

Requalificação de um campo de golfe com base na sustentabilidade ambiental

Mestrado em Agronomia

André Francisco Mateus Silva, 5856.

Beja, setembro de 2022.

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária

Mestrado em Agronomia

Requalificação de um campo de golfe com base na sustentabilidade ambiental

Relatório de estágio, realizado na empresa Dom Pedro Hotels & Golf Collection, apresentado na
Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja

Elaborado por:

André Francisco Mateus Silva

Orientado por:

Professor Doutor Pedro Manuel do Vale Oliveira e Silva

Beja

2022

Resumo

Requalificação de um campo de golfe com base na sustentabilidade ambiental

O golfe, enquanto atividade desportiva e cultural, por envolver a utilização de recursos naturais e ser uma atividade potencialmente influenciadora dos ecossistemas, tem visto a sua gestão debatida em diversos meios pela necessidade de serem repensadas medidas de gestão sustentável destes espaços. A utilização de medidas preventivas para a manutenção de espaços de qualidade envolve a ponderação das escolhas do tipo de relvado conciliando a sustentabilidade ambiental com os objetivos de cada área que constitui um campo de golfe, a gestão dos recursos hídricos e produtos fitofarmacêuticos adequando-os tanto à região como ao tipo de solo e às diferentes necessidades das culturas selecionadas.

O estudo detalhado da requalificação de um campo de golfe na região algarvia pretende espelhar as diferentes etapas envolvidas neste processo repensando a escolha do sistema de rega, da relva e das diferentes variedades selecionadas, da aplicação de diferentes produtos fitofarmacêuticos e, por fim, comparar os consumos dos recursos hídricos quando selecionadas culturas com menores necessidades hídricas. Os resultados desta comparação foram ainda prematuros e inconclusivos, deixando um contributo teórico de diferentes pontos a considerar em investigações futuras.

Palavras-chave: algarve, golfe, sustentabilidade ambiental, relva, rega, recursos hídricos.

Abstract

Requalification of a golf course based on environmental sustainability

Golf, as a sport and cultural activity, involves the use of natural resources and has the potential to influence ecosystems. It has seen its management debated in various media given the need to reconsider measures for the sustainable use of its spaces. Preventive measures for the maintenance of spaces of high quality involve weighing options on the type of turf, reconciling environmental sustainability with the objectives of each golf course, management of water resources and plant protection products, adapting them both to the region as to the type of soil and the different needs of the selected cultures.

The detailed study of the requalification of a golf course in the Algarve region based on environmental sustainability, aims to reflect the different stages involved in this process, rethinking the choice of irrigation systems, turf and the different selected varieties, the application of different plant protection products and, finally, comparing water consumption resources when crops with lower water requirements are selected. The results of this comparison were premature and inconclusive, leaving a theoretical contribution of different points to be considered in future investigations.

Keywords: algarve, golf, environmental sustainability, grass, irrigation, water resources.

Agradecimentos

Ao orientador de mestrado, o professor doutor Pedro Oliveira Silva pelo tempo despendido mesmo fora de horas, pela disponibilidade, dedicação a este projeto e palavras de incentivo.

À instituição Dom Pedro *Hotels & Golf Colletion* pelo acolhimento imediato desta proposta de estudo e pela possibilidade de analisar ao detalhe todos os passos desta requalificação facilitando o acesso a todos os dados.

Ao Eng. Rui Grave pela orientação, disponibilidade e apoio ao longo deste trabalho.

Ao *greenkeeper* Bruno Inácio por toda a disponibilidade, palavras de incentivo, atenção ao detalhe mesmo quando a desmotivação ou a insegurança se fizeram sentir.

Aos colegas do Dom Pedro Laguna pela partilha de toda a experiência, companheirismo e incentivos dados.

Aos colegas do mestrado em agronomia pelo apoio e companheirismo ao longo destes 2 anos.

À minha família, em particular os meus pais e irmã pelo apoio e confiança nas minhas decisões.

À Cátia por toda motivação, compreensão, disponibilidade, dedicação e apoio para finalizar este percurso, sem ela nunca teria conseguido realizar este trabalho.

Índice

1.	Introdução.....	1
2.	Enquadramento Conceptual	2
2.1.	O Golfe e a sua evolução	2
2.2.	Componentes de um campo de golf.....	4
2.3.	O Golfe em Portugal	6
2.4.	Golfe no Algarve	6
2.5.	Sustentabilidade	7
2.6.	Tipos de relva	8
2.7.	Rega	10
2.8.	Reaproveitamento da água.....	12
3.	Objetivos.....	13
4.	Metodologia	14
4.1.	Caso de Estudo	14
4.2.	Instrumentos	15
4.3.	Procedimento.....	21
4.3.1.	Eliminar relvas e infestantes detetados	21
4.3.2.	Levantamento topográfico	22
4.3.3.	Elaboração e instalação do projeto de rega.....	22
4.3.4.	Preparação do terreno	23
4.3.5.	Seleção do tipo de relva e plantação/sementeira	26
4.3.6.	<i>Grow- in</i>	31
4.3.7.	Manutenção geral	31
5.	Resultados.....	31
6.	Discussão	35
6.1.	Alteração das relvas	35
6.2.	Consumo dos recursos hídricos	36

6.3. Pontos Fortes, Limitações e Implicações.....	37
7. Conclusões.....	38
8. Bibliografia.....	40
Anexos.....	44
Anexo 1. Planta de Rega do campo de golfe Dom Pedro Laguna Vilamoura.....	44

Índice de figuras

Figura 1. Exemplo de Campo de Golfe Links.....	3
Figura 2. Exemplo de Campo de Golfe Parkland.....	3
Figura 3. Exemplo de Campo de Golfe Desert.....	4
Figura 4. Exemplo de Campo de Golfe Heathland.....	4
Figura 5. Componentes de um buraco de golfe.....	4
Figura 6. Terreno após eliminação de relvas com infestantes visíveis.....	21
Figura 7. Aerificação para partir a camada superficial do terreno.....	23
Figura 8. Processo de construção do sistema de drenagem.....	24
Figura 9. Transplantação de uma palmeira.....	25
Figura 10. Plantação de greens.....	27
Figura 11. Ilustração de top dressing.....	28
Figura 12. Bermuda King.....	28
Figura 13. Trator com rolo.....	29
Figura 14. Rega após a plantação.....	29
Figura 15. Hidrossementeira.....	30
Figura 16. Bunker rake e semeador.....	30
Figura 17. Buraco 18 com etapa do processo de pre-plantação e já com a relva bermuda de variedade Tahoma 31 e Gobi desenvolvidas.....	32
Figura 18. Buraco 7 com etapa do processo de pre-plantação e já com a relva bermuda de variedade Tahoma 31 e Gobi desenvolvidas.....	32
Figura 19. Buraco 8 com etapa do processo de pre-plantação e já com a relva bermuda de variedade Tahoma 31, Gobi e MiniVerde™ em desenvolvimento.....	33
Figura 20. Buraco 9 com etapa do processo de pre-plantação e já com a relva bermuda de variedade Gobi em desenvolvimento.....	33

1. Introdução

O golfe, como qualquer setor de negócio, afeta a sociedade e o ambiente. Ao longo da sua evolução enquanto desporto foi necessária a utilização de mais recursos para a sua construção e manutenção. Atualmente, é responsável por minimizar os impactos negativos trazendo, cada vez mais, ao debate público a sustentabilidade e, por outro lado, é também responsável por maximizar os benefícios potenciando o desenvolvimento económico e o enriquecimento da ecologia paisagística.

A urgente necessidade de repensar a utilização dos recursos tem por base as evidentes alterações climáticas que se têm feito sentir um pouco por todo o mundo e também em Portugal colocando alguns recursos limitados sob enorme pressão, como é o caso da água pela sua utilidade direta e indireta. Assim, a necessidade de repensar estruturas cuja construção não detalhava o cuidado com este recurso limitado parece tornar-se de extrema utilidade bem como a reflexão sobre medidas que contribuam para a sustentabilidade na utilização de outros produtos.

Este relatório propõe uma reflexão que tenha em consideração medidas eficazes para um desenvolvimento sustentável na gestão dos recursos num campo de golfe partindo de uma reflexão teórica e relatando o aproveitamento dos recursos e as escolhas sustentáveis na requalificação do campo de golfe Dom Pedro Laguna em Vilamoura. Serão merecedoras de destaque as medidas sustentáveis pensadas para contribuir para uma prática desportiva consciente e cuidadosa com o ambiente e, em particular, com os recursos hídricos. Esta requalificação reflete escolhas que aliviam a pressão sobre este recurso, mas tem também em consideração a manutenção de uma biodiversidade associada a estes espaços bem como o desenvolvimento económico que esta prática desportiva traz à região algarvia.

2. Enquadramento Conceptual

2.1. O Golfe e a sua evolução

Embora existam inúmeras teorias sobre a origem do golfe as evidências bibliográficas mais significativas apontam para o ano de 1360 nos Países Baixos (Bernardes, 2007).

Na época, o jogo era denominado por “*Kolven*” ou “*Colf*”. Era praticado pelas ruas, em percursos que iam de um ponto inicial e terminavam longe, por exemplo na porta de uma igreja. O vencedor era o que alcançasse este ponto com o menor número de tacadas. Devido aos estragos provocados na via pública este jogo foi proibido nos Países Baixos, voltando a ser permitido, décadas mais tarde, apenas em campos abertos ou sobre as superfícies geladas de lagos e lagoas (Bernardes, 2007).

Dada a boa relação entre os Países Baixos e a Escócia, o jogo acabou por migrar ficando cada vez mais popular junto dos escoceses e perdendo força e popularidade no seu país de origem. Esta evolução prendia-se, por um lado, com a época vivida onde a tripulação dos navios acabava por ter algum tempo livre, mas também pelas condições naturais dos terrenos arenosos do leste da Escócia, os conhecidos *links* escoceses (Bernardes, 2007). Estes terrenos não possuíam utilidade agrícola e apresentavam vegetação rastejante onde, com facilidade, se faziam covas (*bunkers*), e se introduziam as bolas batidas com tacos de madeira tornando-os, assim, excelentes ambientes naturais para jogar golfe (Almeida, *et al.*, 2009).

A evolução das componentes do jogo de golfe desenvolveu-se a par das formas e obstáculos naturais presentes em cada terreno. A proliferação deste desporto foi-se associando a zonas onde as paisagens e as formas naturais dos terrenos se mostravam adequadas para o efeito sendo que, quanto mais se afastava da zona costeira, maior era o desafio para recriar um ambiente satisfatório para os campos de golfe que geralmente se associava a características litorais (Almeida, *et al.*, 2009).

