20/Wd (datasheet)” [Online]. Available: https://gr.krannich-solar.com/fileadmin/content/data_sheets/solar_modules/greece/STP240S-20Wd.pdf [Accessed: 21-08-2017]
- [33] Robert Mauser, “Projector LED 230V 150W 6000K 12000lm IP65” [Online]. Available: https://mauser.pt/catalog/product_info.php?products_id=74121 [Accessed: 15-08-2017]
- [34] Jet7Store, “FOCO LED LUMECO 25W 6.400K 1800 LUMENS” [Online]. Available: <http://www.jet7store.com/store/projectores-led-halogeno-/1425-foco-led-lumeco-25w-6400k-1800-lumens.html> [Accessed: 15-08-2017]
- [35] Castro Electrónica, “LAMPADA LED E14 A60 220V 7W BRANCO F. 6000K 560LM” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/lampada-led-e14-a55-220v-7w-branco-f-6000k-650lm> [Accessed: 15-08-2017]
- [36] Castro Electrónica, “TUBO DE LEDS T8 OPALINO 1,50 MTS 220V 24W 4000K 2100LM” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/tubo-de-leds-opalino-150-mts-220v-23w-4000k> [Accessed: 15-08-2017]
- [37] Castro Electrónica, “TUBO DE LEDS T8 OPALINO 220V 6000K (1,20 MTS) – PROFTC” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/tubo-de-leds-opalino-150-mts-220v-23w-4000k> [Accessed: 15-08-2017]
- [38] Castro Electrónica, “TUBO DE LEDS T8 OPALINO 220V 9W 6000K (60CM) – PROFTC” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/tubo-de-leds-opalino-60cm-220v-8w-6000k-850lm> [Accessed: 15-08-2017]
- [39] Castro Electrónica, “PROJECTOR LED IP65 220VAC BRANCO FRIO 6000K 80W” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/projector-led-ip65-220vac-branco-frio-6000k-80w-120> [Accessed: 15-08-2017]
- [40] EDP, “Perguntas frequentes - faturação de energia reactiva” [Online]. Available: <https://www.edpsu.pt/pt/apoioaocliente/Perguntas%20Frequentes/Pages/faqs-faturacaoreactiva.aspx> [Accessed: 25-08-2017]
- [41] Transferring Energy Save Laid on Agroindustry, “Manual de Eficiência energética em Adegas”, pp. 32, 2014.
- [42] SolarWaters, “Como é que as baterias de condensadores eliminam a energia reativa da sua fatura” [Online]. Available: <http://www.solarwaters.pt/energia-reactiv-a/bateria-de-condensadores> [Accessed: 25-08-2017]
- [43] Castro Electrónica, “LAMPADA LED E27 B5 T3 3U 220V 9W BRANCO F. 6000K 720LM” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/lampada-led-e27-b5-t3-3u-220v-9w-branco-f-6000k> [Accessed: 16-08-2017]

- [44] Castro Electrónica, “LAMPADA LED 220V E40 100W BRANCO F. 6000K 180° 9500LM” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/lampada-led-220v-e40-100w-branco-f-6000k-360-9200lm> [Accessed: 16-08-2017]
- [45] Castro Electrónica, “LAMPADA LED 220V GU10 3W BRANCO Q. 3000K 180LM” [Online]. Available: <https://www.castroelectronica.pt/product/lampada-led-220v-gu10-3w-branco-q-3000k-220lm> [Accessed: 16-08-2017]
- [46] Indusmelec, “Variação de velocidade” [Online]. Available: [http://www.indusmelec.pt/newsletter/17/Var iacao_de_velocidade.pdf](http://www.indusmelec.pt/newsletter/17/Var%20iacao_de_velocidade.pdf) [Accessed: 28-08-2017]
- [47] C. Galitsky, E. Worrell and A. Radspieler, “BEST Winery Guidebook: Benchmarking and Energy and Water Savings Tool for the Wine Industry”, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, pp. 34-35, 2005.
- [48] C. Galitsky, E. Worrell and A. Radspieler, “BEST Winery Guidebook: Benchmarking and Energy and Water Savings Tool for the Wine Industry”, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, pp. 26, 2005.
- [49] C. Galitsky, E. Worrell and A. Radspieler, “BEST Winery Guidebook: Benchmarking and Energy and Water Savings Tool for the Wine Industry”, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, pp. 58, 2005.
- [50] A. M. R. Mendonça, “Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudos de caso da Herdade dos Grous e Herdade da Míngorra”, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.
- [51] F. C. Relvas, “Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudos de caso na região do Alentejo,” Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.
- [52] S. A. A. Baêta, “Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudos de caso da Adega Mayor e Granacer”, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.
- [53] M. Smyth and A. Nesbitt, “Energy and English wine production: A review of energy use and benchmarking,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 23, no. 1, pp. 85–91, 2014.
- [54] Vinhos do Alentejo, “Redução de consumos e gestão de água na adega” [Online]. Available: <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/melhores-praticas-na-adega/agua/reducao-de-consumos-e-gestao-de-agua-na-adega> [Accessed: 06-09-2017]

