

Modelo para Avaliar o Nível de Sustentabilidade de um Edifício no Setor do Fitness- Estudo de Caso

SANDRINA LEMOS

novembro de 2021

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA A AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS NO SETOR DO FITNESS – ESTUDO DE CASO

Sandrina Sofia Oliveira Lemos

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA A AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS NO SETOR DO FITNESS – ESTUDO DE CASO

Sandrina Sofia Oliveira Lemos

Estudante n.º 1190316

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá e da Professora Doutora Florbela Correia.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação de mestrado vem determinar o término de um percurso muito importante, que se iniciou há 17 anos, o meu percurso académico e estudantil. Nesse sentido, não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram não só, para o sucesso desta dissertação, como também para o meu próprio sucesso académico.

Ao meu orientador, Professor José Carlos Vieira de Sá pela orientação, disponibilidade e pela transmissão de conhecimentos que foram fundamentais no processo de desenvolvimento desta dissertação.

À Professora Florbela Correia, pelo auxílio e pela disponibilidade constante que sempre demonstrou desde o início. E também pela ajuda numa fase crítica do desenvolvimento desta dissertação, que foi vital para a sua conclusão

À Engenheira Telma Morgado pela disponibilidade, ajuda e amizade que sempre dedicou ao longo de todo este trabalho. Ao Engenheiro Marcus Silva e à Sonae Capital Fitness pela oportunidade de desenvolver o trabalho de mestrado na rede de *Health Clubs* Solinca.

Aos meus colegas de curso pela interajuda, companheirismo e amizade que sempre demonstraram ao longo destes dois anos. Em especial, a duas colegas pelo apoio incansável desde o meu primeiro dia no ISEP, a Ana Laroca e a Vera Pinto.

Aos meus pais, irmão, avós, primos e a toda a minha família, pela confiança que sempre depositaram em mim, pela coragem e força que me transmitem, pelo apoio em todo o meu percurso académico e por serem sempre a minha maior referência e exemplo a seguir.

Ao meu namorado por ser o meu grande apoio em todos os momentos. Pela paciência, força, confiança e calma que me transmite e principalmente por nunca me deixar desistir quando tudo parece impossível.

Quero expressar o meu, mais sincero agradecimento a todos. Esta dissertação de mestrado também é vossa. Obrigada.

página propositadamente em branco

RESUMO

A sustentabilidade é um dos temas mais importantes a nível mundial. É um assunto atual, através do qual, todos se devem debruçar para que o desenvolvimento da sociedade possa ser assegurado no futuro. A construção é um dos setores com mais responsabilidade pelas implicações negativas causadas ao meio ambiente. Nesse sentido, foram surgindo vários métodos para avaliar o nível de sustentabilidade de edifícios.

Com efeito, esta dissertação pretende criar um novo método de avaliação, mas direcionado para Health Clubs e focado no conhecido triple bottom line. A metodologia utilizada para a elaboração do presente estudo foi a Investigação-Ação.

Para isso, foi elaborada uma revisão bibliográfica aos métodos de avaliação da sustentabilidade, já existentes, com o intuito de perceber quais as melhores práticas, características e ponderações usadas por estes.

Após a revisão bibliográfica, foi elaborado um estudo estatístico com seis Health Clubs da rede Solinca. Este estudo pretendeu analisar quais as características, que um edifício deste género tem e que influenciam positiva, ou negativamente os consumos energéticos do mesmo. No entanto, com os dados recolhidos não foi possível retirar conclusões 100% fidedignas. Nesse sentido, optou-se pela construção de um modelo conceptual que carece de desenvolvimentos e estudos futuros para a sua implementação.

O modelo conceptual construído propõe uma avaliação a um Health Club segundo 36 temas associados às vertentes da sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade, Health Club, Sistema de avaliação, Edifício Sustentável

página propositadamente em branco

ABSTRACT

Sustainability is one of the most important issues worldwide. It is a current issue, through which everyone must address themselves so that the development of society can be ensured in the future. Construction is one of the sectors most responsible for the negative implications caused to the environment. In this sense, several methods have emerged to assess the level of sustainability of buildings.

In fact, this dissertation intends to create a new evaluation method, but aimed at Health Clubs and focused on the well-known triple bottom line. The methodology used to prepare this study was Action Research.

For this, a bibliographic review of the existing sustainability assessment methods was prepared, in order to understand the best practices, characteristics and weights used by them.

After the literature review, a statistical study was carried out with six Health Clubs of the Solinca network. This study intends to analyze which characteristics a building of this kind has and which positively or negatively influence energy consumption. However, it was not possible to draw 100% reliable conclusions from the collected data. In this sense, it was decided to build a conceptual model that needs further development and studies for its implementation.

The constructed conceptual model proposes an assessment of a Health Club according to 36 themes associated with the aspects of sustainability.

KEYWORDS

Sustainability, Health Club, Evaluation system, Sustainable Building

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
LISTAS DE SIGLAS.....	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento e pertinência	1
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	2
1.3. Opções metodológicas	2
1.4. Apresentação da empresa.....	3
1.5. Estrutura do trabalho	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. Desenvolvimento Sustentável.....	7
2.2. <i>Lean</i>	9
2.2.1. <i>Lean-Green</i>	9
2.2.2. Ferramentas e Metodologias <i>Lean</i>	11
2.3. O Impacto do <i>Lean Green</i> na Sustentabilidade.....	15
2.4. Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC).....	16
2.4.1. BREEAM.....	17
2.4.2. LEED.....	18
2.4.3. HQE	20
2.4.4. NABERS.....	22
2.4.5. CASBEE	24
2.4.6. DGNB.....	26
2.4.7. SB TOOL PT.....	28
2.4.8. LIDER A	30
2.5. Estudo das Publicações dos Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções 33	
3. Caso de estudo.....	40
3.1. Princípios de Funcionamento dos Clubes e Seus Equipamentos	40
3.1.1. Tratamento de Ar.....	41
3.1.2. Central Térmica.....	45
3.1.3. Circuitos de Água	49
3.1.4. Outros equipamentos	50
3.2. Descrição dos Clubes em Estudo.....	53
3.3. Recolha de Dados	58
3.4. Preparação dos Dados e Análise Estatística em SPSS	67
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
4.1. Apresentação de resultados.....	70
4.1.1. Consumos e Gastos de Água	70

4.1.2. Consumo e Gastos de Gás.....	72
4.1.3. Consumos e Gastos de Eletricidade	76
4.2. Discussão de resultados	78
4.2.1. Apresentação do modelo conceptual	80
5. CONCLUSÃO	89
5.1. Conclusões finais	89
5.2. Limitações e investigação futura.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÊNDICE A	99
APÊNDICE B	102
APÊNDICE C	104
APÊNDICE D.....	106
ANEXO A.....	109
ANEXO B	110
ANEXO C	114

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do ciclo Investigação Ação – Adaptado de (Coutinho et al., 2009).....	2
Figura 2 - Logotipo solinca	3
Figura 3 - Logotipo Sonae Capital.....	3
Figura 4 - Triple Bottom Line – Adaptado de Abualfaraa et al., (2020)	8
Figura 5 - Ciclo PDCA – Adaptado de https://bityli.com/G7gpUi	14
Figura 6 - Friso cronológico do aparecimento dos MASC	17
Figura 7 - Escala de avaliação BREEAM – Adaptado de (BRE Global Limited, 2020)	18
Figura 8 - Escala de avaliação LEED - adaptado de https://www.go-gba.org/resources/leed/	20
Figura 9 - Patamares de avaliação HQE.....	21
Figura 10 - Níveis de desempenho NABERS – Adaptado de (NABERS, 2019)	24
Figura 11 - Gráfico de pontuação CASBEE – Adaptado de (CASBEE, 2014)	26
Figura 12 -Escala de avaliação DGNB – Adaptado de (DGNB, 2020).....	28
Figura 13- Passos do sistema de avaliação SB Tool.....	29
Figura 14 -Escala de conversão dos valores normalizados do método SB Tool – Adaptado de (Mateus & Bragança, 2010)	30
Figura 15 - Pesos das Dimensões do método SB Tool.....	30
Figura 16 - Fases do ciclo de vida dos edifícios em avaliação pelo Lider A – Adaptado de (Lider A, 2021)	31
Figura 17 - Escala de avaliação Lider A – Adaptado de Pinheiro, 2011)	32
Figura 18 - Espaços e estúdios dos Solinca Health Clubs	40
Figura 19 - Unidade de Tratamento de Ar	42
Figura 20 - Unidade de Tratamento de Ar na GTC	42
Figura 21 - Unidade de Tratamento de Ar Novo	43
Figura 22 - Unidade Desumidificadora.....	44
Figura 23 - Desumidificadora na GTC.....	45
Figura 24 - Unidade Rooftop	45
Figura 25 - Componentes e sistema de refrigeração do chiller	46
Figura 26 - Ciclo de refrigeração do chiller	47
Figura 27 - Chiller	48
Figura 28 - Caldeiras.....	48
Figura 29 - Painéis Solares.....	49
Figura 30 - Depósitos de Águas Quentes	50
Figura 31 - Grupo Hidroressor.....	50
Figura 32 - Ciclo de tratamento da água da piscina	51
Figura 33 - Grupo de tratamento da água da piscina.....	51
Figura 34 - Baterias UPS	52
Figura 35 - Registos Corta Fogo.....	53
Figura 36 - Solinca Classic Maia.....	53
Figura 37 - Solinca Classic Ermesinde.....	54
Figura 38 - Solinca Classic Constituição.....	55
Figura 39 -Solinca Classic Foz	56
Figura 40 - Solinca Classic Rio Tinto	56

Figura 41 - Solinca Classic Lumiar	57
Figura 42 - Modelo conceptual para avaliar o nível de sustentabilidade de um Health Club	80
Figura 43 - Explicação do funcionamento do modelo conceptual construído.....	86
Figura 44 - Quartis de divisão de intervalos.....	87

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição e indicadores dos três pilares da sustentabilidade.....	8
Tabela 2 - Desperdícios Lean.....	9
Tabela 3 - Desperdícios Green	10
Tabela 4 - Métricas do VSM e do Sus-VSM	11
Tabela 5 - Tipo de impacto das ferramentas Lean-Green nas três dimensões da sustentabilidade	15
Tabela 6 - Sistema de avaliação BREEAM.....	18
Tabela 7 - Sistema de avaliação LEED	19
Tabela 8 - Sistema de avaliação HQE	20
Tabela 9 - Escala de avaliação dos temas do método HQE.....	21
Tabela 10 - Escala de avaliação HQE	22
Tabela 11 - Tipologias de edifícios a avaliar no método NABERS	23
Tabela 12 - Escala de desempenho NABERS	24
Tabela 13 - Sistema de avaliação CASBEE	25
Tabela 14 - Escala de avaliação CASBEE.....	26
Tabela 15 - Sistema de avaliação DGNB.....	27
Tabela 16 - Sistema de avaliação SB Tool	29
Tabela 17 - Sistema de avaliação Lider A	31
Tabela 18 - Escala de classificação final Lider A	33
Tabela 19 - Métodos abordados nos artigos.....	36
Tabela 20 - Set-points de temperatura nas áreas dos clubes	41
Tabela 21 - Circuitos de água	49
Tabela 22 - Informações do Solinca Classic Maia.....	54
Tabela 23- Informações do Solinca Classic Ermesinde.....	54
Tabela 24 - Informações do Solinca Classic Constituição.....	55
Tabela 25 - Informações do Solinca Classic Foz	56
Tabela 26 - Informações do Solinca Classic Rio Tinto	57
Tabela 27- Informações do Solinca Classic Lumiar.....	57
Tabela 28 - Equipamentos presentes nos clubes	58
Tabela 29 - Fatores de conversão da energia em emissões de CO2	59
Tabela 30 - Informação existente em cada clube	59
Tabela 31 - Cálculo das Horas de funcionamento dos clubes	60
Tabela 32 - Classificação da Qualidade de iluminação Natural dos clubes.....	61
Tabela 33- Tipos de lâmpadas presentes nos clubes	61
Tabela 34 - Classificação do estado das canalizações de água	61
Tabela 35 - Classificação do estado dos depósitos de água quente	62
Tabela 36 - Classificação do estado dos depósitos de AFS	62
Tabela 37- Escala de potência contratada	62
Tabela 38 - Quantidade de respostas e comentários no NPS dos clubes	64
Tabela 39- Contabilização dos comentários positivos e negativos dos NPS da Constituição e Foz.	65
Tabela 40 -Contabilização dos comentários positivos e negativos dos NPS da Maia e Ermesinde .	66
Tabela 41 -Contabilização dos comentários positivos e negativos dos NPS de Rio Tinto e Lumiar.	66
Tabela 42 - Interpretação dos valores de R ² ajustado	68

Tabela 43 - Parâmetros de aceitação das estatísticas de teste	69
Tabela 44 - Resultados da análise de regressão para os modelos 1,2,3 e 4	73
Tabela 45 - Resultados da análise de regressão para o modelo 5	73
Tabela 46 - Resultados da análise de regressão para os modelos 6,7 e 8	74
Tabela 47 - Resultados do teste à normalidade dos erros para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3"	74
Tabela 48 - Resultados do teste de White para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3"	75
Tabela 49 - Resultados do teste de Durbin Watson para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3"	75
Tabela 50 - Resultados do teste à normalidade dos erros para os modelos com variável dependente "gastos de gás €"	75
Tabela 51 - Resultados do teste de White para os modelos com variável dependente "gastos de gás €"	75
Tabela 52 - Resultados do teste de Durbin Watson.....	76
Tabela 53 - Resultados do teste à normalidade dos erros para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3 normalizado"	76
Tabela 54 - Resultados do teste de White para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3 normalizado"	76
Tabela 55 - Resultados do teste de Durbin Watson para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3 normalizado"	76
Tabela 56 - Coeficientes Beta das variáveis dos modelos 1,2,3 e 4	78
Tabela 57 - Coeficientes Beta das variáveis do modelo 5	79
Tabela 58 - Coeficientes Beta das variáveis dos modelos 6,7 e 8	79
Tabela 59- Ponderações das vertentes do modelo construído	82
Tabela 60 - Ponderações dos temas da vertente ambiental e económica, do modelo construído	82
Tabela 61 - Ponderações da vertente social do modelo construído.....	83
Tabela 62 - Modelo Construído.....	83
Tabela 63- Escala de classificação final do modelo conceptual construído.....	87
Tabela 64 - Pontuações obtidas nas diferentes vertentes pelos clubes Solinca.....	87
Tabela 65 - Pontuações e classificações finais obtidas pelos clubes Solinca	88