A transformação de terrenos incultos em campos de golfe com uma topografia similar aos da zona costeira mostrou-se um desafio sendo este atenuado pela ausência de preocupação relativamente à rega já que com as condições climáticas das zonas em causa – chuvosas - e os verões com temperaturas moderadas, a relva não morria, rejuvenescendo rapidamente com a chegada da chuva e de temperaturas mais baixas. Nestes ambientes, a presença de corredores naturais, embora dificultasse a prática do jogo, facilitava no momento de encontrar a bola e a existência deste tipo de vegetação constituía ainda um excelente habitat de vida selvagem (Almeida, *et al.*, 2009).

As técnicas para converter a terra em campos de golfe foram evoluindo tornando-se mais apuradas ao longo dos tempos. Neste sentido, foi possível transformar paisagens com condições naturais difíceis, incultas e inóspitas em campos golfe (Almeida, *et al.*, 2009). Esta evolução conduz-nos aos tempos atuais, nos quais os campos de golfe são construídos em todo o tipo de terrenos, mesmo em pântanos, desertos e encostas montanhosas (Almeida, *et al.*, 2009). Os campos de golfe podem assumir inúmeras designações dependendo da constituição do terreno assumindo, assim, quatro designações mais comuns: *Links*, *Parkland*, *Desert* e *Heathland*.

Em função do terreno, descrição mais relevante para este trabalho, são destacados na literatura os seguintes quatro tipos:

- **Campos de Golfe *Links***: Com o estilo de campo mais antigo, os *links* caracterizam-se por uma zona ampla, ondulada associada à zona costeira por possuir dunas, parques naturais e poucas árvores. Nestes espaços o solo é arenoso o que permite uma boa drenagem. A naturalidade deste terreno, pela sua localização espacial, torna-o uma grande atração, sendo as principais competições disputadas neste tipo de campos (Puig, 2022).



Figura 1. Exemplo de Campo de Golfe Links.
(Humphreys, 2020)

- **Campos de Golfe *Parkland***: Campos caracterizados por apresentarem longos espaços verdes com inúmeras árvores sendo caracterizados por possuírem terrenos mais planos. Estes campos surgiram quando o golfe se começou a afastar da zona costeira onde a vegetação se apresenta de forma mais intensa (Golf, 2020).



Figura 2. Exemplo de Campo de Golfe Parkland.
(Isaacson, 2020)

- **Campos de Golfe Desert:** Menos comum, este tipo de campo surge em áreas com clima mais árido. Ambiente pouco natural precisando de intervenção humana é tendencialmente construído em zonas de deserto natural. Visualmente são campos que apresentam menos relva, apenas em espaços fundamentais (Golf, 2020).



Figura 3. Exemplo de Campo de (Lomas, 2021)

- **Campos de Golfe Heathland:** Caracterizados por possuírem áreas abertas com vegetação baixa, o solo é arenoso e o terreno apresenta suaves ondulações. A sua necessidade de manutenção é mais baixa quando comparado com os outros campos, aparentando, por isso, ser um espaço menos cuidado (Golf, 2020).



Figura 4. Exemplo de Campo de Golfe Heathland. (Korving, 2020)

2.2. Componentes de um campo de golf

A construção de um campo de golfe pressupõe a preparação do terreno prévio à plantação/semearia da relva. A escolha do tipo de relva depende da localização geográfica do campo, respetivos constituintes e dos objetivos específicos de um buraco do golfe (Fig.5). O buraco de golfe é o espaço que vai desde o ponto de partida da bola (*tee*) (a) até ao *green* (c) (Fragoso, 2021).



Figura 5. Componentes de um buraco de golfe. (Fragoso, 2021)

O campo, regra geral, compõe-se por 9 ou 18 buracos de jogo, com comprimentos diferentes uns dos outros, variando o comprimento do somatório das linhas, entre aproximadamente os 5.500 e os 6.500 metros (Fragoso, 2021).

Atualmente, os campos de golfe possuem espaços atraentes pela beleza do verde que os *fairways*, os *greens* e os *roughs* apresentam. Esta beleza é complementada pela definição dos *surrounds* e *bunkers* (Almeida, *et al.*, 2009). Para especificar a terminologia utilizada:

- O *tee* ou ponto de partida (a-fig.5) é a área onde o jogador bate a primeira tacada de cada buraco (Fragoso, 2021).

- O *green* (c-fig.5) é a zona onde se encontra o buraco, propriamente dito, em que se pretende introduzir a bola. Os *greens* têm dimensões muito variadas e apresentam-se com a relva cortada muito rente. Habitualmente, não são locais planos desafiando os jogadores na leitura de jogo pelo desnível apresentando (Fragoso, 2021).

- Designamos por *fairway* (b-fig.5), a zona do buraco que apresenta a relva cortada entre o ponto de partida e o *green* (Fragoso, 2021).

- Á área que rodeia o *green* dá-se o nome de *surround*. Geralmente, a relva nesta zona está cortada a uma altura intermédia entre o *fairway* e o *green* (Almeida, *et al.*, 2009).

- O *championswalk* é o caminho que liga os *tees* aos *fairways*. Este percurso tem a relva com corte mais baixo do que a dos *roughs* aproximando-se à altura de corte dos *tees*.

- Fazendo ainda parte do buraco e constituindo-se como obstáculos, que o jogador terá que ultrapassar, encontram-se, alguns espaços com água (lagos, riachos) e *bunkers* - zonas côncavas, regra geral profundas, com areia (Fragoso, 2021).

- A todo o terreno que circunda o *fairway* e o *green* chama-se "*rough*". A relva que nele se encontra não é tão baixa como nas duas outras zonas ou possui outro tipo de vegetação ou simples ausência desta (Fragoso, 2021).

- O *buraco* (*hole*), considerado o alvo, o objetivo do jogador. Este obedece a algumas normas podendo ser feito em quase toda a área do *green*, tem um diâmetro de 10,79 cm. No buraco é colocada uma bandeira para permitir ao jogador estimar, em cada momento, a distância a que se encontra do buraco (Fragoso, 2021).

2.3. O Golfe em Portugal

O golfe é um desporto de excelência no que concerne à sua capacidade de impulsionar o turismo e de trazer a Portugal inúmeros turistas europeus. Atualmente, em Portugal existem 91 campos de golfe distribuindo-se por todo o país mas encontrando-se em maior número na região do Algarve que conta com 40 campos (DN/LUSA, 2018).

Os dados que têm sido divulgados pelo turismo de Portugal referem-se ao golfe como um produto estratégico para atrair o turismo colocando-o em três vertentes: o desporto, o negócio e o produto turístico.

Na vertente desportiva é expectável que ao aumentar o número de praticantes nacionais, seja possível aumentar o número de campos numa tentativa de atenuar a sazonalidade desta prática e impulsionar o turismo ao longo do ano. O cuidado com os campos e a excelência na sua qualidade podem atrair-se importantes competições a nível internacional como, por exemplo, a candidatura à Ryder Cup (Mendonça, 2011).

Na vertente de negócio é a movimentação de valores no setor privado, aquela que mais se tem em consideração. O golfe é o desporto ideal para atrair residentes estrangeiros com elevado poder de compra potenciando o turismo residencial. Todo este foco prevê a potenciação do emprego indiferenciado e qualificado pela criação de postos de trabalho diretos e indiretos. (Mendonça, 2011).

Na vertente de produto turístico, Portugal é um dos poucos países que desenvolve o golfe como 39º produto estratégico turístico, investindo consideravelmente na área de promoção com intuito de atrair turistas/jogadores com elevada disponibilidade financeira (Mendonça, 2011).

Os modelos de gestão para uma sustentabilidade ambiental conferem ao golfe a credibilidade e o prestígio nas três vertentes acima mencionadas.

2.4. Golfe no Algarve

Diversas vezes considerado o melhor destino para a prática de golfe do mundo por revistas da modalidade e associações internacionais de operadores turísticos especializados, o Algarve faz jus a esta distinção mantendo uma qualidade irrepreensível e oferecendo a quem chega o acesso a estruturas diversificadas no que toca a esta prática e um clima que permite a sua prática durante todo o ano (VisitPortugal, 2013). Muitos destes campos são reconhecidos internacionalmente pela qualidade das suas instalações, em que a arquitetura é assinada por

jogadores prestigiados e campeões lendários (p.ex.: o Dom Pedro Victoria assinado pelo Arnold Palmer).

Os campos distribuem-se de um extremo ao outro da região. À beira mar ou no interior, planos ou montanhosos, a escolha é diversificada. As zonas luxuosas do Algarve permitem que os campos combinem *links* e *fairways* com falésias, lagos e *bunkers*, proporcionando linhas de jogo de elevada categoria (VisitPortugal, 2013).

No Sotavento da região algarvia os campos são mais planos. É o caso do campo de golfe Dom Pedro Laguna, em Vilamoura, num terreno relativamente plano e aberto, com muitos obstáculos de água. É consideravelmente diferente dos outros percursos no empreendimento e muitos das suas linhas conferem ao campo um ambiente de “*links*”. Foi pensado pelo arquiteto Norteamericano Joseph Lee que, em 1990, desenhou e projetou este campo com 18 buracos que proporcionam aos jogadores diversas opções e soluções de jogo, uma característica típica no traço do seu autor (DomPedroGolf, 2008).

O Dom Pedro Laguna Golf Course está integrado num *resort* de golfe e partilha uma grande e acolhedora *clubhouse* com outro campo de golfe, o vizinho, Millennium Golf Course. A singularidade do seu *design* revela-se no posicionamento estratégico de *bunkers* e obstáculos de água, todos requerendo bastante perícia de jogo para ser evitados ou ultrapassados (Breitner, 2021).

Este campo tem sido objeto de melhorias contínuas ao longo dos anos sendo o presente trabalho descritivo das alterações realizadas considerando todas as necessidades, nomeadamente, o sistema de rega com ruturas contínuas que exigem uma manutenção constante e a necessidade de uniformização do mesmo; o sistema de drenagem inexistente ou desatualizado acabando por não drenar a água convenientemente provocando zonas de encharcamento e o relvado pouco homogéneo onde as relvas infestantes se alastraram diminuindo a qualidade dos jogos e exigindo aplicação constante de produtos fitofarmacêuticos.

2.5. Sustentabilidade

A sustentabilidade é uma necessidade cada vez mais emergente e debatida em todo o mundo. De acordo com a *Forbes* em fevereiro de 2022, só no ano passado foram parar ao oceano cerca de 11 milhões de toneladas de plástico. Ainda que ao longo do tempo tenham sido, um pouco por todo o mundo, adotadas medidas para a redução do desperdício, dada a velocidade a que o ser humano consome o plástico e os recursos naturais do planeta estas medidas têm-se mostrado insuficientes sendo cada vez mais evidentes os esforços que precisam de ser feitos

por parte de todos os setores neste sentido. Os campos de golfe não são exceção e estão a juntar-se a este movimento global com a missão de reduzir a pegada ambiental.