Anexo I – Dados técnicos/elétricos do módulo fotovoltaico SW 265 POLY

Sunmodule[®] Plus

SW 265 POLY



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

		SW 265
Maximum power	P_{max}	265 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	37.9 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	31.1 V
Short circuit current	I_{sc}	9.14 A
Maximum power point current	I_{mp}	8.62 A
Module efficiency	η_m	15.81 %

Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled, ID 0000039351) *STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5


		SW 265
Maximum power	P_{max}	200.2 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	35.0 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	28.7 V
Short circuit current	I_{sc}	7.49 A
Maximum power point current	I_{mp}	6.97 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 97% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	-0 Wp / +5 Wp
Maximum system voltage IEC	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40°C - +85°C
Maximum Design Loads (Two rail system)*	+5.4 kN/m ² / -3.1 kN/m ²
Maximum Design Loads (Three rail system)*	+8.5 kN/m ² / -3.1 kN/m ²

*Please refer to the Sunmodule installation instructions for the details associated with these load cases.



COMPONENT MATERIALS

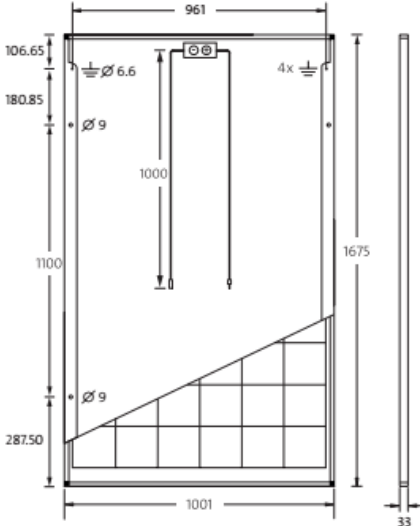
Cells per module	60
Cell type	Poly crystalline
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	Tempered safety glass (EN 12150)
Back	Film, white
Frame	Clear anodized aluminum
J-Box	IP65
Connector	Amphenol H4 UTX

DIMENSIONS / WEIGHT

Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Weight	18.0 kg

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TK I_{sc}	0.070 %/K
TK U_{oc}	-0.30 %/K
TK P_{mp}	-0.38 %/K