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS

3BL	Triple Bottom Line
AFS	Águas Frias Sanitárias
ANOVA	Analysis of variance
AQS	Águas Quentes Sanitárias
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
B&M	Body & Mind
BEE	Building Environmental Efficiency
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CAE	Classificação das Atividades Económicas
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CO ₂	Dióxido de Carbono
CTT	Coeficiente de Transmissão Térmica
DGNB	Deutsche Gesellschaft Für Nachhaltiges Bauen
EUA	Estados Unidos da América
GTC	Gestão Técnica Centralizada
HQE	Haute Qualité Environnementale
iiSBE	International Initiative for a Sustainable Built Environment
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
IVA	Imposto sobre o Valor Acrescentado
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LIDER A	Liderar pelo Ambiente
LM	Les Mills
MASC	Método de Avaliação da Sustentabilidade das Construções
NABERS	National Australian Buildings Environmental Rating System
NPS	Net Promoter Score
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PDCA	Plan Do Check Act
PT	Personal Trainer
RPM	Rotações por minuto
SA	Sociedade Anónima
SB Tool	Sustainable Buildings Tool
SB Tool PT	Sustainable Building Tool Portugal
SGPS	Sociedade Gestora das Participações Sociais
SMED	Single Minute Exchange of Die
SONAE	Sociedade Nacional de Estratificados
SPA	Saúde pela Água

SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SS	Sustainable Score
Sus VSM	Sustainable Value Stream Mapping
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
UPS	Uninterruptible Power Supply
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo
VIF	Variance inflation factor
VSM	Value Stream Mapping
Wi-Fi	Wireless Fidelity

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizada a contextualização da presente dissertação de mestrado bem como a apresentação dos conteúdos e objetivos propostos para a mesma.

1.1. Enquadramento e pertinência

A sustentabilidade é um dos temas mais urgentes e importantes no desenvolvimento da sociedade assentando em todas as atividades humanas que causem impacto ambiental.

Ageron et al. (2012) afirmam que, desde há vários anos, a nossa sociedade se tem debatido com consumos energéticos bastante elevados e, nesse sentido, as práticas sustentáveis têm ganho importância crescente, em grande parte devido a uma mudança na ordem económica. O mesmo autor defende ainda que tanto governos como empresas ou organizações sem fins lucrativos têm o mesmo pensamento quanto ao desenvolvimento de negócios que respeitam o meio ambiente.

Payyanapotta e Thomas (2020) defendem que é importante agir e traçar planos de melhoria que visem a criação de medidas de otimização de consumos energéticos e redução de gastos no sentido de tornar os edifícios cada vez mais sustentáveis. Estes autores demonstraram que a construção e uso de edifícios verdes gera poupanças ao nível do consumo energético em cerca de 30%, reduz emissões de dióxido de carbono em aproximadamente 50% e consegue ainda uma poupança de água entre os 30 aos 50%.

Um estudo do World Green Building Council (2016) revela que adotar medidas de eficiência energética pode poupar cerca de 280 a 410 bilhões de euros em gastos com energia a nível global. Adicionalmente, os edifícios não industriais são os que mais consomem energia representando cerca de 30 a 40% do total de energia primária nos países desenvolvidos.

Para Escrivá-Escrivá (2011) o consumo energético de cada edifício está claramente dependente do seu tipo de construção, ou seja, dos materiais usados, do seu isolamento, da orientação e do design das instalações. No entanto, defende também que estes não são os únicos fatores que influenciam o consumo energético. Uma gestão eficiente de todos os equipamentos presentes nos edifícios constitui também um fator crítico e que deve ser tido em conta, revela ainda o mesmo autor.

Almeida (2014) defende que os ginásios são edifícios que apresentam elevados níveis de consumo de energia devido ao tipo de serviço que prestam. Além disso, revela que estes edifícios possuem alguns equipamentos com a necessidade de trabalhar 24 sobre 24 horas para garantir boas condições de funcionamento e, por isso, tanto a pegada ecológica como os custos energéticos do edifício assumem valores elevados.

1.2. Questão e objetivos de investigação

Considerando o problema de investigação apresentado, e a solução que para ele se preconiza, enuncia-se a seguinte questão de investigação: “Que métodos, ferramentas e critérios devem ser incluídos para avaliar o nível de sustentabilidade de um edifício no setor do fitness?”

Para responder à questão de investigação, define-se o seguinte objetivo geral:

- Construção e implementação de um modelo para avaliar o nível de sustentabilidade de um edifício no setor do fitness.

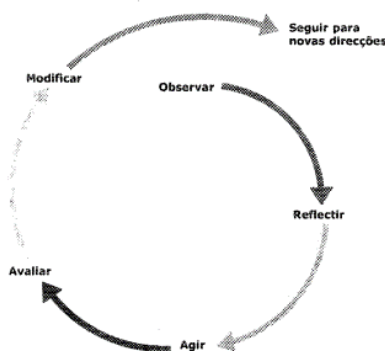
Para a concretização do objetivo geral, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

1. Conhecimento de todos os princípios de funcionamento de um edifício no setor do fitness;
2. Identificar quais os indicadores capazes de avaliar a sustentabilidade de um edifício;
3. Estudar a relação dos indicadores nos consumos e gastos do edifício;
4. Atribuição de pesos aos diferentes indicadores mediante a sua influência;
5. Construção de uma ferramenta para avaliação automática do nível de sustentabilidade de um edifício no setor do fitness.

1.3. Opções metodológicas

A metodologia de investigação utilizada, na realização da presente dissertação de mestrado, foi a *Action Research*, em português Investigação Ação. Neste contexto, a palavra Investigação pressupõe a produção de conhecimento e a palavra Ação, a modificação da realidade. Esta metodologia pretende unir as vertentes teórica e prática, através de ciclos de investigação ação, executados sequencialmente e aperfeiçoados tendo em conta o ciclo anterior. Um dos modelos presentes nesta metodologia é o modelo de Whitehead, composto por seis fases presentes na figura 1 (Coutinho et al., 2009):

Figura 1 - Fases do ciclo Investigação Ação – Adaptado de (Coutinho et al., 2009)



As fases deste ciclo foram aplicadas na prática ao longo da elaboração da dissertação, sendo elas:

1. Observação: análise pormenorizada de todos os princípios de funcionamentos dos clubes Solinca, observação dos seus equipamentos e procedimentos;
2. Reflexão: realização de uma pesquisa bibliográfica dos métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios, já existentes;

3. Ação: desenvolvimento de um estudo estatístico, através da regressão linear, com as características de cada clube e os consumos energéticos para a construção de um modelo próprio;
4. Avaliação: avaliação das características com maior interesse para trazer para o estudo estatístico; avaliação do NPS dos seis clubes;
5. Modificação: Obtenção da performance sustentável de cada clube, segundo o modelo criado.

1.4. Apresentação da empresa

A Solinca *Health & Fitness* é uma empresa que presta serviços de saúde, lazer e bem-estar com o CAE 96040 – Atividades de bem-estar físico. Esta instituição pertence à Sonae Capital, SGPS, SA, uma das quatro *sub-holdings* do grupo Sonae, SGPS, SA.

Nasceu em 1995 com a abertura da primeira unidade no Hotel Porto Palácio e, atualmente, conta já com 34 clubes distribuídos um pouco por todo o país, desde Viana do Castelo a Faro.

A Solinca é uma cadeia de *Health & Fitness clubs*, no entanto, os seus serviços extrapolam o conceito normal de um “simples ginásio” pois proporcionam atividades que abrangem diferentes áreas como a natação e o spa.

A sua missão é “estimular e inspirar hábitos de vida saudáveis, através da prática regular de exercício físico, contribuindo para uma vida mais equilibrada e feliz” e o seu propósito é ajudar a mudar Portugal, uma pessoa de cada vez garantindo, ao mesmo tempo, um serviço de “Fitness para todos”.

Figura 2 - Logotipo solinca



Figura 3 - Logotipo Sonae Capital

SONAE CAPITAL

1.5. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco partes essenciais. São elas:

1. A Introdução, onde é realizada a contextualização da presente dissertação de mestrado bem como a apresentação dos conteúdos e objetivos propostos para a mesma;
2. A Revisão Bibliográfica, onde é efetuada uma investigação no sentido de aprofundar e adquirir novos conhecimentos que servirão de suporte para o desenvolvimento do trabalho;
3. O Caso de Estudo onde são descritos os princípios de funcionamento e manutenção dos clubes e a descrição individual de cada um. É também, neste capítulo que tem lugar a recolha dos dados e a análise estatística para a construção do modelo proposto.

4. A apresentação dos Resultados e Discussão onde serão apresentados e discutidos todos os resultados obtidos com a análise estatística levada a cabo com a ferramenta SPSS. Para além disso, ainda será apresentado o modelo final concebido como fruto da combinação da análise estatística com a revisão bibliográfica elaborada;
5. A Conclusão será realizado o balanceamento de todo o estudo bem como apresentadas as limitações sentidas durante o mesmo e as propostas de melhoria para uma futura investigação.

Para além dos capítulos descritos em cima ainda constam neste trabalho o Resumo, os Índices e Listas, assim como as Referências Bibliográficas, Apêndices e Anexos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo pretende-se efetuar uma pesquisa no sentido de aprofundar e adquirir novos conhecimentos que servirão de suporte para o desenvolvimento do trabalho.

Serão abordados conceitos no âmbito da sustentabilidade dando especial atenção ao conceito *Triple Bottom Line* com o intuito de perceber melhor os fatores que, dentro deste tripé, descrevem e avaliam a performance sustentável de um edifício.

Com efeito, serão ainda apresentados temas como o *Green-Lean*, seus princípios, ferramentas e benefícios de implementação prática no sentido de perceber em que medida estes podem auxiliar na construção do modelo proposto.

Por fim, será também realizado um estudo aprofundado sobre os métodos de avaliação da sustentabilidade nas construções com o intuito de fazer um benchmarking para auxiliar na construção deste modelo.

2.1. Desenvolvimento Sustentável

De acordo com o (World Business Council for Sustainable Development, 2010) até 2050, irá existir um aumento de 30% de pessoas a habitar este planeta. Este crescimento pode ser visto de forma vantajosa já que implica milhões de novos consumidores para o setor empresarial. No entanto, o cenário negro desta notícia é a diminuição dos recursos naturais e as alterações climáticas que irão limitar a possibilidade dos cerca de 9 mil milhões de pessoas manterem o estilo de vida consumista verificado atualmente.

O mundo tem todas as ferramentas necessárias para conseguir viver bem e ao mesmo tempo, respeitar as limitações do planeta: os conhecimentos científicos, tecnologias comprovadas e emergentes, ativos financeiros e comunicações imediatas. No entanto, a sociedade está perto do abismo e move-se a passos largos no caminho da insustentabilidade (World Business Council for Sustainable Development, 2010).

A necessidade de uma nova solução em resposta à problemática ambiental, causada pelo desregrado comportamento humano, de modo a preservar as gerações futuras, impulsiona uma alargada discussão deste conceito.

“A sustentabilidade assenta num desenvolvimento regado e responsável que permite às gerações atuais satisfazerem as suas próprias necessidades sem que, com isso, comprometam a satisfação das necessidades das gerações futuras.”

Esta é a clássica definição de sustentabilidade, proposta pela World Commission on Environment and Development, (1987) através do famoso relatório “Our Common Future” divulgado durante a conhecida “Comissão de Brundtland”. Foi também neste relatório que se instituiu as três dimensões que pressupõem o desenvolvimento sustentável. Assim, pode-se afirmar que a sustentabilidade assenta num conjunto de três pilares importantes comumente chamado de *Triple Bottom Line* (3BL), sendo este composto pela vertente social, a económica e a ambiental. De acordo com uma pesquisa realizada por Sajan et al., (2017), é através da interação equilibrada destes três pilares que é possível existir um desenvolvimento contínuo tanto nos negócios como na sociedade. Num contexto empresarial, Wu et al., (2015) refere uma empresa sustentável como aquela que consegue

gerar lucro para os seus *shareholders* ao mesmo tempo que protege o meio ambiente e melhora a qualidade de vida dos seus *stakeholders*.

Figura 4 - Triple Bottom Line – Adaptado de Abualfaraa et al., (2020)



Existem várias formas de mensurar os três pilares da sustentabilidade, no entanto, as dimensões social e ambiental ainda suscitam alguma confusão ao contrário da dimensão económica que geralmente é mais direta (Bhattacharya et al., 2019).

A tabela 1 apresenta a descrição de cada perspetiva e elenca alguns indicadores capazes de medir cada uma em particular.