A integração da sustentabilidade num desporto como o golfe parece assumir cada vez mais relevância. Esta prática encontra-se dependente da criação de um sistema de gestão ambiental por forma a promover a sustentabilidade através da melhoria da eficiência, como a redução do consumo e desperdícios, uso sustentável dos recursos, prevenção da diversidade natural, social e cultural, e introdução de estratégias integradas na gestão de pragas e doenças (Almeida & Silva, 2001).

Falar num sistema de gestão ambiental na prática do golfe implica uma reflexão alargada às suas diferentes necessidades como o tipo de relva, a rega efetuada, reaproveitamento das águas, a biodiversidade, entre outras.

Em Portugal, a maior parte dos campos de golfe construídos, têm por base solos estéreis com rápida drenagem, particularmente em algumas zonas do campo como os *greens* e *tees*. A acrescer às condições deficientes do solo encontram-se outros fatores adversos como a baixa pluviosidade e as elevadas temperaturas exigindo que os campos de golfe portugueses invistam numa boa manutenção principalmente no que toca à rega e à fertilização já que os fatores inumerados obrigam a elevados consumos de água. As condições climatéricas adversas registadas nos últimos anos têm provocado um crescimento nestes consumos. Várias previsões de evolução climatérica estimavam, já em 2009, que o acentuar da baixa pluviosidade e das elevadas temperaturas se fizessem sentir com maior frequência (Almeida, *et al.*, 2009). Confirmado este cenário, o investimento na gestão e operação dos campos de golfe nacionais, é imprescindível para fazer face ao crescimento das necessidades de rega no curto/médio prazo

2.6. Tipos de relva

A escolha do tipo de relva é um aspeto fundamental para a redução do consumo de água nos campos de golfe, uma vez que, uma relva bem-adaptada às condições climatéricas é menos dependente de fertilizantes e de produtos fitofarmacêuticos. A seleção correta do tipo de relva também tem implicação na qualidade de jogo. Quanto mais adaptada a relva estiver ao clima maior é a “firmeza” do campo. Um campo de golfe pouco firme e esponjoso é um campo com pouca qualidade para esta prática, sendo muito difícil para o jogador fazer com que a bola se movimente com facilidade e mantenha a sua trajetória.

Em termos gerais, as espécies de plantas que constituem os relvados podem ser agrupadas em dois tipos: relvas de inverno ou estação fria (*cool-season*) e relvas de estação quente ou de calor (*warm-season*). O fator de decisão por cada uma delas assenta em vários critérios sendo os mais significativos a adaptação à temperatura ambiente, necessidades hídricas, a resistência à acumulação de sais e resiliência a pragas/doenças.

As relvas de estação fria são espécies que crescem melhor a temperaturas entre os 16 e os 24°C, enquanto as relvas estação quente têm temperaturas ótimas de crescimento situadas entre os 27 e os 35°C (Du, Wang, & Huang, 2009). A diferenciação entre estas espécies centra-se, não só, nas diferenças relativas às temperaturas ótimas de crescimento, mas também na tolerância ao frio e ao calor, na quantidade de água necessária para o seu conforto hídrico (as relvas de estação quente precisam de menos água do que as relvas estação fria) e na tolerância à ausência de incidência solar (as relvas de inverno são mais tolerantes ao ensombramento) (Hoyle & Keeley, 2019), podendo as relvas de estação quente entrar em dormência no inverno enquanto as relvas de estação fria ficam verdes todo o ano (R.George, Sands, Wilson, Ingram, & Connor, 1992).

Outra diferença entre estes tipos de relvas é a sua resistência à acumulação de sais. Geralmente, as relvas de verão desenvolvem-se melhor na presença de concentrações significativas de sais e por contraste, nas relvas de inverno estas concentrações são limitantes ao seu crescimento. Todas as diferenças sinalizadas mostram-se fatores de grande relevância na seleção das relvas principalmente em zonas junto à costa e em zonas onde são utilizadas águas residuais ou dessalinizadas (Almeida, *et al.*, 2009).

As condições climáticas de Portugal, com verões quentes, tendem a destacar as relvas de estação quente como melhor opção ainda que, com a chegada dos invernos mais rigorosos estas tendam a entrar em dormência (Croce, Luca, Mocioni, Volterrani, & Beard, 2004). Por oposição, a seleção de relvas de estação fria pressupõe que se tenha em consideração a sua resistência à seca. Por esta razão, estas espécies são aconselhadas para áreas mais controladas, nomeadamente, em *greens* devido às suas exigências hídricas.

As relvas de estação quente em climas mediterrânicos, parecem mostrar algumas vantagens relativamente às relvas de estação fria. Segundo resultados apresentados no estudo realizado por Minelli e os seus colaboradores em 2013, a transição de relvas de inverno para relvas de verão provocou uma diminuição do número de horas de corte, a diminuição de 50% da aplicação

de azoto, de 100 % das aplicações de produtos fitofarmacêuticos e uma poupança de energia associada à diminuição da rega.

2.7. Rega

Num campo de golfe a rega tem como objetivo fornecer às plantas o conforto hídrico necessário que mantenha a qualidade do relvado, a estética do campo, os consumos eficientes de água e energia, a uniformização na distribuição da mesma, evitando sobreposições e a aplicação deste recurso em áreas desnecessárias (Lourenço, 2013).

As previsões do projeto “*Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*” apontam para um decréscimo da precipitação média anual entre 10 a 15% e um aumento da temperatura média anual em 3°C a 4°C. As alterações climáticas tendem a concentrar-se no Sul, região esta que, presentemente, tem recursos hídricos limitados e onde futuras restrições adicionais poderão vir a impactar significativamente o desenvolvimento económico e social nesta região de Portugal (Reis, *et al.*, 2001). Estas previsões realizadas há 21 anos atrás descrevem a situação atual desta região onde o uso dos recursos hídricos já se encontra a ser racionado.

A diminuição da precipitação na região do Algarve tem feito com que se assista a graves limitações na disponibilidade dos recursos hídricos tornando relevante a reflexão sobre a correta utilização da água, em particular, nos relvados já que 7% dos consumos desta região são usados para a rega.

Com a consciência dos efeitos provocados pelas alterações climáticas na manutenção da qualidade nos campos de golfe, algumas estratégias, procedimentos e boas práticas têm sido desenvolvidas e implementadas para assegurar a melhor sustentabilidade ambiental e social desta atividade.

A implementação de programas europeus tem assumido uma relevância desde o início da década de 90 destacando a gestão dos campos de golfe com o tema da sustentabilidade ambiental com cada vez maior importância. Prova disto é o programa europeu com a designação “Comprometidos com o Ambiente” da Unidade de Ecologia da Associação Europeia de Golfe. A nível nacional, em 1999 realizou-se o “Programa de Levantamento das Condições Ambientais dos Campos de Golfe Nacionais”, sob coordenação da Federação Portuguesa de Golfe, com a colaboração do INAG e do Instituto Superior Técnico (Velosa & Almeida, 2021).

Em 1998, os três campos de Vilamoura à época existentes (Laguna Course, Old Course, Pinhal Course), foram certificados pela Norma de Gestão Ambiental ISO 14.001. Foram os primeiros

campos de golfe a serem certificados segundo esta Norma, a qual foi estendida, em 2000, para incluir o Millennium Course e, posteriormente, em 2003, o Victoria Course (Velosa & Almeida, 2021).

No processo de certificação, a redução dos consumos e da utilização da água para rega é o aspeto mais significativo. Neste sentido, a comparação da evolução das necessidades ao longo dos anos anteriores e a definição de objetivos de redução de consumo precisou de ser documentada. A par com estes cálculos foram adquiridas ferramentas e equipamentos que permitiram não só medir com rigor os volumes de água consumidos, mas também reduzir a sua utilização. As relvas selecionadas passaram a ser as mais eficientes na utilização da água e os produtos molhantes/aderentes foram incluídos, pela primeira vez, nos planos de manutenção dos campos.

Nos estudos ambientais e de viabilização de projetos que incluam o golfe como produto turístico a água passou a ser um aspeto estudado detalhadamente e com maior significância com o objetivo de otimizar a sua utilização. Esta necessidade de adoção de medidas tem sido potenciada pela evolução das tecnologias de apoio à gestão da rega mas também pelo aparecimento de novos instrumentos preventivos de avaliação de impacto ambiental e de novas regras e legislação setorial, como a Lei da Água (Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei nº 130/2012, de 22 de junho) (Velosa & Almeida, 2021).

Atualmente, a regulamentação da captação de água de rega pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, Capítulo V – Águas de Rega define os critérios e normas de qualidade das águas da rega. Para a sua utilização encontram-se disponíveis normas regulamentadoras pelo Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio. A necessidade desta regulamentação dado o aumento da importância do controlo dos volumes consumidos já estava documentada em inúmeros estudos como visível em 2007 num estudo de Diaz e colaboradores (Diaz, Konx, & Weatherhead, 2007). Apesar da adoção de programas para a melhorar a sustentabilidade dos campos de golfe, estes podem ter margem para melhorar a sua eficiência hídrica e, atualmente, assistimos à implementação de medidas como a verificação e reparação diária de fugas nos aspersores e tubagens, monitorização diária das zonas secas e/ou encharcadas, rega noturna, utilização de agentes molhantes e utilização de sistemas de gestão de rega.

Segundo o estudo “Eficiência Hídrica Nos Campos de Golfe em Portugal”, elaborado pelo Turismo de Portugal em 2021, houve uma redução de cerca de 56 % das áreas de rega principalmente na zona dos *roughs* nos campos de golfe do Algarve. Ainda neste estudo, a maioria dos campos de golfe utiliza relvas de clima quente nas diferentes zonas do campo à exceção dos *greens* onde 97% da área se encontra coberta por relva de clima frio.

Inúmeras têm sido as sugestões deixadas pelos diversos estudos ao longo dos últimos anos centrando-se, sobretudo, na requalificação de campos para substituição das espécies de relva adotando culturas com menos necessidades hídricas reduzindo os consumos e as áreas regadas ou substituindo a água utilizada pelo reaproveitamento de águas residuais provenientes das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) ou das drenagens e a utilização de estações meteorológicas e de sensores de humidade nos solos (Velosa & Almeida, 2021).

2.8. Reaproveitamento da água

Os 40 campos de golfe presentes na região do Algarve têm dimensões aproximadas de 40ha de relvados com consumos, também aproximados, de 400 000 m³/ano⁻¹. A água para a rega destes espaços provém de captações de superfície, de aquíferos (subterrânea) e de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Esta última representada por uma percentagem de consumo inferior quando comparada com as águas que provêm dos outros locais enumerados com valores de 4,5% num consumo de 13,5 hm³/ano⁻¹/campo. Numa medida mais visual, esta percentagem apenas representa o consumo de 2 campos de golfe (Velosa & Almeida, 2021).