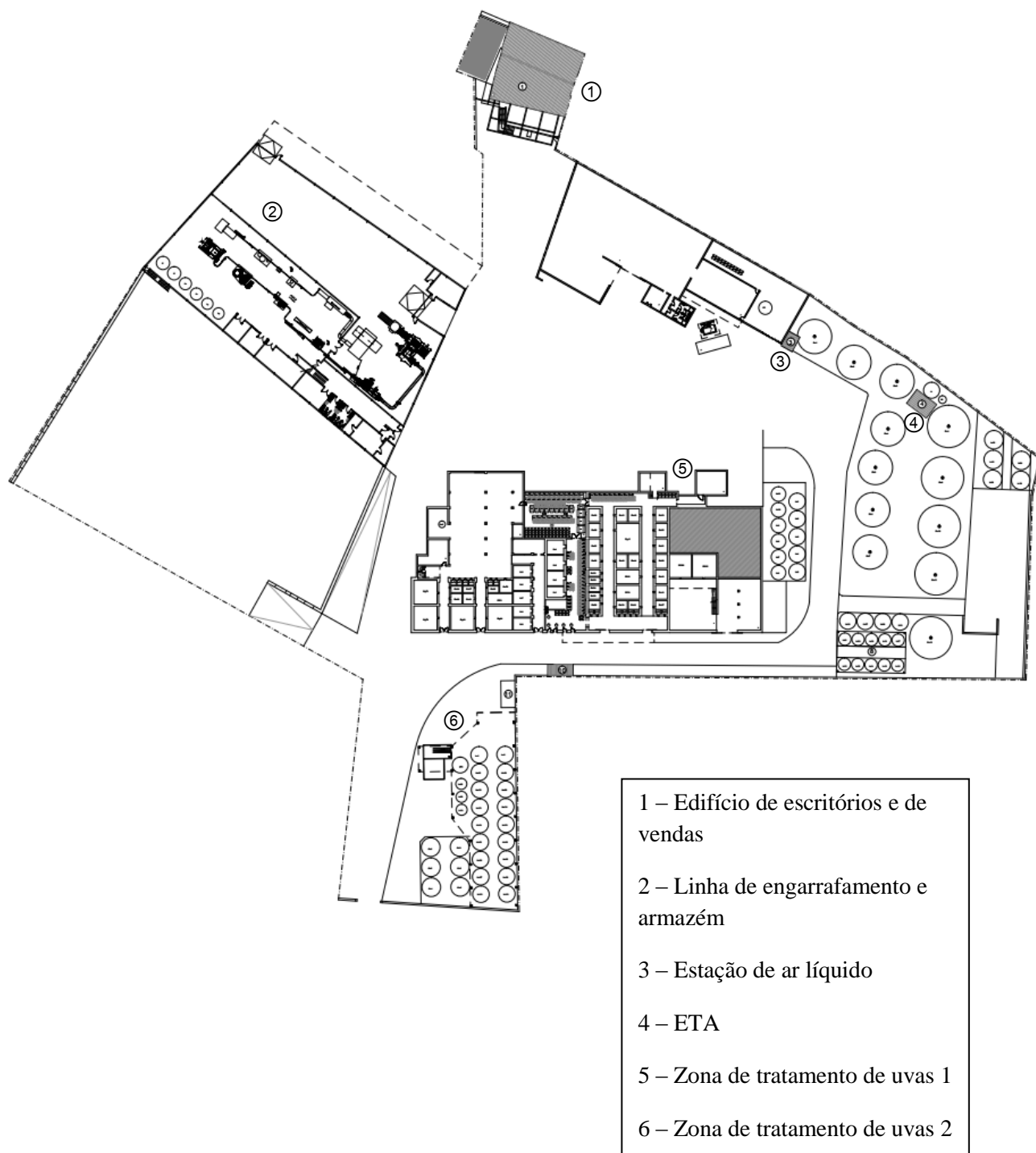
CERTIFICATES AND WARRANTIES

	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
Certificates	IEC 62716	IEC 60068-2-68	IEC 61701
Warranties	Product Warranty		20 years
	Linear Performance Guarantee		25 years