Tabela 1 - Descrição e indicadores dos três pilares da sustentabilidade

Pilar	Descrição e/ou indicadores de medida	Referência
Económico	Refere-se ao impacto das medidas ambientais e sociais praticadas, na ordem económica da organização.	(Alhaddi, 2015)
	Visa a maximização do lucro e minimização de inventários, matérias-primas e custos de produção.	(Khan et al., 2021)
	Melhor performance do edifício; redução de custos; crescimento económico.	(Carvalho et al., 2017)
	Custo do ciclo de vida, relação custo benefício, benefício líquido.	(Janjua et al., 2020)
	Custo do capital, uso eficiente, economia local.	(Salami et al., 2021)
Social	É a inclusão de práticas benéficas e justas para o trabalho, para o capital humano e para a comunidade em geral.	(Alhaddi, 2015)
	Ambiente de trabalho limpo e organizado; minimização de conflitos; melhor performance social; saúde e segurança no trabalho.	(Carvalho et al., 2017)
	Manutenção dos direitos humanos; ambiente de trabalho cooperativo; satisfação no trabalho; igualdade de oportunidades.	(Bhattacharya et al., 2019)
	Conforto térmico, condições internas, acessibilidade do edifício, conservação energética.	(Janjua et al., 2020)
	Conforto dos ocupantes, ambiente inclusivo, acessibilidade das instalações, participação e controlo, educação, saúde e segurança.	(Salami et al., 2021)

Ambiental	Envolve práticas que não comprometem os recursos ambientais das gerações vindouras. Refere-se ao uso consciente e regrado dos recursos energéticos, reduzindo as emissões de gases com efeito de estufa e a pegada ecológica.	(Alhaddi, 2015)
	Redução de emissões de dióxido de carbono; controlo da poluição, eficiência energética; diminuição do consumo de materiais tóxicos.	(Bhattacharya et al., 2019) (S. Silva et al., 2020)
	Uso de recursos naturais; gestão ambiental; prevenção da poluição.	(Abualfaraa et al., 2020)
	Consumo de água, consumo de energia, consumo de energia fóssil, emissões de CO2	(Janjua et al., 2020)
	Consumo dos recursos naturais (água, energia), emissões de CO2, gestão ambiental.	(Salami et al., 2021)

2.2. Lean

O *Toyota Production System* (TPS) surgiu no Japão depois da segunda grande guerra mundial, pela mão da empresa Toyota, como um novo padrão de produção. O Lean surgiu e foi implementado, na indústria, depois do sucesso que foi o TPS (Leong et al., 2019). Ramos et al., (2019) enfatiza que a filosofia Lean é amplamente utilizada, pelas empresas, para mitigar todos os tipos de desperdícios, melhorar a produtividade e, conseqüentemente, aumentar a sua postura competitiva no mercado, oferecendo ao cliente um melhor produto ou serviço pela redução das atividades desnecessárias. Baysan et al., (2018) acrescenta que, o pensamento *Lean* é uma filosofia que analisa os processos atuais da empresa com o intuito de identificar os procedimentos que não geram valor para o cliente e eliminá-los. Assim, as organizações centram os seus esforços apenas nas atividades essenciais melhorando conseqüentemente a sua performance, afirma ainda o mesmo autor.

Na tabela 2 serão apresentados e descritos os sete desperdícios *Lean*, de acordo com Choudhary et al., (2017).

Tabela 2 - Desperdícios Lean

Desperdícios Lean	Descrição
Sobreprodução	Produção superior à procura ou antes de ser requisitada
Transporte	Movimentos desnecessários de produtos/matéria-prima.
Inventário	Materiais/produtos acabados mantidos em stock.
Movimentação	Movimento de pessoas desnecessário.
Espera	Esperas por informação, máquinas, pessoas ou materiais que acabam por alargar o tempo de produção e entrega.
Defeito	Tempo e custos do retrabalho necessário para arranjar um produto defeituoso.
Sobre processamento	Trabalho excessivo não pedido pelo cliente.

2.2.1. Lean-Green

As organizações empresariais têm mudado a sua estratégia focando-se em processos de produção mais sustentáveis e é nesse sentido que Ramos et al., (2019) expõe a importância da evolução do pensamento *Lean* para um pensamento *Lean-Green* atestando que este último está fortemente direcionado para a implementação de modelos de negócio sustentáveis. Siegel et al., (2019)

descreve o conceito “*Green*” como uma abordagem que procura reduzir o impacto ambiental negativo sem que isso se reflita de forma prejudicial no desempenho financeiro de uma empresa. De acordo com Leong et al., (2019) este conceito assenta, à semelhança do pensamento *Lean*, na eliminação dos processos que não adicionam valor para o cliente mas partindo de outra perspetiva, a perspetiva ambiental. Choudhary et al., (2017) concorda e acrescenta que é fundamental agregar a estratégia *Lean* com a *Green* já que ambas se focam na redução de desperdícios. Como sugere Leong et al., (2019) o conceito *Green* acrescenta ao *Lean* preocupações ao nível ecológico tanto com a poluição do ar, água e solos como também com o uso excessivo de energia. Assim, há uma clara concordância entre vários autores de que é benéfico optar por uma abordagem integrada do *Lean* e do *Green* sendo esta uma boa oportunidade para melhorar a performance sustentável das empresas (Siegel et al., 2019).

Na tabela 3 estão presentes os sete desperdícios *Green* como sugerido por Choudhary et al., (2017).

Tabela 3 - Desperdícios *Green*

Desperdícios <i>Green</i>	Descrição
Energia	Uso excessivo de energia (luzes, motores, equipamentos...).
Água	Uso excessivo de água (custo da água não utilizada e custo adicional para a evacuar e limpar).
Material	Gastos incorridos na conceção de produtos que não serão usados ou que têm um ciclo de vida curto e não são recicláveis.
Lixo	Gastos em algo que será para o lixo (algo que causou impactos negativos a produzir e que exige um gasto acrescido para eliminar).
Transporte	Transporte desnecessário de pessoas, materiais e bens.
Emissões	Gastos desnecessários com criação e descarga de poluentes bem como as possíveis multas associadas a este ato.
Biodiversidade	Impactos negativos diretos na fauna e flora e exploração de recursos em tempo inferior ao tempo de regeneração natural dos mesmos.

Um trabalho desenvolvido por Silva et al., (2020) comprova que a integração destes dois conceitos proporciona uma melhoria no desempenho ambiental ao mesmo tempo que reduz custos e aumenta a eficiência e competitividade das empresas. Os esforços das organizações para melhorar níveis de produtividade podem também consistir oportunidades de melhoria do nível de desempenho ambiental das mesmas. Existem vários estudos com provas dadas da eficácia na redução de custos e consumos com a junção dos conceitos *Lean Green*. O objetivo do estudo desenvolvido por Silva et al., (2020) foi a quantificação do impacto económico e ambiental resultante da integração dos dois conceitos (*Lean* e *Green*) numa empresa portuguesa de soldagem robotizada. Para o efeito implementaram quatro ferramentas *Lean*: *Kaizen*, *Value Stream Map* (*VSM*), *Jidoka* e *Total Productive Maintenance* (*TPM*). A aplicação destas ferramentas *Lean* traduziu um aumento da eficiência produtiva “reduzindo em média 33% dos tempos de ciclo, reduzindo o consumo de energia em 38% e reduzindo o desperdício em 66%”. Os ganhos económicos e ambientais foram visíveis e os autores comprovaram, mais uma vez, a importância da aplicação deste tipo de ferramentas que permite às empresas a diferenciação e o aumento dos lucros.

2.2.2. Ferramentas e Metodologias Lean

Para Siegel et al., (2019) as ferramentas *Lean* são métodos que têm como principal objetivo identificar e eliminar os desperdícios com o intuito de otimizar os recursos de uma organização. Leong et al., (2019) afirma que o uso das ferramentas *Lean* reflete-se nas empresas de forma positiva melhorando a sua performance, reduzindo os tempos de ciclo e ainda melhorando a qualidade do seu produto ou serviço. O mesmo autor defende ainda que, estas ferramentas podem ser utilizadas por todas as empresas, dos mais diversos ramos de atividade, mas com as alterações e ajustes que se revelarem necessárias e adequadas a cada caso em particular. Uma pesquisa bibliográfica feita por Ramos et al., (2019) revela que as ferramentas *Lean* têm também uma forte aplicabilidade quando o objetivo é atingir uma boa performance sustentável.

Value Stream Mapping (VSM)

Choudhary et al., (2017) e Schillig et al., (2015) referem esta ferramenta *Lean* como uma das mais implementadas pelas empresas para reduzir tempos de ciclo. Leong et al., (2019) define-a como um método para visualizar os fluxos de material e informação facilitando a identificação dos desperdícios que provocam uma baixa performance. Para Schillig et al., (2015) e Choudhary et al., (2017) o VSM oferece uma clara distinção entre as atividades que geram valor daquelas que não geram, o que se torna útil para cumprir o propósito da filosofia *Lean*, a redução de desperdícios.

No entanto, esta ferramenta por si só, não tem em conta as perspetivas ambiental e social uma vez que o seu grande foco é a redução de tempos que dizem respeito à perspetiva económica (Faulkner & Badurdeen, 2014). Como forma de adaptar o VSM e incorporar a responsabilidade ambiental e social surgiram algumas variantes que permitem melhorar a sua utilidade enquanto ferramenta de avaliação da performance sustentável, revelam os autores Faulkner e Badurdeen, (2014) e Choudhary et al., (2017).

Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM)

Para Faulkner & Badurdeen, (2014) o Sus-VSM é uma das variantes do convencional VSM, que se caracteriza por incluir métricas sustentáveis no âmbito do *Triple Bottom Line*. Estes autores, acrescentam ainda que esta ferramenta *Green* avalia os gastos com matérias-primas, os consumos de água e energia e ainda o bem-estar social das pessoas envolvidas no processo.

A tabela 4, sugerida por Brown et al., (2014), compara as métricas avaliadas por ambas as ferramentas, VSM e Sus-VSM.

Tabela 4 - Métricas do VSM e do Sus-VSM

Tipo de gasto/problema	VSM	Sus-VSM	Tipo de métrica
<i>Tempo</i>	✓	✓	Económica
<i>Matéria-prima</i>	✗	✓	Ambiental
<i>Água</i>	✗	✓	Ambiental
<i>Energia</i>	✗	✓	Ambiental
<i>Acidentes de Trabalho</i>	✗	✓	Social
<i>Ergonomia</i>	✗	✓	Social

5s

O estudo realizado por Mohan Sharma & Lata, (2018), revela que a ferramenta 5S é a mais adequada para aplicação nos vários departamentos de uma empresa quando o objetivo é organizar o fluxo de material/produto e melhorar a ética de trabalho. Esta ferramenta elimina os desperdícios existentes, tornando o local de trabalho mais organizado. No fundo, é um conjunto de práticas que permitem a redução de desperdícios e a melhoria do desempenho das pessoas e processos. Esta metodologia está na base da implementação de qualquer atividade de melhoria por forma a criar um posto de trabalho adequado ao controlo visual e às práticas Lean. O 5S ajuda a reduzir o tempo necessário para agregar valor possibilitando assim, o aumento da produtividade e qualidade do produto (Costa et al., 2018). Os 5s são cinco palavras em Japonês, sejam elas (Mohan Sharma & Lata, 2018):

1. **Seiri** (Organização) - Dividir e classificar todos os itens do local de trabalho segundo categorias. Reter todos os itens essenciais para o funcionamento do local de trabalho. Devolver todos os itens pertencentes a outro departamento, local ou cliente. Libertar a área de todos os outros itens restantes e eliminá-los.
2. **Seiton** (Arrumação) - Encontrar um lugar ideal para cada item estabelecendo uma localização específica para cada um. Mover os itens que são sempre necessários para as proximidades. Rotular tudo e tornar o local de trabalho visual. Mover os itens que não são necessários com tanta frequência para um local próximo à área, mas não para um local que possa interromper o fluxo.
3. **Seiso** (Limpeza) – Limpar toda a área em profundidade. Esta etapa é algo importante pois pessoas que trabalham num ambiente limpo, tendem a ter uma atitude mais positiva tornando-se mais produtivos. Além disso, ajuda a detetar possíveis problemas com equipamentos e torna o local mais seguro.
4. **Seiketsu** (Normalização) – Após o processo de limpeza, é preciso normalizar na cultura organizacional os valores e normas de comportamento. É importante a criação de regras e normas para manter o que foi implementado.
5. **Shitsuke** (Auto-disciplina) – Esta etapa introduz um senso de autodisciplina. É a etapa mais difícil pois é necessário criar novos hábitos e níveis de expectativas de desempenho. São definidas e implementados procedimentos e instruções, são atribuídas responsabilidades e realizadas auditorias ao 5S.

Com a implementação de uma metodologia 5S, a organização beneficia de inúmeros benefícios. Os mais notórios e impactantes são (Costa et al., 2018):

- Maximização da eficiência;
- Redução de defeitos;
- Melhor segurança no local de trabalho;
- Melhoria na qualidade de vida e moral do trabalhador.

Total Productive Maintenance (TPM)

O TPM é uma ferramenta utilizada para eliminar desperdícios associados a máquinas tecnológicas numa organização. Esta ferramenta é uma forma de gestão que visa a integração de todos os

funcionários para assegurar a continuidade da produção. O seu principal objetivo é aumentar a eficiência e a produtividade das máquinas e equipamentos através da diminuição do número de falhas e tempos de inatividade (Rewers et al., 2016). O TPM combina atividades de manutenção preventiva e preditiva, a fim de evitar a ocorrência de falhas de equipamentos, buscando simultaneamente a melhoria do funcionamento e design dos equipamentos. Consiste numa abordagem inovadora de manutenção, visa otimizar a eficiência dos equipamentos procurando eliminar avarias e falhas (Vaz et al., 2021).

Existem três princípios que estão na base desta ferramenta (Rewers et al., 2016):

- Desenvolver e capacitar as pessoas e promover o trabalho em equipa;
- Aumentar a eficiência dos equipamentos;
- Reduzir custos.

Andon

De acordo com Singh & Kumar, (2021), Andon é uma palavra japonesa que, em português, significa lanterna. Esta ferramenta funciona como um auxílio visual que permite identificar as áreas onde há uma ação a realizar. Na prática, o Andon é um sistema utilizado para sinalizar alguma falha no processo de produção, solicitando a intervenção de técnicos ou responsáveis para a resolução do problema.