Uma futura utilização de águas residuais deverá considerar os compromissos acordados no Plano Regional de Eficiência Hídrica da Região do Algarve. Este plano procura promover a utilização de água residual tratada, através da identificação de potenciais utilizadores desta origem de água não potável, sobretudo em atividades económicas ligadas ao turismo, agricultura e espaços públicos. Para as áreas com maior potencial prevê-se o aprimorar de técnicas de tratamento das ETAR para um nível de qualidade compatível; a construção de infraestruturas de elevação, armazenamento e distribuição de modo a permitir a substituição de outras origens de água potável ou o uso de captações próprias, no cumprimento do regime jurídico que regulamenta a produção e utilização de água residual tratada, diminuindo os efeitos nocivos para a saúde e para o ambiente, seguindo as orientações da proposta do Regulamento Europeu sobre esta matéria (Machado & Leal, 2020).

O maior benefício da utilização de águas residuais em irrigação reside na recuperação do próprio recurso fazendo com que não existam consequências em termos de escassez ou descontinuidade do mesmo, uma vez que existe uma maior disponibilidade contínua quando comparada com a água da rega que provém dos aquíferos (Monte, 2002). Outro aspeto merecedor de destaque incide na recuperação de nutrientes essenciais à sobrevivência das

plantas já que as águas residuais tendem a conter uma maior concentração de azoto e de fósforo o que, conseqüentemente, faz diminuir a necessidade de aplicação destes nutrientes representando uma poupança em termos económicos na utilização de adubos sintéticos (Monte, 2002).

No entanto, não existem apenas aspetos positivos a destacar relativamente ao reaproveitamento das águas uma vez que estas, contêm microrganismos patogénicos, subprodutos e compostos de preocupação emergente podendo, por isso, representar riscos à saúde e ao meio ambiente. Para que tal possa ser prevenido é necessário ter em consideração as normas de qualidade definidas no Decreto-lei n.º 119/2019 de 21 de agosto, (artigo 16.º e anexo I).

Diversos parecem ser os aspetos a ter em consideração na utilização das águas residuais sendo necessário salientar que também as espécies de relvas e o solo podem ser afetadas precisando de ser medidos os potenciais de salinização bem como a tolerância à salinidade. Estes parâmetros relacionam-se com a carga de sais dissolvidos na água residual tratada e devem ser controlados com a observação dos valores de condutividade elétrica (CE) e de sólidos dissolvidos totais (SDT) (Velosa & Almeida, 2021). Uma água com boa qualidade para rega deve conter até 800 mg/l de SDT. Concentrações de SDT superiores a 2.000 mg/l afetam grande parte das relvas, podendo mesmo destruí-las (Martins, Freire, Sousa, & Ribeiro, 2006).

Atendendo às previsões de escassez de água num futuro próximo, é de extrema importância que se desenvolvam alternativas sustentáveis a curto prazo para que se possam considerar os investimentos necessários tanto a nível económico como de implementação das alternativas tendo por base as análises que pretendem ser desenvolvidas com este projeto. A reutilização de água residual tratada para rega pretende ser uma proposta a considerar na gestão da sustentabilidade dos recursos não se prevendo que a mesma seja implementada nesta requalificação, mas que as escolhas efetuadas possibilitem a sua utilização num futuro próximo.

3. Objetivos

A relevância de estudos de requalificação de campos de golfe prende-se não só com a necessidade emergente de reflexão sobre medidas sustentáveis a adotar nas diferentes vertentes deste desporto com tantas especificidades, mas também pela partilha de experiências que poderá melhorar e facilitar trabalhos de requalificação futuros. O objetivo deste relatório é

apresentar, descrever e caracterizar a requalificação dos primeiros nove buracos do campo de golfe Dom Pedro Laguna, em Vilamoura. A renovação de campos de golfe não é uma tarefa fácil nem uniforme. Cada campo tem os seus próprios problemas que precisam de ser corrigidos, mas, no final, a atualização, renovação, remodelação ou modernização de qualquer campo existente é inevitável e necessária não só pelo desporto ou campo em si, mas pela crescente necessidade de adoção de medidas sustentáveis para o meio ambiente.

Deste modo, em termos de objetivos, este projeto pretende refletir sobre o processo de requalificação com vista à melhoria da qualidade do jogo, a escolhas com vista à sustentabilidade ambiental (escolha do tipo de relva, alteração do sistema de rega) e à proteção e promoção da biodiversidade (nidificação de aves e colónia de lontras). Para que estes objetivos possam ser partilhados de forma abrangente, será descrito todo o processo de preparação do terreno, as escolhas realizadas e o motivo das mesmas, bem como, eventuais dificuldades.

4. Metodologia

Para a realização de um projeto desta dimensão foi necessária a utilização de vários recursos já existentes nas instalações em causa mas, pela sua abrangência, o recurso a material de empresas externas e utilização de recursos mais inovadores foi imprescindível para tornar este projeto mais válido e bem-sucedido.

4.1. Caso de Estudo

O caso de estudo no presente relatório teve por base o terreno do campo Dom Pedro Laguna, em Vilamoura. Situa-se num terreno relativamente plano e aberto, com muitos obstáculos de água. Distingue-se dos outros campos do empreendimento e muitas das suas linhas conferem ao campo um ambiente de “links”. Constituído por aproximadamente 30 hectares onde se encontravam plantadas uma mistura de várias relvas, nomeadamente, escalracho (*Panicum repens*), algumas variedades de bermuda (*Cynodon Dactylon*) e poas (*Poa Annua* e *Pratensis*). O sistema de rega realizava-se por aspersão fixa (sistema estacionário) através de aspersores *rainbird*, já obsoleto.

Apesar da requalificação estar a ser executada em todo o campo de golfe, o presente relatório descreve apenas o trabalho executado em 9 buracos do campo.

A requalificação pretende melhorar a qualidade do jogo e adotar medidas de manutenção mais sustentáveis mantendo a singularidade do *design* no posicionamento estratégico de *bunkers* e obstáculos de água.

4.2. Instrumentos

Para a realização do trabalho de requalificação do campo Dom Pedro Laguna foram necessários diversos instrumentos de trabalho tanto ao nível de produtos como de máquinas ou até recurso a empresas externas. A descrição de cada material ou produto e o seu respetivo objetivo ou funcionalidade encontram-se sintetizados na tabela abaixo apresentada.

Tabela 1. Tabela descritiva dos materiais/produtos utilizados e o seu objetivo ou funcionalidade

Material ou Produto	Objetivo ou Função
Herbicidas à base de <i>glifosato</i>	É o herbicida mais comum utilizado no mundo, sistémico e não seletivo. Neste caso foi utilizado na eliminação das relvas existentes.
Herbicida à base de <i>propizamida</i>	Herbicida com ação residual e sistémica de pós emergência. Controla as ervas daninhas gramíneas e algumas dicotiledóneas em pré-germinação e pós-germinação precoce das mesmas. Neste caso foi utilizado na eliminação e prevenção da geminação de infestantes.
Topógrafo	O levantamento geral da planta do campo realizada pelo topógrafo permite uma determinação mais específica do que são as necessidades/soluções a incluir no sistema de rega.
Sistema de Rega <i>RainBird</i> (1474 aspersores, tubagem de em polietileno de alta densidade 10 kg de 315mm a 50mm; 150 válvulas)	Sistema de rega com características que promovem a sustentabilidade ambiental. O sistema selecionado para esta requalificação funciona por aspersão num sistema estacionário e vai utilizar 1474 aspersores e 150 válvulas.

Trator com a alfaia *verti-drain*



Trator com a alfaia *verti-drain* é um equipamento cuja função assenta em fortalecer as raízes dos campos desportivos pelo arejamento vertical podendo este efetuar-se com ou sem extração de solo.

Neste caso a sua funcionalidade precisou de ser adaptada para descompactar o solo, tentando promover a qualidade do relvado.

Toro ProCore Aerator



A *Toro ProCore Aerator* é um equipamento de aerificação. Diferencia-se do *Verti Drain* pela sua atividade independente de um trator. Tem como objetivo de promover a qualidade do relvado. Neste caso a sua funcionalidade precisou de ser adaptada para descompactar o solo.

Máquina *Ventrac* com acessório de fresa



A *Ventrac* é uma máquina compacta, articulada cuja vantagem se centra na possibilidade de combinação com inúmeros acessórios. Esta versatilidade possibilita trabalhos de suporte de carregadores frontais à preparação do solo. A utilização da máquina *ventrac* com acessório de fresa foi utilizada neste projeto com o objetivo de trabalhar a parte superficial do terreno mantendo a topografia do campo o mais fiel possível à existente.

Barber Surf Rake



A *Barber Surf Rake* é uma máquina de limpeza equipada com um sistema de grade com dentes metálicos capaz de suportar a limpeza de detritos pesados peneirando a areia.

Habitualmente utilizada na limpeza de praias.

Neste caso, a utilização da *barber surf rake* centrou-se na remoção de pedras que ficaram à superfície. As especificidades das suas funções fazem com que a manutenção geral de um campo de golfe seja realizada sem a sua utilização, tendo sido necessário o aluguer da mesma para este trabalho.

Drag Mat



Bunker Rake



O acessório *Drag Mat* tem como objetivo alisar e nivelar o terreno, precisando de ser atrelada a um transporte utilitário para poder desempenhar a sua função.

O *Bunker Rake* é uma máquina independente que possui uma grade metálica cuja função se centra no alisamento e nivelamento dos *bunkers*.

Tanto a *drag mat* como a *bunker rake* embora sejam diferentes na sua constituição e necessidades foram utilizadas com o mesmo objetivo, deixar o terreno preparado para a plantação através do seu nivelamento.

Adubo de fundo

A adubação de fundo é normalmente realizada durante a preparação do solo ou na altura da sementeira/plantação de uma determinada cultura. Neste caso a adubação de fundo foi realizada com o adubo *Amicote CV 44* composto por: 20% de fósforo, 17% de potássio, 15% de cálcio, 2% de magnésio, 10% de enxofre e 0.02% de boro. Este é especialmente estimulante da vida microbiana do solo, promovendo a atividade enzimática, a solubilização e a eficiência da utilização dos nutrientes pelas plantas.

Foram utilizados 200kg/ha.

Relva Bermuda (estolhos de variedade *MiniVerde™* e *Tahoma 31* e sementes da variedade *Gobi*)

As relvas selecionadas para este projeto são da espécie Bermuda (*Cynodon Dactylon*), classificadas como relvas de verão (*warm-season*). Estas caracterizam-se, essencialmente, pela resistência à falta de recursos hídricos, à salinidade, a doenças, pela necessidade reduzida de manutenção e pela sua rápida capacidade de estabelecimento e recuperação. Para a realização da plantação foram utilizados estolhos das variedades *MiniVerde™* (2500boushels/ha) e *Tahoma 31* (1200boushels/ha) e sementes no caso da bermuda *Gobi* (15gr/m²).