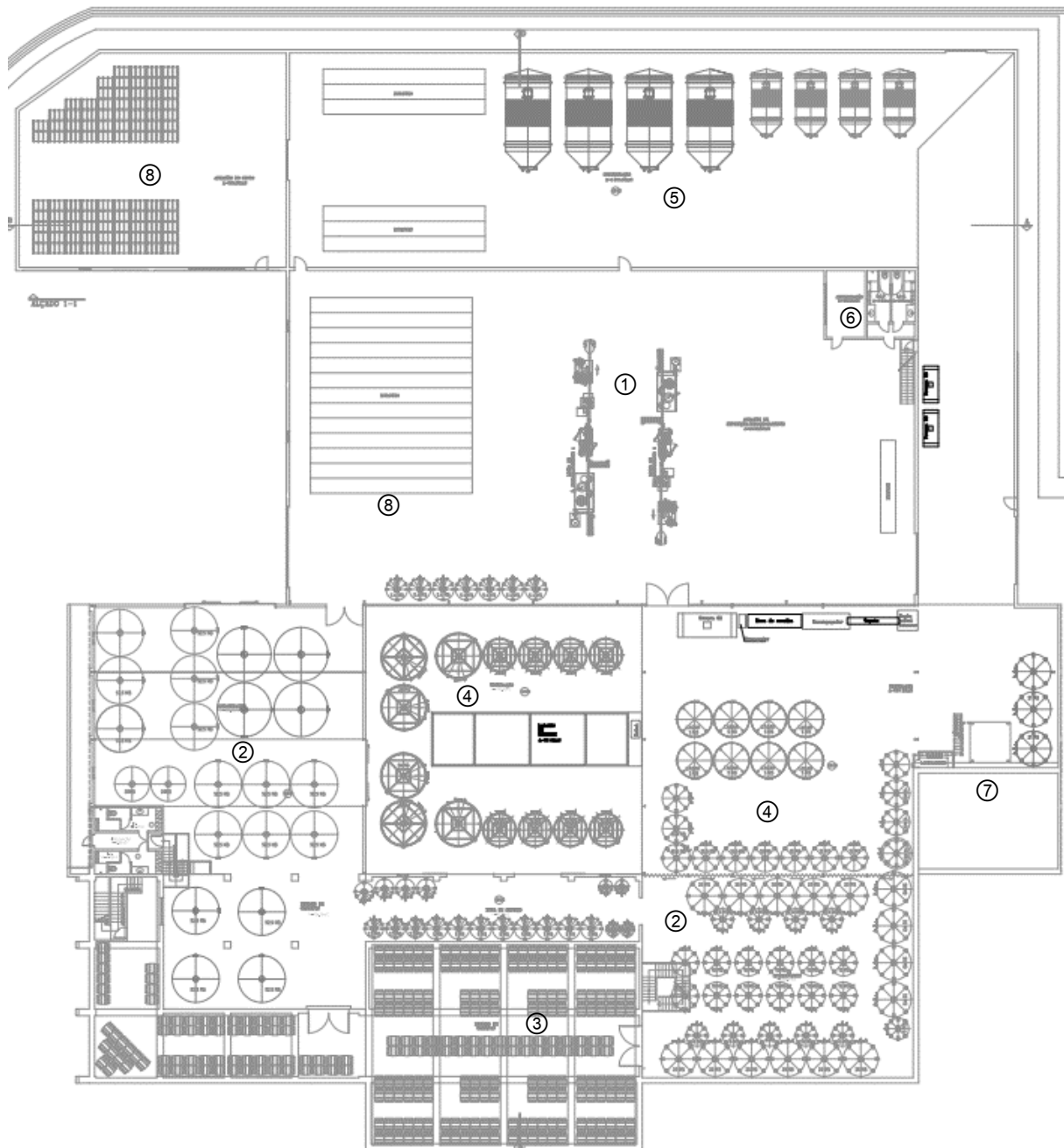
90002480 | V1.2017-01-01-EN

SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

Anexo II – Planta da Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito



Anexo III – Planta da adega da Herdade das Servas



- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 – Linha de engarrafamento | 5 – Zona das cubas de fermentação rotativas |
| 2 – Zona das cubas de estágio | 6 – Refeitório |
| 3 – Zona de estágio em barricas | 7 – Zona de receção de uvas tintas |
| 4 – Zona das cubas de fermentação | 8 – Zona de armazenamento |