Kaizen

Kaizen é uma palavra japonesa que significa mudar (KAI) para melhor (ZEN) (Kaizen Institute, 2021). Segundo Rewers et al., (2016), a filosofia Kaizen é um conceito de melhoria contínua que pressupõe a procura contínua de melhorias para todas as áreas de uma organização. Este conceito, significa “melhoria contínua na vida pessoal, social e profissional. Quando aplicado no local de trabalho, Kaizen significa melhoria contínua envolvendo todos - administração e restantes colaboradores” - Masaaki Imai, Fundador do Kaizen Institute

Existem 5 princípios fundamentais Kaizen que estão incorporados em todas as ferramentas e comportamentos Kaizen, sendo eles (Kaizen Institute, 2021):

1. Conhecer o cliente;
2. Criar fluxo;
3. Ir ao Gemba;
4. Dar *empowerment* às pessoas,
5. Ser transparente;

A implementação destes 5 princípios em qualquer organização é fundamental para criar uma cultura de melhoria contínua.

Gemba

Em japonês, Gemba significa “o lugar certo”, ou seja, o lugar onde as coisas acontecem na realidade. Nesse sentido, “ir ao gemba” torna-se uma prática bastante importante já que significa ir até onde as coisas ocorrem e ver o que está a acontecer no terreno. O Gemba estimula a visita ao chão-de-

fábrica com o intuito de observar, entender e analisar a operação de forma a propor melhorias no processo produtivo (Kimsey, 2010).

Kanban

De acordo com Rewers et al., (2016) kanban significa cartão ou sinal. É um método japonês que visa controlar a produção, através de cartões de cores ou tamanhos diferentes de modo a designar e especificar tarefas distintas. A palavra Kanban, traduzida para português, significa olhar atentamente para a placa de madeira. Assim, esta ferramenta pode ser descrita como um quadro que fornece uma forma eficaz de gestão visual para controlar a produção em qualquer ambiente. Este quadro é utilizado para visualizar e materializar o trabalho a executar, o trabalho em fase de execução e o trabalho já concluído (Powell, 2018).

PDCA

O ciclo PDCA, do inglês, *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Fazer-Verificar-Agir) é uma metodologia de controlo para a execução de uma série de atividades de melhoria contínua dos processos. Esta metodologia deve ser repetida com frequência numa organização e os seus passos pressupõem a realização de algumas atividades (Song & Fischer, 2020):

- **Plan:** Definir objetivos, métodos e procedimentos;
- **Do:** Executar as tarefas que foram planeadas anteriormente;
- **Check:** Verificar os resultados das tarefas executadas;
- **Act:** Agir em conformidade, aplicando medidas corretivas em busca da melhoria.

Figura 5 - Ciclo PDCA – Adaptado de <https://bityli.com/G7qpUi>



Poka-Yoke

Poka-Yoke (do japonês Yoke – prova; Poka – erro) é um método de prevenção de erros. Esta filosofia elimina eventuais erros no processo, reduz o tempo necessário para treinar funcionários, elimina operações de controlo de qualidade e garante um controlo de 100% do processo. Um exemplo de um sistema poka-yoke é um cartão SIM que só tem uma forma possível de ser colocado no telemóvel (Rewers et al., 2016).

SMED

A metodologia SMED foi desenvolvida em 1950 por Shigeo Shingo, um engenheiro industrial da empresa Toyota (A. Silva et al., 2021). A sigla SMED, proveniente de *Single Minute Exchange of Die*, que em português significa troca rápida de ferramentas, é uma filosofia Lean que visa a redução dos tempos de preparação das máquinas ou instalações, comumente designado por tempo de *setup*. O SMED pressupõe a existência de dois tipos de tarefas: as internas e as externas. As internas

só podem ser executadas quando a máquina está parada e as externas podem ser executadas quando a máquina está em funcionamento. Assim, a ideia passa por executar as tarefas externas quando a máquina ainda está em funcionamento (Balabuch, 2017). O SMED tem como foco a análise, sistematização e normalização das tarefas realizadas pelos operadores. Uma implementação correta garante maior flexibilidade e resulta num melhor fluxo produtivo (A. Silva et al., 2021).

De acordo com A. Silva et al., (2021), A implementação da metodologia SMED envolve as seguintes etapas:

- Estudo da situação atual;
- Classificação das tarefas em tarefas internas e externas;
- Transformação de tarefas internas em tarefas externas;
- Otimização de tarefas internas;
- Otimização de tarefas externas.

2.3. O Impacto do Lean Green na Sustentabilidade

Num estudo bibliográfico efetuado por Teixeira et al., (2021), os autores afirmam que a integração dos conceitos *Lean* e *Green* causam impacto na sustentabilidade, nomeadamente nas suas três vertentes: social, ambiental e económica. Embora a maioria dos estudos considerados por estes autores, confirmem a teoria de que a filosofia *Lean* impacta positivamente a sustentabilidade, ainda houve casos onde se identificou um impacto negativo das ferramentas nos consumos. Apesar disso, os resultados demonstram que a combinação do Lean com o Green revela capacidade para melhorar os resultados da sustentabilidade. Os mesmos autores elaboraram um quadro resumo que identifica os efeitos de cada ferramenta Lean e o impacto desses efeitos nas três vertentes da sustentabilidade. Esse quadro resumo elaborado por Teixeira et al., (2021) pode ser consultado na tabela 5. Os símbolos “+” e “-” representam o impacto positivo e negativo dos efeitos das ferramentas nas dimensões da sustentabilidade, respetivamente. O número de símbolos representa o número de vezes que determinado efeito foi detetado pelos autores.

Tabela 5 - Tipo de impacto das ferramentas Lean-Green nas três dimensões da sustentabilidade

Ferramenta	Efeito	Dimensão impactada		
		Económica	Ambiental	Social
SMED	Melhoria da eficiência do processo; Aumenta o consumo de energia.	+-	-	
Poka-Yoke	Redução de consumos energéticos	+	+	
Kanban	Aumenta a eficiência operacional do processo; Redução das emissões atmosféricas, desperdício de materiais; Aumenta o consumo de água.	+++	++	
Kaizen	Redução do consumo de energia, resíduos sólidos e uso de materiais	+++	+++	

TPM	Melhoria na gestão de materiais e no atendimento às especificidades dos produtos; Prevenção de problemas ambientais; Redução do consumo energético e emissões atmosféricas.	+++++	+++++	+
5S	Redução do uso de materiais, resíduos sólidos, consumo energético e emissões atmosféricas; Melhoria da segurança	++++	++++	++
Sus-VSM	Identifica e reduz o consumo de energia e materiais; Avalia condições ergonômicas.	++	++	+
VSM	Melhoria da eficiência do processo; Identifica e reduz o consumo de energia, resíduos sólidos, uso de materiais, emissões atmosféricas, pegada de carbono e o esforço físico da força de trabalho	+++++	+++++	+

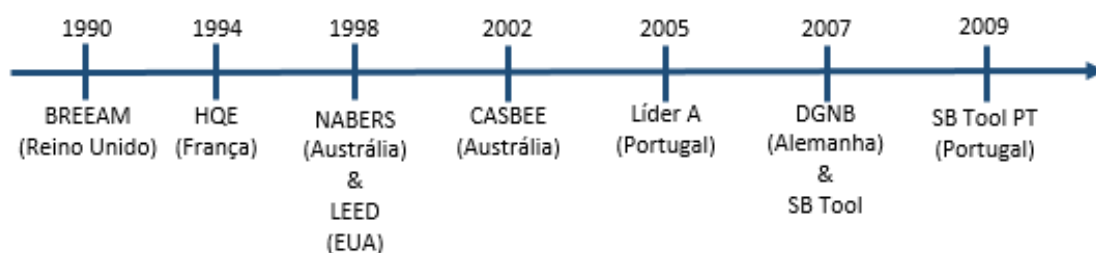
Apesar de quase todos os efeitos de cada uma das ferramentas impactarem positivamente a dimensão económica e ambiental, existem algumas ferramentas que revelaram impacto negativo nos pilares económico e ambiental.

2.4. Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC)

A Indústria da Construção é considerada uma das principais causadoras dos impactos negativos no meio ambiente e, nesse sentido, surgiram várias iniciativas com o objetivo de atenuar esses impactos gerados. Atualmente, encontram-se, um pouco espalhados por todo o mundo, ferramentas para avaliar e medir a sustentabilidade das construções, os denominados MASC. No entanto, não há nenhum que consiga atingir uma concordância global unânime devido ao elevado grau de subjetividade que o conceito de sustentabilidade impõe e devido às características e exigências particulares de cada região ou tipo de construção.

Nesse sentido, nos próximos subcapítulos serão apresentados 8 métodos, assim como, os seus procedimentos e requisitos para a certificação de um edifício. Estes métodos encontram-se organizados na figura 6, por ordem cronológica da sua criação e tendo em conta o país onde foram desenvolvidos.

Figura 6 - Friso cronológico do aparecimento dos MASC



2.4.1. BREEAM

O *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) foi desenvolvido pelo Building Research Establishment (BRE) no Reino Unido e lançado em 1990. É um dos métodos mais utilizados em todo o mundo e estabelece um conjunto de boas práticas no que diz respeito à construção de novos edifícios (W. L. Lee & Burnett, 2008). O sistema BREEAM engloba vários tipos de construções, desde edifícios habitacionais a edifícios na área dos serviços. Este é um método de avaliação bastante abrangente já que tem aplicabilidade em diversos tipos de construção nos seus diferentes estágios de vida e possui critérios adaptados às características de cada um. Para isto, o sistema BREEAM desdobra-se em diferentes subsistemas (BRE Global Limited, 2020):

- BREEAM *Communities*, para planeamento de um conjunto de edifícios;
- BREEAM *New Construction*, para novos edifícios, domésticos ou não domésticos;
- BREEAM *In-Use*, para edifícios já existentes e em operação;
- BREEAM *Refurbishment and Fit Out*, para remodelação e adaptação de edifícios domésticos e não domésticos.

Como existem quatro subsistemas para avaliar os edifícios segundo a ideologia BREEAM, será exposto apenas o subsistema BREEAM In-Use visto ser aquele que se adequa ao estudo em causa. Para apurar o desempenho ambiental de um edifício o BREEAM In-Use divide-se em duas partes:

- Performance do Ativo: Benchmarking da performance do ativo delineando as áreas de melhores práticas, assim como o seu potencial de melhoria;
- Performance da Gestão: Benchmarking dos processos de gestão do edifício delineando as áreas de melhores práticas, assim como o potencial para atingir a performance do ativo ideal.

O BREEAM In-Use apresenta nove categorias de avaliação e ainda contempla uma categoria extra, que ultrapassa o máximo da pontuação, para premiar níveis mais altos de desempenho. As diferentes categorias de avaliação encontram-se representadas na tabela 6 juntamente com a sua ponderação associada (BRE Global Limited, 2020).

Tabela 6 - Sistema de avaliação BREEAM

Categorias	Ponderação	
	Performance do Ativo	Performance da Gestão
Gestão	0%	11%
Saúde e Bem-estar	20%	17%
Energia	25%	27%
Transportes	5%	0%
Água	11%	9%
Recursos	13%	11%
Resiliência	13%	11%
Ocupação do Solo e Ecologia	4%	7%
Poluição	9%	7%
TOTAL	100%	100%
Exemplar (Adicional)	10%	9%

Para cada categoria são estipulados alguns requisitos que se traduzem em créditos conforme o cumprimento dos mesmos por parte do edifício. Isto permite obter um índice de desempenho que certifica ou não o edifício, dependendo da classificação obtida, tendo em conta a escala apresentada na figura 7 (BRE Global Limited, 2020) .

Figura 7 - Escala de avaliação BREEAM – Adaptado de (BRE Global Limited, 2020)

Não Aprovado	Aceitável	Passou	Bom	Muito Bom	Excelente	+Excelente
<10	≥10 a <25	≥25 a <40	≥40 a <55	≥55 a <70	≥70 a <85	≥85

2.4.2. LEED

O *Leadership in Energy and Environment Design* (LEED) surgiu em 1998 nos Estados Unidos da América e foi desenvolvido pelo *United States Green Building Council* (W. L. Lee & Burnett, 2008). O LEED avalia o desempenho do edifício ao longo de todo o seu ciclo de vida através de normas que atestam se estes são ou não ambientalmente sustentáveis (Li et al., 2021). O seu sistema de classificação é baseado em pontos, no qual os edifícios ganham pontos por atenderem as categorias específicas de construção sustentável (Pai & Elzarka, 2021). Este método é abrangente, pelo que, existe um sistema de pontuação adaptado a cada tipologia de edifício (U.S. Green Building Council, 2020). Atualmente, existem 9 variantes do sistema LEED disponíveis para abarcar as diferentes tipologias de edifícios existentes:

- LEED *for New Construction*, para novas construções;

- LEED *for Core and Shell*, para estruturas, instalações e outras especialidades;
- LEED *for Existing Buildings*, para manutenção e operação de edifícios já existentes;
- LEED *for Schools*, para escolas;
- LEED *for Neighborhood Development*, para bairros e urbanizações;
- LEED *for Retail*, para unidades de comércio e serviços;
- LEED *for Healthcare*, para unidades de saúde;
- LEED *for Homes*, para habitações unifamiliares ou multifamiliares;
- LEED *for Commercial Interiors*, para unidades comerciais interiores.

Dada a existência de vários subsistemas LEED com classificação própria, não é possível apresentar um único sistema de pontuação. A tabela 7, reflete as categorias e respectivos pontos subjacentes, tendo em conta alguns dos subsistemas existentes.