Hidrossementeira



Uma hidrossementeira consiste numa sementeira mecânica composta por uma mistura de *mulch* (fibras de madeira), estolhos, fertilizantes, fixadores de solo e água.

Neste projeto foi essencial para a plantação de estolhos em zonas inclinadas e para a delimitação precisa entre os *greens* e os *surounds*.

Bunker Rake + Semeador



Conforme descrito acima a *bunker rake* é utilizada no nivelamento de *bunkers*.

O semeador é um acessório que permite controlar o débito de sementes libertadas no terreno através das linhas de distribuição regular.

O semeador atrelado ao *bunker rake* formaram o equipamento responsável pelo semear da totalidade da área de *roughs*.

Rolo



O rolo permite o nivelamento do solo após a mobilização efetuada. Para o funcionamento correto deste acessório, é necessário que o mesmo seja atrelado a um trator. No decurso desta obra, o rolo foi utilizado para a plantação de estolhos no terreno previamente trabalhado.

Fermec 860



A escavadora *Fermec 860* é uma máquina de grande porte e potência que está equipada com dois acessórios na traseira e na dianteira que lhe conferem, por um lado, precisão para abrir valas e buracos e, por outro lado, capacidade para carregar grandes quantidades de materiais.

Neste projeto foi utilizada na remoção de todos os resíduos vegetais e na replantação de árvores.

Várias Máquinas escavadoras giratórias



Este tipo de máquinas foram utilizadas em diversas partes do processo, como abrir valas para a tubagem, nivelamento de *tees* e modelação de *bunkers*. A maioria desta maquinaria pertence à empresa que realizou a instalação do novo sistema de rega, possuindo a Dom Pedro apenas duas destas máquinas.

Tanque Cisterna *Joper*



A cisterna *Joper* tem como função o armazenamento de água e necessita de ser atrelada a um trator que possua uma tomada de força para fazer a distribuição da água. Neste projeto, devido à inexistência de um sistema de rega, sempre que era necessário era utilizada a cisterna *Joper* para regar as árvores transplantadas ou molhar o terreno que se estava a preparar para a plantação/sementeira.

Wiedenmann Terra Rake



A *Terra Rake* é uma alfaia que permite arrastar partes mortas de plantas, folhas ou raízes através dos seus dentes metálicos dispostos em 4 linhas horizontais. O seu funcionamento depende de outra máquina, geralmente, um trator, que o puxe. Este acessório foi utilizado para juntar e arrastar o material vegetal morto para, posteriormente ser removido. Estes resíduos foram resultantes da preparação do terreno.

Bermuda King

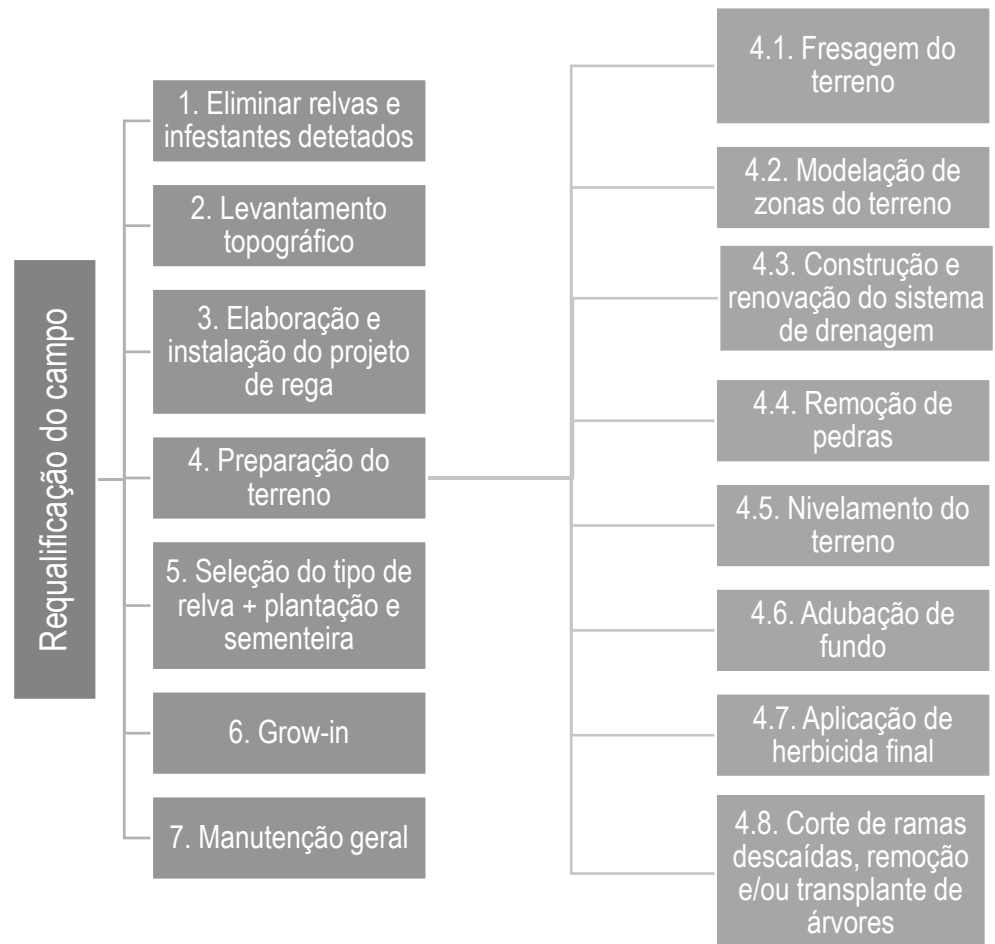


A *Bermuda king* é uma alfaia específica para a plantação de estolhos que possui rolos metálicos que facilitam a fixação ao solo após a libertação dos mesmos. Este acessório foi utilizado na plantação de estolhos de bermuda de variedade *Tahoma 31* em *tees*, *championswalk* e *fairways*.

<p>Transportes Utilitários (<i>Gator e Progator John Deere, Toro workman GTX e HD</i>)</p>	<p>Estes transportes foram utilizados durante todo o processo de requalificação estando a sua utilização presente em todas as etapas do processo.</p>
<p>Ferramentas Várias (Ancinhos, pás, enxadas, entre outros)</p>	<p>Estas ferramentas foram utilizadas durante todo o processo de requalificação estando a sua utilização presente em todas as etapas do processo.</p>

4.3. Procedimento

Para a elaboração dos macro objetivos previamente descritos foi necessária uma ordem de trabalhos que se encontra abaixo sistematizada em esquema e, posteriormente, descrita de forma mais detalhada.



4.3.1. Eliminar relvas e infestantes detetados

De forma a eliminar todas as relvas que estavam presentes no campo Dom Pedro Laguna realizaram-se 4 aplicações de herbicidas à base de glifosato (sistémico e não seletivo) com uma dose de 10l/ha. As diversas relvas presentes não resistiram ao herbicida *glifosato*, contrariamente a algumas infestantes, nomeadamente a avoadinha (*Conyza bonariensis*) que não se conseguiram eliminar, ou por serem resistentes ou por já não se encontrarem nas fases iniciais do seu ciclo de desenvolvimento



Figura 6. Terreno após eliminação de relvas com infestantes visíveis.

Esta operação teve início em agosto 2020.

4.3.2. Levantamento topográfico

O campo Dom Pedro Laguna, já com mais de 20 anos de existência, sem o registo do levantamento topográfico e sem um mapa do sistema de rega necessitou do registo destes dados para que o projeto pudesse avançar. Com vista à reestruturação do sistema de rega de qualidade exigiu que fosse contratado um topógrafo para fazer o levantamento geral da estrutura do campo. Uma análise da topografia do campo, resultante deste levantamento, em conjunto com a planta do campo permitiu projetar a tubagem principal, dimensionar os principais componentes do sistema e calcular a pressão do sistema de rega em toda a área com necessidades hídricas. É através desta análise detalhada que foi possível identificar e incluir soluções especiais no sistema. Este levantamento topográfico foi concluído em janeiro 2021.

4.3.3. Elaboração e instalação do projeto de rega

A **elaboração do projeto de rega**, após o contato com várias empresas, ficou a cargo da empresa “*GeoDesenho*” na pessoa do Eng. Pedro Correia. Esta empresa esteve envolvida no acompanhamento da obra e, conseqüentemente, na comunicação frequente que existiu entre o dono e o instalador.

De realçar que o projeto de um sistema de rega com estas características é necessário para possibilitar a implementação de uma gestão de rega eficiente, de boa uniformidade, adequada a cada área específica do campo de golfe (quer em quantidade, duração, frequência das regas, quer no modo de aplicação da água).

No final de janeiro, o projeto de rega estava elaborado.

A **instalação do novo sistema de rega** iniciou-se em abril 2021 e, apesar da data prevista de término ter sido agosto de 2021, apenas foi terminada em janeiro de 2022.

Nesta altura, a decisão centrou-se na escolha do sistema de rega e na empresa que o iria instalar. Optou-se pelo *RainBird* Sistema IC (controlo integrado) e pela empresa “*GolfScape*”. Todas as opções foram devidamente ponderadas dada a qualidade das duas marcas comerciais e das várias empresas competentes para executar a obra.

O sistema de aspersão fixa escolhido tem algumas características que promovem a sustentabilidade ambiental, com o sistema IC da *RainBird*, para além de ter uma instalação mais simplificada não são instalados satélites no campo e, com isso, há uma redução de 90% no fio utilizado e, por sua vez, o número de reparações diminuiu significativamente. Com este sistema é

possível fazer uma gestão individual de aspersores o que permite uma maior precisão e poupança de água.

A gestão é realizada a partir de qualquer conexão através de um computador, *smartphone* ou *tablet* e esta comunicação constante permite detetar e priorizar problemas, o que se traduz numa maior eficiência hídrica.

No total, para os 18 buracos foram instalados 1474 aspersores em que apenas no green 13 foram instalados 5 aspersores da série 950 de círculo parcial, permitindo atingir uma maior área enquanto os restantes foram *RainBird* série 702/752, sendo que a diferença entre os aspersores da série 702 são de círculo completo e série 752 de círculo parcial oferecendo uma maior flexibilidade na área a regar de modo a evitar consumo de água desnecessário.

Foi utilizada tubagem em polietileno de alta densidade 10 kg de 315mm a 50mm, contudo a tubagem mais utilizada é de 63mm e 50mm. A planta de rega deste campo de golfe pode ser consultada na íntegra no Anexo 1 - Planta de Rega do campo de golfe Dom Pedro Laguna Vilamoura.