Anexo IV – Lista de equipamentos elétricos utilizados na ACVCA

Equipamento	Un.	Potência (kW)	Equipamento	Un.	Potência (kW)
Bomba (ETAR/ETA) 1	2	0.37	Iluminação (fluorescente tubular) 5	14	0.058
Bomba (ETAR/ETA) 2	3	0.55	Iluminação (fluorescente tubular) 6	38	0.018
Bomba (ETAR/ETA) 3	2	5.5	Iluminação (fluorescente tubular) 7	12	0.036
Bomba (ETAR/ETA) 4	2	3	Iluminação (holofote halogéneo) 1	1	0.4
Bomba (ETAR/ETA) 5	2	1.5	Iluminação (holofote halogéneo) 2	3	0.15
Bomba (ETAR/ETA) 6	2	4	Iluminação (holofote halogéneo) 3	2	0.15
Bomba (ETAR/ETA) 7	2	3	Iluminação (holofote halogéneo) 4	19	0.25
Bomba 1	1	3	Iluminação (holofote halogéneo) 5	1	0.4
Bomba 2	1	11.9	Iluminação (holofote halogéneo) 6	3	0.15
Bomba de circulação de água 1	1	11	Iluminação (incandescente)	10	0.06
Bomba de circulação de água 2	3	4	Lagar	2	0.37
Bomba de circulação de água 3	2	8	Motor 1	18	1.1
Bomba de circulação de água 4	8	1.5	Motor 2	3	5
Bomba de circulação de água 5	2	6	Motor 3	1	0.18
Bomba de trasfega	5	3	Motor 4	13	0.75
Bomba de circulação de água 6	2	5.5	Motor 5	1	7
Bomba de circulação de água 7	1	7.5	Motor 6	3	0.37
Bomba de circulação de água 8	1	4	Motor 7	4	1.5
Bomba de circulação de água 9	2	2.2	Motor para cubas 1	1	0.18
Chiller 1	1	127	Motor para cubas 2	1	3
Chiller 2	1	100	Motor para cubas 3	1	1.8
Chiller 3	1	128	Prensa 1	1	15
Chiller 4	1	96	Prensa 2	1	15
Compressor 1	1	15	Prensa 3	2	25
Compressor 2	2	22	Sem-fim (balsa) - motor 1	3	4
Cuba de fermentação	10	4	Sem-fim (balsa) - motor 2	2	6
Filtro de terras 1	1	13.25	Sem-fim 1	1	2.2
Filtro de terras 2	1	25.75	Sem-fim 2	1	7
Ganimedes (circuito de óleo)	2	5.5	Sem-fim 3	1	5
Iluminação (fluorescente tubular) 1	16	0.058	Sem-fim 4	2	8
Iluminação (fluorescente tubular) 2	125	0.058	Tapete (balsa)	4	2.2
Iluminação (fluorescente tubular) 3	33	0.036	Tegão 1	1	22.55
Iluminação (fluorescente tubular) 4	17	0.018	Tegão 2	1	42.7

Anexo V – Lista de equipamentos elétricos utilizados na Herdade das Servas

Equipamento	Un.	Potência (kW)	Equipamento	Un.	Potência (kW)
Bomba (refrigeração) 1	1	2.2	Motor (linha de engarrafamento) 3	1	1.5
Bomba (refrigeração) 2	1	1.5	Motor (linha de engarrafamento) 4	1	2.1
Bomba (refrigeração) 3	2	3	Motor (linha de engarrafamento) 5	1	6.8
Bomba (refrigeração) 4	1	1.5	Motor (linha de engarrafamento) 6	1	3.723
Bomba (refrigeração) 5	1	5.6	Motor (linha de engarrafamento) 7	1	4.03
Bomba (remontagem) 1	14	5.5	Motor (linha de engarrafamento) 8	1	5.5
Bomba 1	1	4	Motor (linha de engarrafamento) 9	1	22.5
Bomba 2	2	0.75	Motor 1	2	0.75
Bomba 3	2	0.75	Motor 10	1	1.1
Bomba 4	1	8.5	Motor 11	1	0.75
Bomba 5	1	2.2	Motor 12	1	0.09
Bomba 6	1	7.5	Motor 13	1	1.1
Chiller	1	25.5	Motor 14	2	7.5
Compressor 1	1	5.5	Motor 2	1	2.2
Compressor 2	1	15	Motor 3	1	6.4
Cuba rotativa 1	6	9.2	Motor 4	2	3.2
Cuba rotativa 2	4	3	Motor 5	1	0.73
ETAR/ETA	1	10	Motor 6	1	1.1
Filtro tangencial	1	9	Motor 7	1	4.1
Iluminação (halogéneo)	20	0.25	Motor 8	1	0.75
Iluminação (LED)	58	0.04	Motor 9	1	0.55
Motor (linha de engarrafamento) 1	12	0.5	Prensa 1	1	17.1
Motor (linha de engarrafamento) 10	1	0.7	Prensa 2	1	15.2
Motor (linha de engarrafamento) 11	1	4.5	Sem-fim 1	1	1.5
Motor (linha de engarrafamento) 12	1	0.5	Sem-fim 2	1	5.5
Motor (linha de engarrafamento) 13	1	2	Tapete (balsa)	1	0.26
Motor (linha de engarrafamento) 2	1	0.26	Tegão de uvas brancas	1	1.1