Tabela 7 - Sistema de avaliação LEED

CATEGORIA	PONTUAÇÃO			
	Novas Construções	Escolas	Hospitais	Healthcare
Processo de integração	1	1	1	1
Localização e Transportes	16	15	16	9
Locais Sustentáveis	10	12	10	9
Eficiência de água	11	12	11	11
Energia e Atmosfera	33	31	33	35
Materiais e Recursos	13	13	13	19
Qualidade Ambiental Interna	16	16	16	16
Inovação	6	6	6	6
Prioridade Regional	4	4	4	4

Para que um edifício possa ser alvo de avaliação com vista à obtenção de uma certificação LEED, é obrigatório cumprir certos pré-requisitos. O não cumprimento destes, inviabiliza toda a certificação pretendida. As duas últimas categorias da tabela 6 são adicionais e não interferem na pontuação máxima de 100 pontos, apenas servem para valorizar aspetos de inovação e cumprimento de diretivas regionais. A contabilização final é feita através do somatório dos pontos obtidos em cada categoria sendo depois atribuído um dos certificados dependendo do nível de pontuação alcançado (U.S. Green Building Council, 2020). A figura 8 mostra os diferentes tipos de certificado e as respetivas escalas de pontuação exigidas para conquistar cada um.

Figura 8 - Escala de avaliação LEED - adaptado de <https://www.go-gba.org/resources/leed/>



2.4.3. HQE

Em França, no ano de 1994, foi criada a *Haute Qualité Environnementale*, uma associação com o objetivo de potenciar o desempenho dos edifícios a nível ambiental. Mais tarde foi proposto o HQE *Bâtiments*, um método de avaliação da sustentabilidade que visa a melhoria da qualidade ambiental de edifícios novos e existentes. Foi projetado para qualificar um edifício limpo, confortável e energeticamente eficiente, onde os impactos ambientais e económicos são os mais controlados possíveis ao longo de ciclo de vida do edifício. O HQE recorre à entidade certificadora Cerway para promover a melhoria por meio da certificação e reconhecer a performance de profissionais, edifícios e territórios com o objetivo de um desenvolvimento sustentável. O HQE está dividido em três subsistemas para atender melhor às especificidades de cada projeto, sendo eles (HQE, 2015a, 2015b)

- *Buildings under construction*, cobre as fases de projeto de edifícios novos e renovados;
- *Non residential buildings in operation*, fornece uma visão geral do desempenho dos edifícios em laboração;
- *Urban planning and development*.

Tendo em conta o subsistema “Non residential buildings in operation”, é possível elencar, dentro deste, três diferentes áreas de certificação, sendo elas (HQE, 2015b):

- Edifício Sustentável;
- Gestão Sustentável;
- Uso Sustentável.

Na tabela 8 é possível observar todas as categorias abrangidas pelos temas descritos e através das quais, os edifícios são avaliados segundo este método (HQE, 2015b):

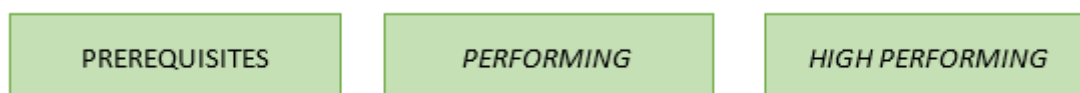
Tabela 8 - Sistema de avaliação HQE

TEMA	CATEGORIAS
Ambiente	Local
	Componentes
	Local de trabalho
	Manutenção
	Água

	Desperdício
Energia	Manutenção
Conforto	Conforto Higrotérmico
	Conforto Acústico
	Conforto Visual
	Conforto Olfativo
Saúde	Qualidade do espaço
	Qualidade do Ar
	Qualidade da Água

Dependendo do seu desempenho nos vários requisitos de cada categoria, o edifício soma um conjunto de pontos já definido por cada requisito satisfeito. Existe em todas as categorias, pré-requisitos que devem ser obrigatoriamente satisfeitos caso contrário a certificação é inviabilizada. A avaliação prossegue aferindo a pontuação obtida em cada categoria, separadamente. Dependendo da percentagem de pontos alcançada, cada categoria situar-se-á num dos seguintes patamares presentes na figura 9.

Figura 9 - Patamares de avaliação HQE



Uma vez apurado o patamar em que se situa cada categoria, é possível aferir as estrelas por tema. Os temas somam estrelas tendo em conta o número de categorias que possuem em cada um dos três patamares. A tabela 9 mostra o número de estrelas que cada categoria soma quando situada num dos três patamares:

Tabela 9 - Escala de avaliação dos temas do método HQE

TEMA "ENERGIA"		REstantes TEMAS	
Pré-Requisitos	0 estrelas	Pré-Requisitos	0 estrelas
Performing	2 estrelas	Performing	1 estrela
High-Performing	4 estrelas	High-Performing	2 estrelas

O cálculo final é dado pelas seguintes fórmulas, tendo em conta cada tema:

1. Tema "Ambiente"

$$(Total\ de\ estrelas\ arrecadado * 4)/12$$

Equação 1

2. Tema "Energia"

(Neste tema não há cálculos, sendo que apenas abrange uma única categoria)

3. Tema "Conforto"

$$(Total\ de\ estrelas\ arrecadado * 4)/8$$

Equação 2

4. Tema “Saúde”

$$(Total\ de\ estrelas\ arrecadado * 4)/6$$

Equação 3

No final, cinco classificações são possíveis dependendo da pontuação geral após somar as estrelas obtidas para cada um dos 4 temas. A tabela 10 mostra o número de estrelas necessário para obter cada classificação, sendo que só é possível atingir 16 estrelas, no máximo.

Tabela 10 - Escala de avaliação HQE

Pré-Requisitos atingidos	Número de estrelas arrecadado	Classificação obtida
✖	Sem classificação	
✓	0	HQE PASS
✓	Entre 1 e 4	HQE GOOD
✓	Entre 5 e 8	HQE VERY GOOD
✓	Entre 9 e 11	HQE EXCELLENT
✓	Mais de 12 (e pelo menos 3 do tema “Energia”)	HQE EXCEPTIONAL

2.4.4. NABERS

O *National Australian Buildings Environmental Rating System*, é uma iniciativa nacional criada em 1998 por parte do governo australiano. Atualmente, é gerido pelo departamento de planeamento, indústria e ambiente do governo de *New South Wales*. Tem como objetivo principal a avaliação, medição e compreensão do desempenho ambiental de cada edifício, identificando áreas com potencial de melhoria e redução de custos. Entre os anos de 2009 e 2019, o NABERS providenciou, aos seus clientes, poupanças energéticas em média de 30% a 40%. O NABERS possibilita a verificação e análise do desempenho ambiental de várias tipologias de edifícios como escritórios, hotéis, centros comerciais, *data centres* e residências, apoiando-se em desempenhos ambientais de referência de outros edifícios já existentes. Este sistema de avaliação incide na apreciação de quatro temas específicos, em que a cada um é atribuída a respetiva classificação individual. Os temas alvo de avaliação são (NABERS, 2019) :

- Energia;
- Água;
- Resíduos;
- Ambiente Interno.

Contudo, a aplicação dos diferentes temas não é uniforme, já que, varia dependendo da tipologia dos edifícios analisados. A aplicabilidade deste método estende-se quer a edifícios construídos, quer a edifícios em fase de projeto cobrindo várias tipologias de construções presentes na Austrália.

Através da tabela 11 é possível verificar as tipologias de edifícios mais recorrentes e os temas alvo de avaliação respeitantes a cada uma (NABERS, 2019).

Tabela 11 - Tipologias de edifícios a avaliar no método NABERS

Tipologia	Temas em avaliação			
	Energia	Água	Resíduos	Ambiente Interno
Apartamentos	✓	✓	✗	✗
Data Centers	✓	✗	✗	✗
Hotéis	✓	✓	✗	✗
Escritórios	✓	✓	✓	✓
Hospitais	✓	✓	✓	✗
Centros Comerciais	✓	✓	✗	✗
Residenciais para idosos	✓	✓	✗	✗

Para proceder à avaliação do edifício segundo os critérios NABERS, são necessários dados e informações dos desempenhos do edifício nos últimos 12 meses, nos quatro temas de avaliação. Estes dados são posteriormente tratados e comparados com valores de referência respeitantes a outros edifícios semelhantes, já existentes numa determinada área (NABERS, 2019). Durante o processo de tratamento de dados e atribuição da classificação final, são tidos em conta fatores como: emissões de gases com efeito de estufa, uso de água, condições climáticas, horas de utilização, fontes de energia utilizadas, dimensões, serviços disponibilizados e satisfação dos ocupantes. Este método avalia, não só o desempenho do edifício, como também avalia o comportamento dos utentes e mede a sua satisfação com as características do edifício em foco (Calixto, 2016).

Como já foi referido, a principal característica do NABERS é a comparação dos desempenhos entre edifícios semelhantes, pertencentes à mesma tipologia. Este procedimento de comparação culmina na atribuição de estrelas aos edifícios, numa escala de uma, até seis estrelas. Como sugere a figura 10, a atribuição de uma estrela corresponde ao nível de desempenho mais baixo e seis estrelas ao nível de desempenho mais alto (NABERS, 2019).

Figura 10 - Níveis de desempenho NABERS – Adaptado de (NABERS, 2019)



Cada um dos temas é avaliado de forma individual não havendo, por isso, lugar a fatores de ponderação. Os temas avaliados recebem, cada um, uma avaliação em estrelas separadamente. A tabela o grau de desempenho obtido em relação ao número de estrelas atribuído (NABERS, 2019).

Tabela 12 - Escala de desempenho NABERS

Nº de Estrelas	Grau de desempenho
1	Desempenho Fraco
2	Desempenho Abaixo da Média
3	Desempenho Médio
4	Desempenho Bom
5	Desempenho Excelente
6	Desempenho Líder

2.4.5. CASBEE

O *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* é o sistema de avaliação e medição de desempenho ambiental de edifícios mais presente no Japão, local onde foi desenvolvido. Este modelo fornece uma avaliação abrangente da qualidade de um edifício, avaliando características como conforto interior e estética tendo em consideração boas práticas ambientais como o uso de materiais e equipamentos economizadores de energia. Desde 2002, ano da sua criação, o sistema já contou com várias reformulações e revisões, nomeadamente nos anos de 2008, 2010 e 2013. O CASBEE é o resultado da cooperação e esforço mútuo entre o governo, empresas e instituições académicas, partindo da necessidade comum de preservar o meio ambiente. Este método é composto por várias ferramentas de avaliação, adaptadas a diferentes realidades conhecidas coletivamente como Família CASBEE, sendo elas (CASBEE, 2014):

- CASBEE para Habitações;
- CASBEE para Novas Construções;
- CASBEE para Edifícios Existentes;
- CASBEE para Renovações;
- CASBEE para o Efeito “Ilha de Calor”;
- CASBEE para Promoção de Mercado;

- CASBEE para Desenvolvimento Urbano;
- CASBEE para Cidades.

O sistema de avaliação do CASBEE assenta no cumprimento de vários critérios dentro de dois temas principais denominados por Q (Qualidade Ambiental do Edifício) e L (Carga Ambiental do Edifício), sendo que, este último é primeiramente avaliado como LR (Redução da Carga Ambiental do Edifício). Estes temas desdobram-se em três subtemas cada com pesos associados que, por sua vez, se desdobram em vários requisitos igualmente com pesos associados. A tabela 13 mostra, de forma resumida, os pesos atribuídos a cada subtema, sendo que a tabela detalhada deve ser consultada no Anexo B (CASBEE, 2014).

Tabela 13 - Sistema de avaliação CASBEE

Temas	Subtema	Peso
Q – Qualidade Ambiental	Q1- Ambiente Interior	0,4
	Q2- Qualidade do Serviço	0,3
	Q3- Ambiente Exterior	0,3
LR- Redução da Carga Ambiental	LR1- Energia	0,4
	LR2- Recursos e Materiais	0,3
	LR3- Ambiente Global	0,3

Cada um dos requisitos é avaliado numa escala de 1 até 5, sendo que é atribuída a pontuação 1 quando são satisfeitas as condições mínimas exigidas por lei, regulamentos e outros padrões do Japão. A classificação 3 correspondente a um valor de referência de um edifício corrente com razoável desempenho ambiental. Após definição dos valores referentes a Q e LR, através das pontuações e pesos respetivos, é possível obter um valor para o indicador BEE (*Building Environmental Efficiency*) através das fórmulas (CASBEE, 2014):

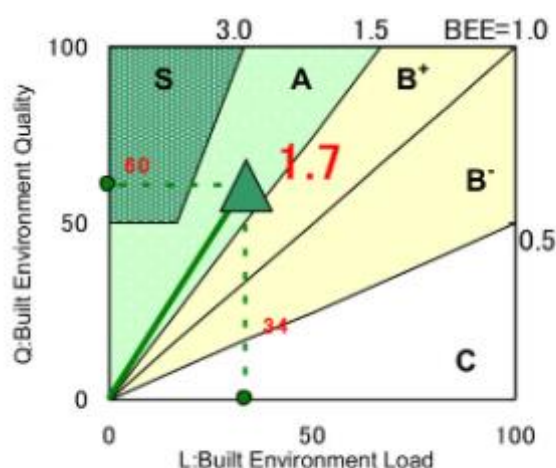
$$BEE = \frac{Q}{L} \quad \text{Equação 4}$$

$$Q = 25 * (\text{pontuação } Q - 1) \quad \text{Equação 5}$$

$$L = 25 * (5 - \text{pontuação } LR) \quad \text{Equação 6}$$

O cálculo do BEE é o último passo para obter a classificação final do edifício, sendo que no final é possível representar o valor obtido num gráfico de abcissas e ordenadas como sugere a figura 11.

Figura 11 - Gráfico de pontuação CASBEE – Adaptado de (CASBEE, 2014)



Os pontos do gráfico determinam a posição do BEE, permitindo assim classificar o edifício em cinco níveis de S a C. A tabela 14 mostra a relação entre o BEE, os níveis de classificação e a avaliação do desempenho do edifício de forma qualitativa (CASBEE, 2014).