4.3.4. Preparação do terreno

Depois da instalação do sistema de rega estar concluído e as valas para o mesmo tapadas, foi dado início aos trabalhos de preparação do terreno. Esta ação é composta por diversas etapas:

Fresagem do terreno

A fresagem do terreno tinha por base a mobilização da parte superficial do terreno pretendendo manter a topografia do campo o mais fiel à inicialmente existente. Para esta etapa de trabalho foi utilizada uma máquina *ventrac* com um assessorio próprio de fresa a pouca profundidade. Após a passagem da fresa procedeu-se à limpeza do terreno para que apenas ficasse a terra, para tal foram utilizadas alfaias como a *terra rake*. Estas operações decorreram em toda a área do campo exceto nos greens.



Figura 7. Aerificação para partir a camada superficial do terreno.

Nos greens, na sequência da remoção da matéria morta, realizada manualmente, seguiu-se a descompactação do terreno. Para esta tarefa houve necessidade de adaptar o material, sendo

utilizado um trator com a alfaia *verti-drain*. O objetivo desta etapa foi partir a camada superficial do terreno para uma instalação facilitada do material vegetativo e alterando o menos possível a topografia do terreno.

Modelação de zonas do terreno

No projeto desta remodelação estava previsto a eliminação de alguns *bunkers*, para tal, foi necessário modelar e fazer o preenchimento com terra dessas áreas para posteriormente serem plantadas. Os *bunkers* de areia foram reduzidos em 50% tendo passado alguns deles a *rough* ou *grassbunkers*.

Construção e reparação do sistema de drenagem

A tentativa de não alterar a topografia original deste campo fez com que o sistema de drenagem precisasse de ser pensado ao detalhe. O sistema de drenagem foi reparado e, em algumas partes do campo, foi necessário construir novos drenos. Assim, alguns pontos anteriormente sinalizados como locais de encharcamento, com má drenagem, precisaram de uma renovação.

Foi efetuada a revisão do sistema de drenagem de todos os *bunkers* tendo sido necessário reparar algumas já que apresentaram um funcionamento deficiente.



Figura 8. Processo de construção do sistema de drenagem.

Remoção de pedras

Com recurso a uma alfaia específica, *barber surf rake*, foram removidas as pedras que ficaram à superfície depois dos trabalhos anteriormente referidos.

Nivelamento do terreno

Para deixar o terreno preparado para a plantação, foi necessário fazer o nivelamento de toda a área de jogo, com a ajuda de uma *drag mat* e uma *bunker rake*.

Adubação de fundo

Por forma a garantir que todas as necessidades nutricionais das culturas fossem satisfeitas foi fundamental realizar esta adubação. Esta foi realizada durante a preparação do terreno e antes da plantação sendo utilizado o adubo Amicote CV 44.

Aplicação de herbicida final

Para garantir que não haveria concorrência de infestantes perante a relva que se iria instalar foi realizada uma última aplicação de herbicida à base de *glifosato* 10 dias antes da plantação.

Corte de ramos descaídas, remoção e/ou transplante de árvores

A homogeneidade do processo de rega precisou de ser assegurada. Para que tal fosse possível procedeu-se à remoção e transplantação de algumas árvores, à remoção de raízes e à poda de alguns ramos. Este trabalho foi importante por forma a evitar que houvesse desperdício de água ou que se tivesse que compensar com mais quantidade por existirem obstáculos.



Figura 9. Transplantação de uma palmeira.

4.3.5. Seleção do tipo de relva e plantação/sementeira

Seleção do tipo de relva

A **seleção do tipo de relvas** a utilizar nesta requalificação assumiu um papel de extrema importância, uma vez que, a sustentabilidade ambiental era um dos pilares deste projeto. Para a seleção da mesma foi necessário ter em consideração a análise do clima desta região do Algarve permitindo assim prever as necessidades hídricas da cultura.

Neste sentido, pela localização geográfica deste campo oferecer temperaturas amenas no inverno e quentes no verão, optou-se pelas relvas previamente designadas *warm-season* (relvas de verão). As relvas selecionadas foram variedades de bermudas já que estas são mais resilientes à falta de água, às doenças e a infestantes.

Considerando as características descritas, a conversão envolveu também a substituição das superfícies adjacentes aos *greens*, em particular os *surrounds*, que estão sobre a área de rega dos mesmos aspersores. Neste caso foi utilizada a variedade *Tahoma 31*, a mesma variedade que está presente nos *tees* e *fairways*. Assim, apenas o *greens* adotaram a variedade *MiniVerde™* já que, para a prática desportiva, esta parece ser a mais indicada. Relativamente aos *roughs*, a relva estabelecida foi a bermuda de variedade *Gobi* que se destaca pela sua resistência à seca e à salinidade, pelas necessidades reduzidas de manutenção, pela resistência a doenças e pela sua rápida capacidade de estabelecimento e recuperação.

Esta escolha, pelo estudo do terreno e da análise climatérica desta região pretende traduzir a requalificação deste campo num menor consumo de água, fertilizantes, produtos fitofarmacêuticos e combustíveis.

Plantação/sementeira de todas as variedades da relva selecionada

A plantação/sementeira dos diferentes constituintes do campo deu-se em fases e por ordens cronológicas distintas.

Os *roughs* foram a única área semeada tendo as restantes áreas do campo sido plantadas com estolhos. A plantação/sementeira dos nove buracos a que se refere este relatório foram realizados entre julho e setembro de 2021, da seguinte forma: quando que se avançou para a plantação/sementeira num dia, eram realizados três buracos em simultâneo. Os primeiros foram feitos em julho 2021 (#9, #10 e #18), em agosto 2021 (#1, #2 e #3) e por fim em setembro 2021 (#6, #7 e #8). Ficando 9 buracos plantados e semeados. Os restantes apenas avançaram a partir

de maio de 2022 na tentativa de ajustar a plantação/sementeira à temperatura ótima, aguardando também pela conclusão da instalação do sistema de rega.

O processo de plantação dos *greens* deu-se em datas distintas do resto dos buracos, tendo o primeiro dia de plantação ocorrido a 19 de agosto com a plantação de 6 *greens*, a fase de plantação ficou concluída a 21 de setembro com a plantação dos restantes 3.

Assim, tendo em consideração o tipo de relva e as suas variedades é possível encontrar abaixo a descrição do processo de plantação de cada tipo de bermuda.

O processo de plantação da bermuda *MiniVerde™*

A plantação dos *greens* com *MiniVerde™* foi realizada em duas datas distintas, 6 *greens* na primeira data e 3 na segunda. Esta variedade apenas se encontra presente nesta zona do campo.

A primeira fase realizou-se com a colocação manual dos estolhos, para que ficassem restritos à área de *greens* e com uma densidade bastante elevada.



Figura 10. Plantação de *greens*.

De seguida foi realizado *top dressing* com areia sílica, para a proteção da radiação solar dos estolhos e para aumentar a resistência dos níveis de humidade junto do material vegetativo.



Figura 11. Ilustração de *top dressing*.

Por fim foi realizada uma aplicação de um herbicida à base de *Propizamida* de quantidade 1.5L/ha com o objetivo de evitar a germinação de infestantes.

Processo de plantação da bermuda *Tahoma 31*:

Após a preparação do terreno foi utilizada a bermuda de variedade *Tahoma 31* para plantação dos *fairways*, dos *tees*, dos *sorrounds* e dos *championswalk*. Neste processo é a própria alfaia *bermuda king* quem solta o material vegetativo passando, de seguida, com os rolos pela mesma, conforme exemplificado nas imagens abaixo.



Figura 12. *Bermuda King*.

Ainda durante a plantação da variedade *Tahoma 31* foi utilizado um rolo com o objetivo de enterrar os estolhos para que fosse promovida uma melhor fixação no terreno.



Figura 13. Trator com rolo.

Devido a uma grande quantidade de infestantes germinadas após a plantação dos 3 primeiros buracos, optou-se por fazer uma aplicação de herbicida à base de *Propizamida* nos restantes dias de plantação verificando-se a resolução da situação pela diminuição das mesmas.

Quando toda a área se encontrava plantada foi realizada uma rega de cerca de 30 minutos.



Figura 14. Rega após a plantação.

Nos *sorrounds* e em zonas mais inclinadas, foi utilizado outro método de plantação, a hidrossementeira (fig.15). Esta, conforme explicado anteriormente, consiste numa sementeira

mecânica composta por uma mistura de *mulch* (fibras de madeira), estolhos, fertilizantes, fixadores de solo e água. Foi utilizado este método com o objetivo de evitar o arrastamento dos estolhos com a rega e garantir um limite perfeito nos greens, promover uma rápida instalação do relvado e diminuir a erosão do solo ao mesmo tempo que foram adicionados fertilizantes ao material vegetativo.



Figura 15. Hidrossementeira.

Processo de sementeira da bermuda Gobi:

A bermuda de variedade *Gobi* foi semeada nos *roughs*, processo que se faz de forma distinta das descrições anteriores. Foi utilizado o semeador da figura 16 que atrelado a uma *bunker rakes* da *John Deere* semeou a totalidade desta área. Depois de a semente estar no solo foi passado uma nova *bunker rakes* para a cobrir.



Figura 16. Bunker rake e semeador.

4.3.6. *Grow-in*

O *grow-in* é o processo no qual se “força” o que foi plantado/semado a prosperar para que seja atingida uma determinada maturidade do relvado. Este faz-se através de regas e adubações frequentes, em pequenas quantidades, mas constantes. O *grow-in* não tem um tempo limite para início e fim.

O clima desempenha um papel crucial neste processo, porque as plantas têm temperaturas e fotoperíodos ótimos para o seu desenvolvimento. No caso das bermudas, necessitamos de temperatura médias acima dos 20°C e de um fotoperíodo acima das 12h de sol. Quando estas condições deixam de existir, quando caminhamos do outono para o inverno, a Bermuda começa a abrandar a sua atividade fisiológica e chega mesmo a entrar em dormência total se as temperaturas estiverem abaixo dos 5°C. Foi por este motivo que a plantação não teve continuidade após setembro de 2021 tendo sido retomada em maio de 2022.

4.3.7. Manutenção geral

A manutenção geral de um campo de golfe é necessária independentemente da sua requalificação. Neste caso é a fase final e imprescindível deste projeto de renovação. Nesta etapa encontram-se incluídos os cortes frequentes das diferentes variedades de relvas tendo em consideração as alturas de corte que se pretende para o jogo e o nivelamento de todas as superfícies. É ainda nesta fase que se vão realizar operações culturais (aerificações, *top dressing*, *verti-cut*, entre outras) indispensáveis para que um campo demonstre condições excecionais para a prática de golfe.