Anexo VI – Lista de equipamentos elétricos utilizados na Roquevale

Equipamento	Un.	Potência (kW)	Equipamento	Un.	Potência (kW)
Bomba (ETAR/ETA) 1	1	1.1	Iluminação (LED)	22	0.006
Bomba (ETAR/ETA) 2	1	0.55	Iluminação (vapor de mercúrio)	60	0.25
Bomba (ETAR/ETA) 3	2	1.77	Lagar	1	4
Bomba (ETAR/ETA) 4	2	1.1	Motor (balança) 1	1	27
Bomba (ETAR/ETA) 5	2	4	Motor (balança) 2	1	1.1
Bomba (ETAR/ETA) 6	1	1.1	Motor (linha de engarrafamento) 1	1	18
Bomba (ETAR/ETA) 7	1	5.5	Motor (linha de engarrafamento) 2	1	8.1
Bomba (ETAR/ETA) 8	1	1.5	Motor (linha de engarrafamento) 3	1	5
Bomba (ETAR/ETA) 9	1	2.2	Motor (linha de engarrafamento) 4	1	4.5
Bomba (linha de engarrafamento) 1	1	2.2	Motor (linha de engarrafamento) 5	1	11
Bomba (linha de engarrafamento) 2	1	1.8	Motor (linha de engarrafamento) 6	1	3
Bomba (linha de engarrafamento) 3	1	2	Motor (linha de engarrafamento) 7	5	0.37
Bomba (remontagem)	10	1	Motor (linha de engarrafamento) 8	1	7.5
Bomba (tratamento de uvas) 1	2	5.5	Motor (linha de engarrafamento) 9	1	7.5
Bomba (tratamento de uvas) 2	1	0.75	Motor (linha de engarrafamento) 10	2	0.75
Bomba (tratamento de uvas) 3	1	1.5	Motor (linha de engarrafamento) 11	1	3.5
Bomba (tratamento de uvas) 4	4	0.55	Motor (linha de engarrafamento) 12	2	2
Bomba (tratamento de uvas) 5	9	1.5	Motor (linha de engarrafamento) 13	1	2.2
Bomba (tratamento de uvas) 6	1	6	Motor (linha de engarrafamento) 14	2	1
Bomba (tratamento de uvas) 7	1	1.5	Motor (linha de engarrafamento) 15	4	0.55
Bomba (tratamento de uvas) 8	3	4.5	Motor (linha de engarrafamento) 16	1	2.2
Bomba (tratamento de uvas) 9	1	3.3	Motor (linha de engarrafamento) 17	1	10.56
<i>Chiller</i>	1	310	Motor (linha de engarrafamento) 18	1	0.5
Compressor 1	1	4	Motor (linha de engarrafamento) 19	9	0.55
Compressor 2	2	12.3	Motor (linha de engarrafamento) 20	1	10
Cuba rotativa	4	2	Prensa 1	1	6.6
Desengaçador	2	3.1	Prensa 2	1	5.6
Filtro de fluxos cruzados	1	17.2	Prensa 3	1	10
Iluminação (fluorescente tubular) 1	10	0.018	Prensa 4	1	9.2
Iluminação (fluorescente tubular) 2	15	0.036	Sem-fim 1	1	5.5
Iluminação (fluorescente tubular) 3	78	0.058	Sem-fim 2	1	4
Iluminação (fluorescente)	131	0.018	Sem-fim 3	1	5.5
Iluminação (halogéneo) 1	2	0.25	Sem-fim 4	4	5
Iluminação (halogéneo) 2	22	0.035	Tegão de uvas brancas	1	4
Iluminação (halogéneo) 3	2	0.5			