Tabela 14 - Escala de avaliação CASBEE

Nível	BEE	Avaliação
S	$BEE \geq 3,0$	Excelente
A	$1,5 \leq BEE < 3,0$	Muito Bom
B+	$1,0 \leq BEE < 1,5$	Bom
B-	$0,5 \leq BEE < 1,0$	Ligeiramente Fraco
C	$BEE < 0,5$	Fraco

2.4.6. DGNB

DGNB é uma abreviatura de Deutsche Gesellschaft Für Nachhaltiges Bauen que, traduzido para língua portuguesa significa Conselho Alemão para Edifícios Sustentáveis. O DGNB é uma organização sem fins lucrativos criada em 2007 com o objetivo de promover a sustentabilidade, a economia e a eficiência dos edifícios, tendo sempre em atenção as vertentes ambiental e socioeconómica (DGNB, 2021). Este conselho Alemão divulgou, em 2009, um método de avaliação e certificação ambiental de edifícios com o mesmo nome da organização, o DGNB (Fernandes, 2013). Tornou-se um método bastante flexível podendo ser facilmente adaptado a diversos contextos internacionais, não sendo por isso, restrito à Alemanha (DGNB, 2021). A certificação DGNB pode ser executada nas diferentes fases do ciclo de vida de um projeto. É possível obter uma certificação para as fases de conceção, construção, operação e renovação. Para isso, o DGNB dispõe de profissionais independentes e altamente qualificados para o efeito (DGNB, 2020). Como já foi referido anteriormente, o sistema de avaliação DGNB, apresenta uma grande flexibilidade sendo que, é possível comprovar esta característica pela diversidade de subsistemas que também disponibiliza. A estrutura de avaliação deste método divide-se para diferenciar os edifícios tendo

em conta o ciclo de vida e a finalidade do mesmo. Algumas das tipologias de projetos disponíveis para avaliação através deste método são (DGNB, 2021):

- Estabelecimentos de Ensino;
- Escritórios e Edifícios administrativos;
- Unidades Hoteleiras;
- Unidades Industriais;
- Hospitais;
- Instalações Laboratoriais;
- Edifícios Habitacionais;
- Edifícios Públicos;
- Zonas Urbanas.

Apesar desta divisão, o DGNB segue uma estrutura básica comum a todos os sistemas baseada no conhecido *triple bottom line* de sustentabilidade. Deste modo, os aspetos essenciais de construção sustentável são divididos em três tópicos: qualidade ambiental, qualidade económica e qualidade sociocultural e funcional. Estes tópicos possuem diferentes critérios com ponderações associadas que, por sua vez possuem uma série de subcritérios para avaliação dos edifícios. A tabela 15 oferece uma visão geral das ponderações e critérios deste sistema (DGNB, 2020).

Tabela 15 - Sistema de avaliação DGNB

Tópico	Critério	Ponderação
Qualidade Ambiental	Ação Climática e Energia	30%
	Água	5%
	Materiais e Reciclagem	5%
Qualidade Económica	Custos Operacionais	10%
	Gestão de risco e valor do ativo no longo prazo	15%
	Aquisições e Operações	5%
Qualidade Sociocultural e Funcional	Conforto Interno	10%
	Satisfação do Utilizador	10%
	Mobilidade	10%

Os subcritérios são avaliados através de um sistema de pontos com um máximo pré-estabelecido em cada um. O índice total de desempenho é calculado pela combinação dos três tópicos tendo em consideração a ponderação individual de cada critério. No final, é possível obter um dos quatro níveis de certificação disponíveis. Um índice de desempenho total de 35% ou mais resulta num Certificado Bronze. Para um índice de desempenho de 50%, é concedido um Certificado Prata. Para

obter um Certificado Ouro, o projeto deve atingir um índice de desempenho geral de 65%. O certificado de platina é o prêmio de maior prestígio emitido pela DGNB sendo necessário um índice de desempenho maior ou igual a 80%, para o obter. A figura 12, mostra exatamente esta relação.

Figura 12 -Escala de avaliação DGNB – Adaptado de (DGNB, 2020)



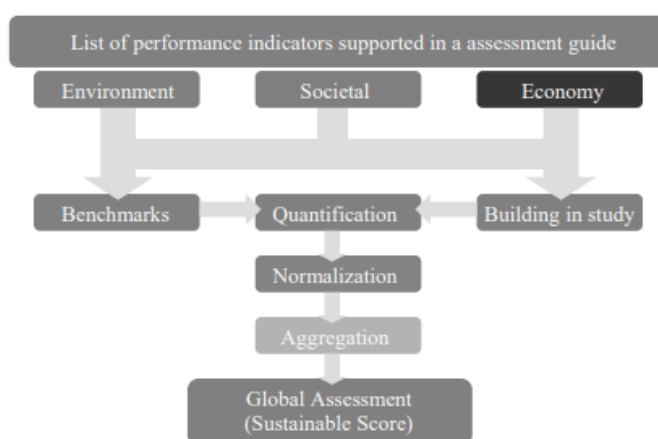
2.4.7. SB TOOL PT

O método Internacional SBTool (*Sustainable Building Tool*) foi criado por iniciativa da associação sem fins lucrativos iiSBE (*International Initiative for the Sustainable Built Environment*) e desenvolvido com a cooperação de mais de 20 países (Bragança & Guimarães, 2016). O SB Tool assenta numa filosofia de adaptabilidade visando a criação de um sistema que avalia o desempenho dos edifícios a nível internacional mas realizando ajustes ao contexto do país onde é aplicado (Fernandes, 2013). Apesar de ser criado em 2007, a versão portuguesa chegou em 2009 pela mão do iiSBE Portugal e contou ainda com o apoio da empresa Ecochoice e da Universidade do Minho. Esta metodologia tem em consideração as três dimensões da sustentabilidade e a avaliação final de um edifício depende da comparação da sua performance com uma performance convencional e com a melhor performance praticada (Bragança & Guimarães, 2016). O âmbito de aplicação SBTool PT incide na certificação de edifícios já existentes, edifícios em operação, novas construções e edifícios em reabilitação (Fernandes, 2013).

À semelhança do que mostra a figura 13, este sistema de avaliação é composto pelos seguintes passos (Mateus & Bragança, 2010):

1. Quantificação do desempenho do edifício ao nível de cada indicador apresentado num guia de avaliação;
2. Normalização e agregação dos parâmetros;
3. Cálculo da pontuação sustentável e avaliação global.

Figura 13- Passos do sistema de avaliação SB Tool



O SBTool PT avalia um total de 25 indicadores divididos por nove categorias. A tabela 16 lista essas categorias, agrupadas pelas três dimensões sustentáveis (Bragança & Guimarães, 2016). A tabela que contém todos os indicadores avaliados pode ser consultada no Anexo A.

Tabela 16 - Sistema de avaliação SB Tool

Dimensão	Categoria
Ambiental	Alterações Climáticas e Qualidade do ar exterior
	Biodiversidade e ocupação da terra
	Eficiência Energética
	Gestão dos materiais e resíduos
	Eficiência de água
Social	Saúde e conforto dos utilizadores
	Acessibilidade
	Preocupação e Educação para a Sustentabilidade
Económica	Custo do ciclo de vida

O objetivo do segundo passo é a normalização e a agregação. A normalização evita as diferenças de escala e é realizada através da equação presente na equação 4. P_i é o valor quantificado para o parâmetro em iguais unidades aos valores de referência. P_{*i} é o valor de referência de práticas correntes para o parâmetro i e P^{*i} é o valor de referência das melhores práticas para o parâmetro i (Mateus & Bragança, 2010).

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{*i}}{P_i^* - P_{*i}} \quad \forall_i \quad \text{Equação 7}$$

Para facilitar a interpretação dos resultados, os valores normalizados de cada parâmetro são convertidos numa escala como apresentado na figura 14.

Figura 14 -Escala de conversão dos valores normalizados do método SB Tool – Adaptado de (Mateus & Bragança, 2010)

Grade	Values
A+ (Above best practice)	$\bar{P}_i > 1,00$
A	$0,70 < \bar{P}_i \leq 1,00$
B	$0,40 < \bar{P}_i \leq 0,70$
C	$0,10 < \bar{P}_i \leq 0,40$
D (Conventional practice)	$0,00 < \bar{P}_i \leq 0,10$
E (Bellow conventional)	$\bar{P}_i \leq 0,00$

A agregação consiste na realização de uma média ponderada dos indicadores em categorias e das categorias em dimensões, de forma a obter três indicadores únicos. Estes três valores são obtidos através da equação 5 e o resultado final é o desempenho do edifício ao nível de cada dimensão da sustentabilidade (Mateus & Bragança, 2010).

$$I_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \bar{P}_i \quad \text{Equação 8}$$

O terceiro e último passo, é o cálculo da pontuação sustentável obtida, denominado de *Sustainable Score* (SS). É calculado através da equação 6, sendo que, o W representa o peso de cada uma das três dimensões da sustentabilidade e o I representa o desempenho obtido pelo edifício também nas três dimensões. Na figura 15 estão os pesos de cada dimensão da sustentabilidade para efetuar o cálculo final SS (Mateus & Bragança, 2010).

$$SS = w_E \times I_E + w_S \times I_S + w_C \times I_C \quad \text{Equação 9}$$

Figura 15 - Pesos das Dimensões do método SB Tool

Dimension	Weight (%)
Environmental	40
Societal	30
Economy	30

2.4.8. LIDER A

O Lider A, acrónimo de Liderar pelo Ambiente, surgiu em Portugal no ano de 2005. É um sistema voluntário, que procura a avaliação e certificação do ambiente construído, de forma eficiente e

eficaz e tendo em vista a sustentabilidade. A certificação decorre através de um processo de avaliação efetuado por profissionais devidamente acreditados que efetuaram um curso do Lider A e obtiveram aproveitamento positivo no exame. Este sistema de avaliação português, foi desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa sendo que já conta com a versão 2.0 que alarga a possibilidade de aplicação do sistema, não apenas ao edificado, mas igualmente ao ambiente construído, incluindo a procura de edifícios, espaços exteriores, quarteirões, bairros, zonas e os seus utentes numa ótica de comunidades sustentáveis (Pinheiro, 2011).

Os princípios que norteiam este sistema são (Lider A, 2021):

- Princípio 1 - Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
- Princípio 2 - Fomentar a eficiência no uso dos recursos;
- Princípio 3 - Reduzir o impacto das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);
- Princípio 4 - Assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental;
- Princípio 5 - Fomentar as vivências socioeconómicas sustentáveis;
- Princípio 6 - Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação.

O Lider A está preparado para avaliar os edifícios independentemente da fase do ciclo de vida em que se encontram. Além disso, dispõe de três níveis: o estratégico, o projeto e a gestão do ciclo de vida. Esta divisão permite um acompanhamento direcionado tendo em conta as diferentes fases de desenvolvimento do ciclo de vida da construção (Lider A, 2021).

Figura 16 - Fases do ciclo de vida dos edifícios em avaliação pelo Lider A – Adaptado de (Lider A, 2021)



Este método nacional, engloba possibilita a certificação de “empreendimentos (edifícios e espaços da intervenção) residenciais, de serviços, turísticos, comerciais, entre outros, em qualquer fase do seu ciclo de vida, incluindo o(s) empreendimento(s), como um todo, zona(s) construída(s), edifício(s) e/ou fogo(s)” (Lider A, 2021).

O LiderA apoia-se em 6 vertentes de avaliação que se dividem em 22 áreas e, respetivamente, por 43 critérios de análise. A tabela 17 resume as vertentes e áreas em avaliação, sendo que, a tabela com todos os critérios pode ser consultada no Anexo C.

Tabela 17 - Sistema de avaliação Lider A

Vertente	Peso	Área	Peso
Integração Local	14%	Solo	7%
		Ecossistemas	5%
		Paisagem e património	2%
Recursos	32%	Energia	17%
		Água	8%
		Materiais	5%
		Produção Alimentar	2%
Cargas Ambientais	12%	Efluentes	3%

Vertente	Peso	Área	Peso
		Emissões Atmosféricas	2%
		Resíduos	3%
		Ruído Exterior	3%
		Poluição ilumino-térmica	1%
Conforto Ambiental	15%	Qualidade do Ar	5%
		Conforto Térmico	5%
		Iluminação Acústica	5%
Vivência Socioeconómica	19%	Acesso para todos	5%
		Diversidade económica	4%
		Amenidade e interação Social	4%
		Participação e controlo	4%
		Custos no ciclo de vida	2%
Uso Sustentável	8%	Gestão Ambiental	6%
		Inovação	2%

O sistema de avaliação começa pela atribuição de uma classificação ambiental qualitativa (figura 20) aos critérios, desde G até A+++ sendo E, a classificação referente aos desempenhos para a sustentabilidade de práticas correntes, G, a classificação referente aos piores desempenhos ambientais, abaixo das práticas correntes, e A+++, a classificação referente a um desempenho ambiental máximo associado ao topo de mercado de uma construção sustentável. A escala de classificação qualitativa referida é, posteriormente, transformada numa escala quantitativa relativa a um nível de desempenho de 0,8 a 10 ou superior (Pinheiro, 2011).

Figura 17 - Escala de avaliação Lider A – Adaptado de Pinheiro, 2011)



Os passos para obter uma certificação Lider A são os seguintes (Pinheiro, 2011):

- Atribuição de classes de desempenho a cada critério numa escala de G até A+++;
- Transformação das classificações qualitativas atribuídas em pontuações quantitativas correspondentes numa escala de 0,8 até 10 ou mais;
- Somatório das pontuações de todos os critérios existentes em cada uma das áreas;
- Divisão da pontuação obtida pela pontuação máxima possível de obter em cada área;
- Multiplicação da pontuação pelos respetivos fatores de ponderação de cada área;
- Somatório das pontuações de todas as áreas;
- Multiplicação das pontuações das áreas pelo peso associado a cada vertente onde estão inseridas;
- Somatório final das pontuações em cada vertente e classificação em escala qualitativa.