A manutenção de um campo de golfe deverá ser realizada todos os dias do ano para que os jogadores encontrem o relvado com as melhores condições para a prática desportiva.

5. Resultados

Os resultados do presente relatório encontram-se abaixo descritos visando uma análise qualitativa e quantitativa, dentro do que houve possibilidade de quantificar. Assim, o plano de requalificação teve em vista a sustentabilidade ambiental e como tal, foram substituídas as relvas existentes por relvas com necessidades hídricas menores e menos suscetíveis a pragas/doenças, redução da área total de *rough's* e instalação de um sistema de rega para aumentar a eficiência da cobertura e reduzir o consumo de água. De maneira a proteger e

promover a biodiversidade foi criado, num lago existente, uma ilha artificial, o que permite a nidificação de várias espécies de aves, bem como um abrigo para a colónia de lontras já existente, esta ação foi recomendada por especialistas do Zoomarine, que nos visitaram e elaboraram um relatório de medidas a adotar.

Para garantir uma melhor qualidade de jogo foram realizadas novas drenagens e reparadas algumas mais antigas, alguns *bunkers* passaram a *grassbunkers* o que fez com que a área total dos *bunkers* no campo reduzisse para 50%.

Alterações visíveis da relva:

Comparativamente com o relvado existente antes da requalificação, em termos visuais, várias parecem ser as diferenças encontradas. Sempre que possível serão apresentadas imagens do campo pré requalificação, alguma etapa do processo e o momento mais atual.



Figura 17. Buraco 18 com etapa do processo de pré-plantação e já com a relva bermuda de variedade *Tahoma 31* e *Gobi* desenvolvidas.

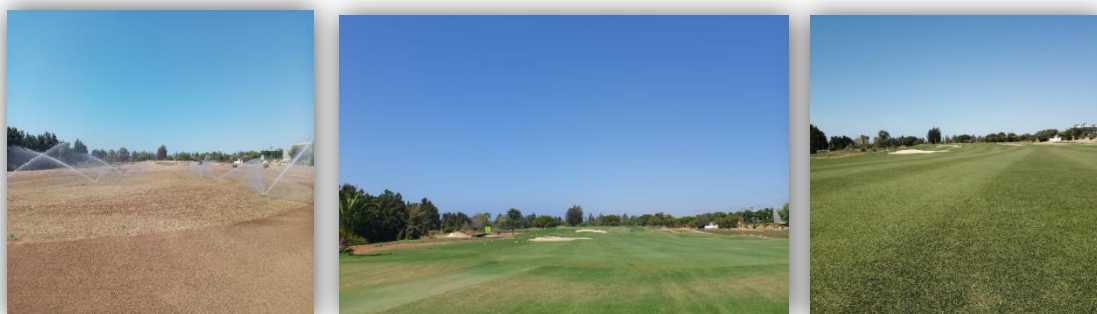


Figura 18. Buraco 7 com etapa do processo de pré-plantação e já com a relva bermuda de variedade *Tahoma 31* e *Gobi* desenvolvidas.



Figura 19. Buraco 8 com etapa do processo de pré-plantação e já com a relva bermuda de variedade *Tahoma 31*, *Gobi* e *MiniVerde™* em desenvolvimento.



Figura 20. Buraco 9 com etapa do processo de pré-plantação e já com a relva bermuda de variedade *Gobi* em desenvolvimento..

Na tabela abaixo apresentada encontram-se sintetizados os consumos de água com o sistema de rega antigo com valores referentes aos primeiros meses do ano de 2019 e os consumos de água após a instalação do novo sistema *RainBird* com consumos referentes aos primeiros meses do ano de 2022. De destacar que os valores referentes ao ano de 2022 apenas contemplam os primeiros 9 buracos plantados dado que, os restantes buracos retomaram a sua plantação em maio de 2022.

Tabela 2. Tabela comparativa dos consumos hídricos de 2019 (18 buracos) e 2022 (9 buracos).

MÊS/ANO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL	
		2019	2022	2019	2022	2019	2022	2019	2022
CONSUMOS	m ³	4442	4198	6667	8649	26596	3508	8790	8771
	por ha	148.1	139.9	222.2	288.3	886.5	116.9	293.0	292.4

Para que seja possível a comparação dos valores apresentados os valores referentes a 2019 (18 buracos) foram divididos para que fossem comparados com os 9 buracos, área à qual se refere este trabalho:

Tabela 3. Tabela comparativa dos consumos hídricos de 2019 e 2022 referente a 9 buracos em cada ano.

MÊS/ANO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL	
		2019	2022	2019	2022	2019	2022	2019	2022
CONSUMOS	m ³	2221	4198	3333.5	8649	13298	3508	4395	8771

6. Discussão

Na secção anterior foram apresentados os resultados das modificações propostas. Esta secção pretende discutir os resultados obtidos à luz da literatura relevante.

6.1. Alteração das relvas

A alteração do relvado no campo Dom Pedro Laguna em Vilamoura, teve como objetivo dar resposta às medidas de sustentabilidade ambiental que preveem limitações na disponibilidade da água. Neste sentido, a escolha, conforme descrito assentou em relvas *warm-season*, típicas em regiões tropicais e subtropicais. Dentro destas as escolhidas foram as bermudas de variedades distintas entre *Tahoma 31*, *MiniVerde™* e *Gobi*, em função da área do campo e dos seus objetivos.

Em média, a eficiência do uso de água de relvas *warm-season* é, a 30 °C, cerca de três vezes superior à das relvas *cool-season* e essa diferença é tanto maior quanto maior for a temperatura, podendo ser, a 35 °C, cerca de dez vezes superior. Embora uma maior eficiência do uso de água não signifique necessariamente uma maior resistência à seca, nas relvas *warm-season* tende a ser essa a situação (Almeida, *et al.*, 2009).

Convém também referir que as relvas *warm-season* crescem melhor na presença de concentrações significativas de sódio (Na), concentrações essas que limitam o crescimento das relvas *cool-season*, e são, em geral, mais resistentes à acumulação de sais. Esta característica favorece significativamente a utilização deste tipo de relvas em zonas junto à costa e em zonas onde é necessário utilizar uma proporção significativa de águas recicladas ou dessalinizadas (Almeida, *et al.*, 2009).

Por serem relvas de verão, as vantagens relativamente à sustentabilidade são várias, não só relacionadas com o consumo de recursos hídricos, mas também pela sua resistência às doenças e infestantes (McCullough, Liu, McCarty, & Toler, 2007). O que se traduz em menos consumo de água, pesticidas e combustível.

A escolha da variedade *MiniVerde™* está relacionada com as excelentes características demonstradas para a prática do golfe conforme descrito no artigo *Bentgrasses and Bermudagrasses for Today's Putting Greens - On-site testing yields important performance data*, de 2003, no qual esta variedade se destacou entre as bermudas estudadas para *green*.

Apoiando esta decisão encontra-se também o estudo *Management Guidelines for New Warm-Season Grasses in Australia*, de Matt Roche, em 2010 que mostra o potencial a nível de sustentabilidade da *MiniVerde™* devido à sua capacidade de tolerância a saiz o que, em termos futuros, poderá vir a ser uma mais-valia quando as principais preocupações estão assentes na disponibilidade e qualidade de água.

Em relação à variedade *Tahoma 31*, a escolha assentou nas características da planta, uma vez que dentro das bermudas esta destaca-se pela baixa utilização de água, como explicitado no artigo *Evapotranspiration Rates of Turf Bermudagrasses under Nonlimiting Soil Moisture Conditions in Oklahoma*, chegando a usar menos 18% de água que outras variedades de bermudas. A *Tahoma 31* também apresenta características fundamentais para a prática de golfe, como qualidade da relva, a tolerância ao frio e a sua capacidade de manter a cor verde no inverno, tolerância ao pisoteio e a capacidade de aguentar cortes muito baixos que podem ir de 5cm até 3.2mm.

A relva estabelecida para os *roughs* foi a bermuda da variedade *Gobi* que se destaca pela sua resistência à seca e à salinidade, pelas necessidades reduzidas de manutenção, a sua rápida capacidade de estabelecimento, de recuperação e a resistências a doenças (Semillasfito, 2022).

6.2. Consumo dos recursos hídricos

Dos dados relativos aos consumos hídricos disponíveis para serem apresentados foram selecionados os que dizem respeito aos primeiros quatro meses do ano de 2019 e de 2022. A seleção dos quatro primeiros meses destes anos específicos relacionou-se com a fiabilidade dos consumos. Em 2019, o campos estava em total funcionamento não estando o projeto de requalificação a ser pensado. Com a pandemia, em 2020, a limitação no funcionamento do campo, por ter estado encerrado ao público, fez diminuir o consumo de recursos hídricos começando a surgir, por esta altura, a ideia de aproveitar o encerramento forçado para fazer com que o campo pudesse beneficiar de algumas alterações aquando a reabertura. Nesta altura, a relva não precisava de apresentar a qualidade normal para a prática desportiva tendo, por isso, menor necessidade hídrica e de manutenção. No ano 2021, deu-se o início da requalificação dos campos não sendo, por isso possível fazer comparações em relação aos consumos. Para a elaboração deste relatório, foram selecionados os meses de consumos de recursos hídricos disponíveis para comparação podendo, na análise de resultados abaixo surgir como limitação

por não serem comparações com a relva e os campos no mesmo nível de funcionamento e maturidade com que se encontravam em 2019.

As diferenças apresentadas no consumo de recursos hídricos estão visíveis nas tabelas 1 e 2 tendo sido os valores ajustados, de forma aproximada para que fosse possível comparar valores referentes à mesma área regada (9 buracos). Segundo a tabela 2 é possível verificar que o consumo de água no ano de 2022 quando comparado com os consumos no ano de 2019 foi significativamente superior, para a mesma área regada. Esta observação parece poder ser explicada pela:

- diferença na maturidade da cultura. A relva em 2022 estava em fase de *grow-in* o que implica que as dotações de rega sejam mais regulares garantindo à relva um conforto hídrico que, em 2019, não era necessário.

- diferença de precipitação ocorrida nos dois anos. Os meses em análise parecem mais propensos para a ocorrência de chuva sendo, por isso, um fator de disparidade. Em 2022 tem-se vivido um período de seca intensa quando comparado com os últimos anos.

Na coluna comparativa da tabela 2 referente aos consumos do mês de março, as diferenças na quantidade de água utilizada parecem inverter o padrão acima referido. Neste mês, em 2019, os consumos foram superiores aos de 2022 podendo estes valores ser explicados por uma rutura na condução do sistema de rega.

6.3. Pontos Fortes, Limitações e Implicações

Tendo por base os resultados obtidos evidenciados por algumas imagens que se encontram incluídas neste relatório é possível verificar que os objetivos deste projeto se encontram em desenvolvimento não podendo este relatório refletir o cumprimento total dos mesmos, mas reforçando a necessidade explícita desta requalificação.