A escala qualitativa final é semelhante à escala utilizada para a classificação inicial dos critérios. Na tabela 18, é possível verificar qual a pontuação necessária para obter cada um dos níveis de desempenho possíveis (Fernandes, 2013).

Tabela 18 - Escala de classificação final Lider A

Pontuação Final	Classificação Lider A
[0 ; 8,5[	G
[8,5 ; 9,5[	F
[9,5 ; 10,7[	E
[10,7 ; 12,2[	D
[12,2 ; 14,5[	C
[14,5 ; 18[	B
[18 ; 30[	A
[30 ; 65[	A+
[65 ; 100]	A++

2.5. Estudo das Publicações dos Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções

Por forma a identificar e analisar os artigos publicados sobre os métodos de avaliação da sustentabilidade, realizou-se um estudo através das plataformas de informação científica para perceber quais os métodos mais abordados. Como primeiro passo, foram definidas palavras-chave para efetuar a pesquisa, sendo as palavras “métodos de avaliação da sustentabilidade” e os respetivos nomes de cada método.

Este estudo conta com um total de 39 artigos apenas relacionados com os métodos de avaliação da sustentabilidade, sendo que, o primeiro artigo foi publicado no ano de 2008 e o último no ano de 2021. Como é possível verificar pelo gráfico 1, o maior número de artigos num ano, regista-se em 2018 e 2020.



Gráfico 1 - Número de artigos por ano de publicação

O gráfico 2 mostra os países onde os artigos foram desenvolvidos, sendo a China e a Austrália os países onde se verifica um maior número de artigos publicados.

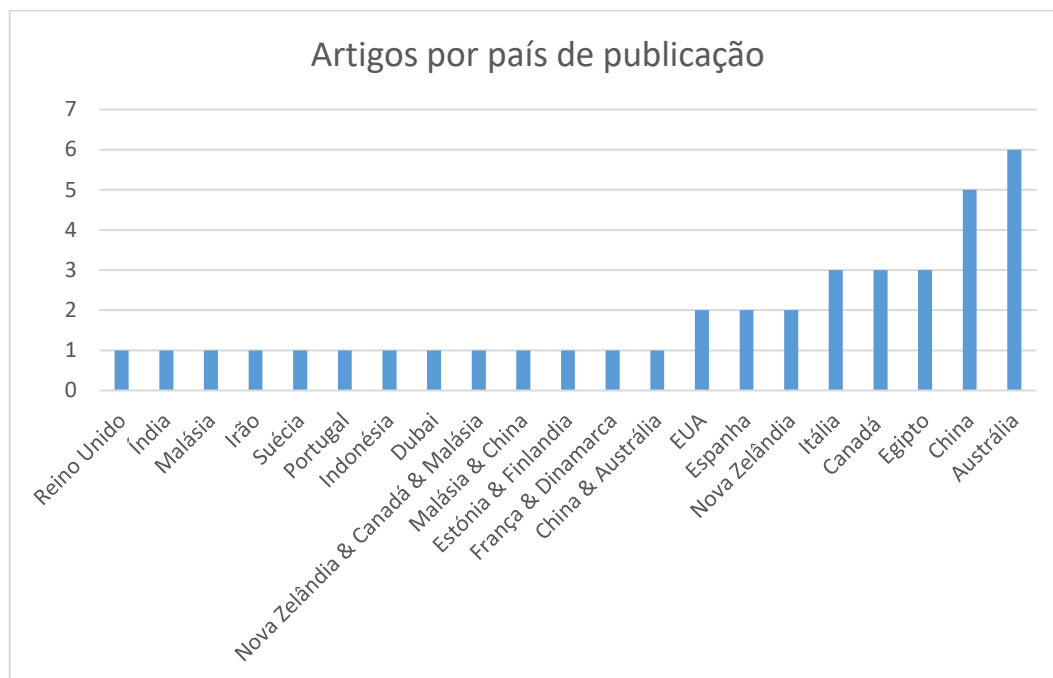


Gráfico 2- Artigos por país de publicação

Os Jornais onde foram publicados os artigos podem ser consultados no gráfico 3. Verifica-se que o Jornal *Building and Environment* é o que regista o maior número de artigos. O Jornal *Energy and Buildings* registou um número de artigos igual a cinco, já o Jornal *Sustainable Cities and Society*, o *Energy Procedia* e o *Journal of Cleaner Production* registaram 4 artigos cada.

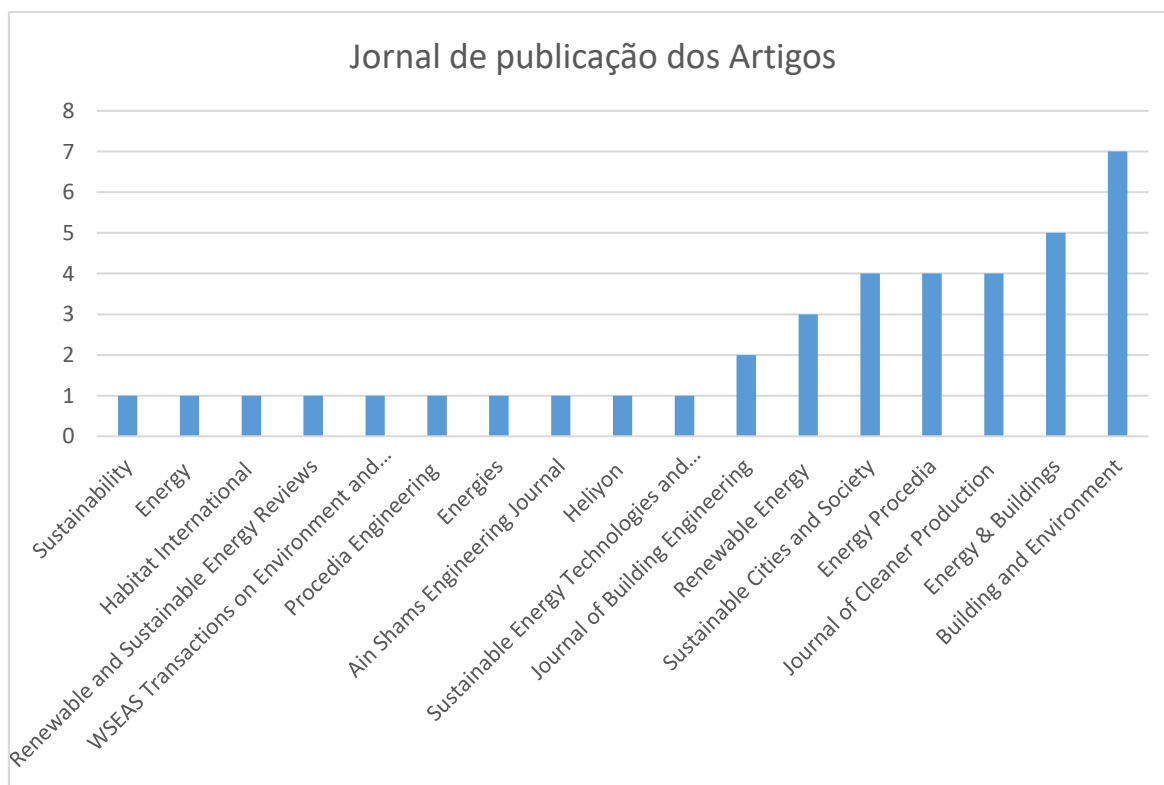


Gráfico 3 - Jornal de publicação dos artigos

Depois de analisados todos os artigos, com o intuito de perceber quais os métodos mais abordados e quais os seus pontos fortes e fracos, elaborou-se a tabela 19 que identifica os métodos abordados em cada artigo.

Tabela 19 - Métodos abordados nos artigos

Autores	Título	Métodos Abordados							
		LEED	BREEAM	HQE	NABERS	CASBEE	SBTool	LiderA	DGNB
(Hu, 2021)	2019 energy benchmarking data for LEED-certified buildings in Washington, D.C.: Simulation and reality	✓							
(López et al., 2019)	A comparative analysis of sustainable building assessment methods	✓			✓				
(Doan et al., 2017)	A critical comparison of green building rating systems	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Liu et al., 2020)	A critical discussion of the BREEAM Communities method as applied to Chinese eco-village assessment		✓						
(Yu et al., 2015)	A development of a rating method and weighting system for green store buildings in China	✓	✓		✓	✓			✓
(Gobbi et al., 2016)	A rating system for integrating building performance tools in developing countries	✓	✓		✓	✓			
(Afroz et al., 2020)	A review of data collection and analysis requirements for certified green buildings	✓	✓						
(Zhang et al., 2019)	A review of renewable energy assessment methods in green building and green neighbourhood rating systems	✓	✓	✓		✓			✓
(Baird, 2015)	Users' perceptions of sustainable buildings e Key findings of recent studies	✓	✓			✓	✓		
(Bernardi & Carlucci, 2017)	An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings	✓	✓	✓		✓	✓		✓
(Pai & Elzarka, 2021)	Whole building life cycle assessment for buildings: A case study ON HOW to achieve the LEED credit	✓							
(Gui & Gou, 2021)	Understanding green building energy performance in the context of commercial estates: A multi-year and cross-region analysis using the Australian commercial building disclosure database				✓				
(Gui & Gou, 2020)	Association between green building certification level and post-occupancy performance: Database analysis of the National Australian Built Environment Rating System	✓	✓			✓			✓

Autores	Título	Métodos Abordados							
		LEED	BREEAM	HQE	NABERS	CASBEE	SBTool	LiderA	DGNB
(W. L. Lee & Burnett, 2008)	Benchmarking energy use assessment of HK-BEAM, BREEAM and LEED	✓	✓						
(Seinre et al., 2014)	Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM	✓	✓						
(Varma & Palaniappan, 2019)	Comparison of green building rating schemes used in North America, Europe and Asia	✓	✓			✓			✓
(Alwisy et al., 2018)	Criteria-based ranking of green building design factors according to leading rating systems	✓	✓				✓		
(Mattoni et al., 2018)	Critical review and methodological approach to evaluate the differences among international green building rating tools	✓	✓			✓			
(Hall, 2014)	Development and initial trial of a tool to enable improved energy & human performance in existing commercial buildings	✓	✓						
(Khalim et al., 2009)	Development of Rating System For Sustainable Building In Malaysia	✓	✓	✓		✓	✓		
(Ismaeel, 2019)	Drawing the operating mechanisms of green building rating systems	✓	✓	✓					
(Residovic, 2017)	The New NABERS Indoor Environment tool – the next frontier for Australian buildings				✓				
(Zarghami et al., 2019)	Establishing a region-based rating system for multi-family residential buildings in Iran: A holistic approach to sustainability	✓	✓			✓	✓		
(Wen et al., 2020)	Evolution of sustainability in global green building rating tools	✓	✓	✓		✓			
(Antonio & Sergio, 2020)	Green Building Rating Systems and the New Framework Level(s): A Critical Review of Sustainability Certification within Europe	✓	✓	✓					✓

Autores	Título	Métodos Abordados							
		LEED	BREEAM	HQE	NABERS	CASBEE	SBTool	LiderA	DGNB
(Shan & Hwang, 2018)	Green building rating systems: Global reviews of practices and research efforts	✓	✓			✓			
(Freitas & Zhang, 2018)	Green building rating systems in Swedish market - A comparative analysis between LEED, BREEAM SE, Green Building and Miljöbyggnad	✓	✓						
(Mcarthur & Powell, 2020)	Health and wellness in commercial buildings: Systematic review of sustainable building rating systems and alignment with contemporary research	✓	✓	✓					✓
(He et al., 2018)	How green building rating systems affect designing green	✓	✓			✓			
(Shamseldin, 2018)	Including the building environmental efficiency in the environmental building rating systems	✓	✓			✓			
(Burroughs, 2017)	Development of a tool for assessing commercial building resilience	✓	✓						
(Abdelaal & Guo, 2021)	Knowledge, attitude and practice of green building design and assessment: New Zealand case				✓				
(D. Lee et al., 2017)	Life cycle cost comparison of a high NABERS performing commercial building				✓				
(Ismaeel, 2018)	Midpoint and endpoint impact categories in Green building rating systems	✓	✓			✓			✓
(Ferreira et al., 2014)	Portuguese sustainable construction assessment tools benchmarked with BREEAM and LEED: An energy analysis	✓	✓				✓	✓	
(Wei et al., 2020)	Review of parameters used to assess the quality of the indoor environment in Green Building certification schemes for offices and hotels	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
(Ali et al., 2019)	Stakeholders’ perspectives on green building rating: A case study in Indonesia	✓	✓			✓			
(Awadh, 2017)	Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis	✓	✓						
(Li et al., 2021)	The effect of LEED certification on office rental values in China	✓							

O gráfico 4 quantifica o número de vezes que cada método foi abordado no total dos artigos. Nota-se uma clara e forte distinção dos métodos LEED e BREEAM em relação aos restantes métodos. O método CASBEE, apesar de menor, também apresenta uma expressão significativa.