Não obstante o contributo que este relatório possa dar, há algumas limitações que devem ser tidas em consideração na generalização dos resultados e que podem ser colmatadas em investigações futuras. De um modo geral, os resultados parecem ainda não ser claros em relação à forma como a atualização do sistema de rega poderá evidenciar resultados ao nível da poupança da água. Após a finalização da requalificação total do campo, nos seus 18 buracos,

estando já a relva num nível de desenvolvimento ótimo, como se encontrava em 2019, poder-se-ão comparar com maior consistência e fiabilidade estes valores, o que se prevê ser possível no verão de 2023. A análise deverá ser feita também ao nível dos custos em termos de *inputs*, já que o tipo de relva selecionada pode fazer com que estes diminuam quando a cultura apenas precisar de manutenção e não de suporte para o seu desenvolvimento.

Outros fatores limitantes no decurso desta requalificação relacionam-se com a inexperiência de toda a equipa na realização de um projeto desta envergadura, o número reduzido de colaboradores, o facto de existirem algumas aplicações e escolhas que, embora refletidas e estudadas, precisaram do método tentativa-erro para serem recalculadas ou reorganizadas (p.ex.: aplicação de herbicidas), o *budget* limitado para a dimensão das necessidades, o material pouco adequado tendo sido necessário adaptar máquinas aos trabalhos, a necessidade de abertura do campo para o cumprimento do acordo levando a um esforço acrescido na realização dos trabalhos para que parte do campo (9 buracos) pudesse ser utilizada na época em que esta prática desportiva é mais comum acabando a ser necessário despende mais tempo e recursos (p.ex.: adubo, rega) para que a plantação se desenvolvesse com uma rapidez maior do que o seu desenvolvimento natural.

Merecedor de destaque, como uma mais-valia, parece estar a versatilidade da equipa na forma como se foi adaptando aos desafios colocados em cada etapa.

Futuramente, poderá ser interessante desenvolver estudos comparativos tendo em consideração as escolhas que foram feitas deixando-se em aberto o possível reaproveitamento da água das Estações de Tratamento de Águas Residuais já que, o tipo de relva selecionado, parece ser mais responsivo a águas com concentrações de sais elevadas.

7. Conclusões

O estudo detalhado do processo de requalificação do campo de golfe deixa claro, através deste relatório, que os objetivos inicialmente propostos para este projeto se encontram encaminhados para serem bem sucedidos. Ficam em aberto pistas para as necessidades de estudos futuros mais aprofundados que envolvam diferentes áreas, nomeadamente, o aliar da sustentabilidade com a biodiversidade e a ecologia paisagística tendo por base o aproveitamento e respeito das características naturais do terreno . À semelhança do que acontecia aquando o surgimento deste desporto, era o jogo que se adaptava ao terreno e não a alteração do mesmo acabando por

gerar ambientes de jogo mais desafiantes e irrepetíveis, afetando o menos possível os ecossistemas que o rodeiam.

Em falta parecem ficar resultados concretos em relação à poupança em *inputs* e recursos hídricos sendo necessários estudos comparativos ao longo do tempo que não vislumbrem apenas a parte sequencial de todo o processo, mas a comparação entre dados quantitativos. Para que isto seja possível é necessário que a maturidade das culturas seja a mesma para que os dados sejam fiáveis. Apesar de limitante para este relatório este torna-se um dos contributos a ter em consideração em estudos futuros para que possa ser mais consistente a utilidade tanto teórica como para efeitos de investigação.

8. Bibliografia

- Almeida, A. B., & Silva, S. P. (2001). *Perspectivas de Gestão Ambiental*. Lisboa.
- Almeida, A. B., Almeida, J., Cabeleira, H., Calixto, V., Clemente, A. M., Correia, O., . . . Morais, S. (2009). *Manual de Boas Práticas Ambientais para Campos de Golfe - Normas para Planeamento, Projecto, Obra e Exploração de Campos de Golfe numa perspectiva de Sustentabilidade Ambiental*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Amgain, N. R., Harris, D. K., Thapa, S. B., Martin, D. L., Wu, Y., & Moss, J. Q. (2018). Evapotranspiration Rates of Turf Bermudagrasses under Nonlimiting Soil Moisture Conditions in Oklahoma. *Crop Science*.
- Bernardes, J. (2007). *Golfe dicas e segredos*. São Paulo: Nobel.
- Breitner, M. (10 de Novembro de 2021). *How Does Dom Pedro Laguna Course Make Itself More Sustainable?* Obtido de Golf Business Monitor: <https://golfbusinessmonitor.com/golf-club-management/2021/11/dom-pedro-laguna-course-irrigation-system-sustainability.html>
- Croce, P., Luca, A. D., Mocioni, M., Volterrani, M., & Beard, J. (2004). *Adaptability of Warmseason Turfgrass Species and Cultivars in a Mediterranean Climate*. Int. Turfgrass Soc. Res.
- Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, (1998). Decreto-Lei que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.
- Decreto-Lei nº 226-A/2007 de 31 de Maio, (2007). Decreto-Lei que enquadra o regime jurídico da utilização do domínio hídrico, nomeadamente captações de água para rega
- Decreto-Lei n 119/2019, (2019). Decreto-Lei para a produção de água para reutilização, obtida a partir do tratamento de águas residuais, bem como da sua utilização.
- Diaz, J. A., Konx, J. W., & Weatherhead, E. K. (2007). *Competing Demands For Irrigation Water: Golf And Agriculture In Spain*. Wiley interscience.
- DN/LUSA. (2018). *Portugal volta a ser o Melhor Destino de Golfe do Mundo*. Obtido de Diário de Notícias: <https://www.dn.pt/dinheiro/portugal-volta-a-vencer-melhor-destino-de-golfe-do-mundo-no-world-golf-awards-10131618.html>

- DomPedroGolf. (2008). *Dom Pedro Laguna Golf*. Obtido de www.dompedrogolf.com:
<https://www.dompedrogolf.com/en/courses/dom-pedro-laguna>
- Du, H., Wang, Z., & Huang, B. (2009). *Differential Responses of Warm-season and Cool-season Turfgrass Species to Heat Stress Associated with Antioxidant Enzyme Activity*. American Society for Horticultural Science.
- Fragoso, F. (2021). *O Golfe*. Obtido de PortugalGolf.pt - Tudo sobre Golfe em Portugal:
http://www.portugalgolf.pt/golfe/golfe_historia.htm
- Golf, K. U. (2020). *5 Different Types of Golf Courses*. Obtido de Keiser University College of Golf:
<https://collegeofgolf.keiseruniversity.edu/types-golf-courses-links-parkland-desert/>
- Hoyle, J., & Keeley, S. (2019). *Maintaining Good Lawns with Less Water*. Kansas State University.
- Humphreys, R. (2020). *New links course opens for play in Scotland*. Obtido de Golf Course Architecture: <https://www.golfcoursearchitecture.net/content/new-links-course-opens-for-play-in-scotland>
- Isaacson, D. (2020). *Here are the 6 different types of golf courses, explained*. Obtido de Golf:
<https://golf.com/travel/6-types-golf-courses-explained/>
- Korving, J. (2020). *Heathland gems in Europe*. Obtido de Leading Courses:
<https://www.leadingcourses.com/inspiration/b1a7b3f8-e5cc-4f64-8996-da8b177abf25/heathland-gems-in-europe>
- Lomas, N. (2021). *What is a Desert Golf Course & How They Differ From Other Course Types*. Obtido de Golf Span: <https://www.golfspan.com/what-is-a-desert-golf-course>
- Lourenço, A. F. (2013). *Redes de Rega de Campos de Golfe*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Machado, P., & Leal, G. d. (2020). *Bases do Plano Regional de Eficiência Hídrica - Região do Algarve - Volume I - Memória descritiva*. Agência Portuguesa do Ambiente; Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.
- Martins, A., Freire, J., Sousa, J. d., & Ribeiro, A. (2006). *Potencialidades de Reutilização de Águas Residuais para Rega*.

- McCullough, P. E., Liu, H., McCarty, L. B., & Toler, J. E. (2007). *Trinexapac-Ethyl Application Regimens Influence Growth, Quality, and Performance of Bermuda Grass and Creeping Bentgrass Putting Greens*. Crop Science Society of America.
- Mendonça, Í. I. (2011). *Golfe adaptado – Inserção de pessoas com deficiência na modalidade Golfe*. Faro: Universidade do Algarve .
- Minelli, A., Luca, A. D., Croce, P., Cevenini, L., & Zuffa, D. (2013). *Transition from cool-season to warm-season grass: environmental effects in a golf course in the North of Italy*. Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna.
- Monte, M. M. (2002). *Gestão de águas residuais tratadas para rega de campos de golfe*. Instituto Superior Técnico.
- Morris, K. (2003). *Bentgrasses and Bermudagrasses for Today's Putting Greens - On-site testing yields important performance data*. Green Section Record - USGA.
- Puig, M. (2022). *Links ¿Cómo es un links auténtico?* Obtido de SotaPar: <https://sotapar.com/links-campo-de-golf-que-es-como-se-estructural/>
- R.George, M., Sands, P. B., Wilson, C. B., Ingram, R., & Connor, J. M. (1992). *Irrigated warm- and cool-season grasses compared in Northern California pastures*. California Agriculture.
- Reis, C. S., Santos, F. D., Almeida, J. F., Pereira, J. S., Monteiro, H. H., Calheiros, J. M., . . . Moita, R. (2001). *Alterações climáticas em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM. VII Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente*.
- Roche, M., Neylan, J., Peart, A., Penberthy, J., Geary, J., O'Brien, L., . . . Topp, G. (2010). *Management Guidelines for New Warm-Season Grasses in Australia* . Agri-Science Queensland, a service of the Department of Employment, Economic Development and Innovation .
- Rodrigues, H. (2022). *Plástico: problema requer uma solução global*. Obtido de Forbes: <https://forbes.com.br/forbesesg/2022/02/haroldo-rodriques-plastico-problema-requer-uma-solucao-global/>
- Semillasfito. (2022). *Fitó your seeds*. Obtido de semillasfito.pt: <https://www.semillasfito.pt/pt-pt/productos/%C3%A1reas-verdes/clima-c%C3%A1lido/bermudagrass-o-grama-fina/gobi/>

Velosa, V., & Almeida, A. B. (2021). Análise da eficiência hídrica nos campos de golfe em Portugal. *Turismo de Portugal*.

VisitPortugal. (2013). *Algarve - o melhor destino de golfe*. Obtido de Visit Portugal: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/content/algarve-o-melhor-destino-de-golfe>

Anexos

Anexo 1. Planta de Rega do campo de golfe Dom Pedro Laguna Vilamoura