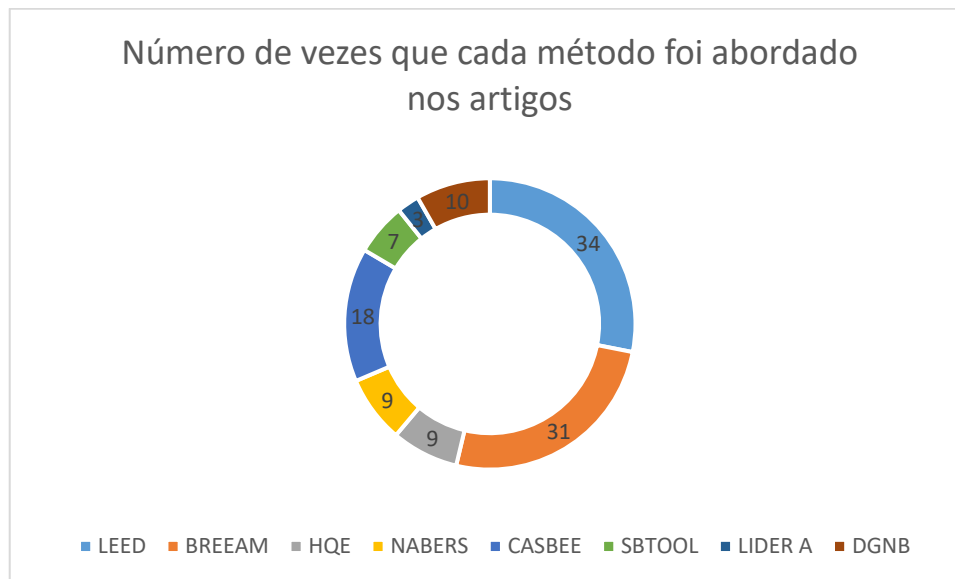


Gráfico 4 - Número de vezes que cada método foi abordado nos artigos

3. CASO DE ESTUDO

Neste terceiro capítulo, serão abordadas todas as etapas realizadas, na prática, para a construção do modelo proposto. Inicialmente foi necessário conhecer todos os princípios de funcionamento dos clubes bem como a descrição em particular de cada um. De seguida efetuou-se uma recolha exaustiva dos dados necessários ao estudo e por último a preparação dos mesmos para efetuar a análise recorrendo ao software estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

3.1. Princípios de Funcionamento dos Clubes e Seus Equipamentos

Nesta secção será focada, em pormenor, toda a dinâmica de funcionamento e manutenção dos clubes da Sonae Capital Fitness numa forma geral. Os clubes são todos diferentes entre si, no entanto, os princípios de funcionamento gerais, seguem o mesmo padrão em todos.

Para conseguir um bom entendimento dos processos de funcionamento dos clubes foram necessárias várias auditorias aos edifícios em estudo, reuniões com responsáveis da empresa e com fornecedores de equipamentos externos à organização. Foi um passo crítico, em todo o estudo, ao qual se dedicou muito tempo e atribuiu muita importância por se considerar fundamental a aplicação da filosofia *Lean*, através do *Gemba*: ir ao local onde as coisas verdadeiramente acontecem.

A manutenção do clube está dividida entre dois setores importantes, a parte do tratamento de ar e a parte da central térmica. Ambos os setores estão interligados entre si, no entanto, optou-se pela abordagem individual para facilitar a compreensão. Também existe, naturalmente, a parte elétrica do edifício que será abordada num dos subcapítulos seguintes. No último subcapítulo serão ainda apresentados alguns equipamentos que, apesar de não serem os mais preponderantes, também desempenham um papel fundamental para o bom funcionamento e manutenção do edifício.

Figura 18 - Espaços e estúdios dos Solinca Health Clubs



3.1.1. Tratamento de Ar

O tratamento de ar está relacionado com o sistema de AVAC e é responsável pela oxigenação e renovação do ar e também por manter as zonas do clube à temperatura pretendida. Os clubes da rede Solinca são constituídos por diferentes áreas com níveis de temperatura também distintos. Em geral, os clubes possuem vários estúdios para diferentes aulas de grupo, com *personal trainers* ou instrutores, uma sala comum de Cardio, balneários feminino, masculino e, em alguns casos, também existe um balneário infantil. Todos os clubes têm uma área destinada ao SPA, onde se encontra a piscina, o jacuzzi, a sauna e o banho turco. Também é comum, a todos os edifícios, terem espaços destinados à receção de clientes, pequenos escritórios, corredores e zonas técnicas onde se encontram os equipamentos de manutenção. O tratamento do ar assume grande importância não só, dada a grande diferença entre as temperaturas exigidas em cada zona, como pelo facto de ser um edifício onde os clientes exercem um elevado esforço físico e atingem temperaturas corporais mais elevadas. Outra característica da rede de ginásios da Sonae é o facto de possuir uma zona de SPA onde, normalmente, são exigidas temperaturas de ar mais elevadas e onde o controlo da humidade relativa no ar é também monitorizado. A pandemia do COVID-19, também teve influência nas condições de oxigenação do clube, o que veio reforçar a importância do tratamento do ar dentro das instalações. A abertura dos clubes após o confinamento trouxe novas diretrizes relativamente à oxigenação dos espaços, pelo que, se tornou obrigatória a insuflação de ar novo a 100%.

Na tabela 20 encontram-se descritas as diferentes divisões e respetivos *set-points* de temperatura, em particular.

Tabela 20 - Set-points de temperatura nas áreas dos clubes

Divisão	Set-point temperatura (°C)
Estúdio PT	20 °C
Estúdio RPM	19° C
Estúdio B&M	22° C
Estúdio LM	20° C
Sala de Cardio	19° C
Nave da Piscina	26° C
Balneário Feminino	23° C
Balneário Masculino	23° C
Balneário Infantil	24° C
Zonas comuns (Receção, corredores)	22° C

Para que as condições de oxigenação e temperatura sejam satisfeitas é necessária a intervenção de equipamentos para o efeito como é o caso das UTA, UTAN, Desumidificadoras e Rooftop. De seguida, serão apresentados cada um destes equipamentos, explicados os seus modos de funcionamento e objetivos. Todos estes conhecimentos foram adquiridos em contexto de estágio, durante as auditorias e reuniões realizadas na empresa.

- **UTA (Unidade de Tratamento de Ar)**

As UTA são dispositivos usados, como parte integrante do sistema de AVAC, para fazer a climatização e renovação do ar dentro dos clubes de forma que o ar dos espaços permaneça respirável e à temperatura mais conveniente para cada local. Estes equipamentos têm a dupla funcionalidade de insuflar ar novo e também reaproveitar o ar que está dentro do clube procedendo ao seu tratamento. São equipamentos metálicos, enormes compostos por um ventilador, baterias de aquecimento e arrefecimento, filtros, módulos de mistura e janelas de entrada e saída de ar.

Figura 19 - Unidade de Tratamento de Ar



Ventilador: é utilizado para fazer movimentar o ar podendo operar em diversas velocidades;

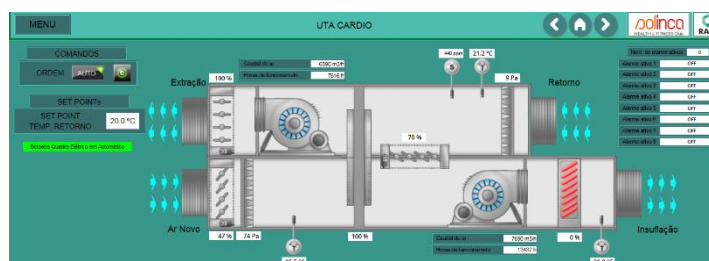
Baterias de aquecimento e arrefecimento: aquecem ou arrefecem o ar tendo em conta o *set-point* pretendido dentro do clube e a temperatura a que o ar a insuflar se encontra;

Filtros: fornece ar limpo e sem partículas;

Módulos de mistura: fazem a mistura de ar novo e ar recuperado de dentro do clube permitindo que o ar fique à temperatura adequada;

Janelas de entrada e saída de ar: são portas que fazem a regulação do caudal de ar que entra (ar novo), do que sai (extração) e do que é reaproveitado. Estas portas permitem alterar o seu ângulo de abertura para deixar passar um maior ou menor caudal de ar conforme pretendido.

Figura 20 - Unidade de Tratamento de Ar na GTC



Modo de funcionamento:

Uma percentagem de ar exterior entra pela janela de ar novo, a sua temperatura é avaliada através das sondas sendo depois encaminhado para o módulo de mistura onde se funde com o ar do retorno. Um ventilador faz movimentar o ar em direção às baterias onde é aquecido ou arrefecido conforme o set-point pretendido para a zona de atuação da UTA. Com o ar de retorno o funcionamento é bastante similar, o ar que está dentro do clube entra e é avaliado através das sondas. Uma percentagem de ar segue para o módulo de mistura e o restante é extraído com a ajuda de um ventilador. Os caudais de renovação de ar são variáveis, adaptando-se manualmente em função da relação entre as condições interiores e exteriores verificadas em dado momento, isto é, em função da qualidade e temperatura do ar.

Todos os clubes Solinca possuem várias unidades deste tipo de equipamento, sendo que, dependendo da área e das necessidades do edifício, pode verificar-se um maior ou menor número de UTA e de diferentes modelos.

- **UTAN (Unidade de Tratamento de Ar Novo)**

Uma UTAN é também um elemento importante no sistema de AVAC e muito similar a uma UTA. No entanto, trabalha apenas com ar novo, ou seja, todo o ar insuflado no clube é proveniente do exterior, não havendo lugar ao reaproveitamento do ar interior. Os seus componentes internos assemelham-se aos de uma UTA possuindo também ventiladores, baterias de aquecimento e arrefecimento, filtros e janelas de entrada de ar. Nos clubes Solinca verificaram-se algumas, poucas, unidades deste tipo de equipamentos. Nem todos os clubes possuem uma e os que possuem, geralmente, não têm mais do que uma unidade. Como é um aparelho que apenas trabalha com ar novo, não tem a possibilidade de aproveitar o ar interno e tratá-lo. Uma UTA consegue fazer o trabalho de uma UTAN se fechar as janelas que, geralmente, estão abertas para proceder à junção do ar interno com ar novo.

Figura 21 - Unidade de Tratamento de Ar Novo

**Modo de funcionamento:**

Através do caudal de ar novo o ar exterior entra sendo obrigado a circular pelos ventiladores. Mais uma vez, as sondas recolhem a temperatura ambiente a que o ar é insuflado e conforme as necessidades tratam o ar para atender aos parâmetros pretendidos. Para colocar o ar às temperaturas de set-point desejadas, existem baterias onde circula a água quente ou fria, dependendo da necessidade de atingir uma temperatura de ar maior ou menor, respetivamente. Através da transferência de calor, a água pertencente ao circuito primário, ao circular nas baterias, que estão em contacto direto com o ar fazem o tratamento deste último. Novamente com o auxílio de ventiladores o ar é insuflado dentro do edifício.

- **Desumidificadora**

Uma desumidificadora é um equipamento pertencente ao sistema de AVAC responsável por retirar o excesso de humidade relativa dentro do clube. Normalmente este tipo de equipamentos está associado a espaços onde, pelas suas características, apresentam níveis de ar com elevada humidade relativa, como é o caso de espaços com piscinas. É através deste equipamento que se controla a humidade do ar na zona do SPA onde se encontra a piscina, o jacuzzi, o banho turco e a sauna. Visualmente é um equipamento idêntico a uma UTA e, na verdade, também procede ao tratamento e renovação do ar com a adição de desumidificação ao mesmo tempo. Nesse sentido, à semelhança de uma UTA, também existe insuflação de ar novo proveniente do exterior. No entanto, a principal função deste tipo de equipamentos é retirar a humidade do ar de retorno que está dentro do edifício. Nos clubes Solinca este tipo de aparelhos assume importância dado que todos os Solinca Classic possuem zona de SPA, onde o ar é bastante húmido. Verificou-se sempre uma unidade desumidificadora em cada clube, exceto em dois onde a desumidificação do ar é assegurada através dos processos de tratamento de ar da UTA.

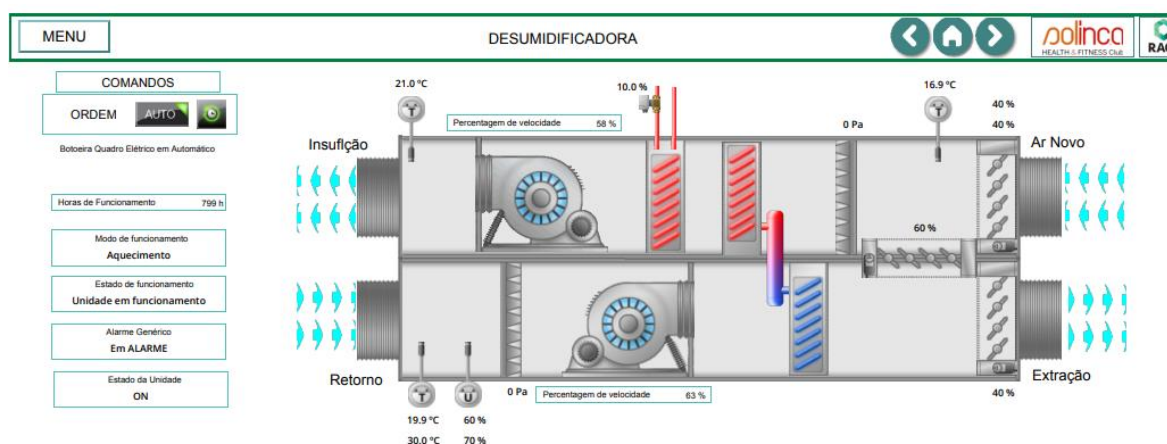
Figura 22 - Unidade Desumidificadora



Modo de funcionamento:

O ar de retorno entra pelas condutas com a ajuda de ventiladores onde são colhidas informações relativas à sua temperatura e percentagem de humidade. Uma percentagem de ar segue para a extração e outra é reaproveitada e misturada com ar novo que provém do exterior do edifício. O ar que seguirá para insuflação sofre um tratamento de desumidificação, sendo-lhe retirado todo o ar húmido e transformando o vapor do ar em água. O ar é depois conduzido à parte superior do equipamento onde, em conjunto com o ar novo sofre tratamento para atingir a temperatura pretendida e de acordo com os set-points estabelecidos para a zona de atuação.

Figura 23 - Desumidificadora na GTC



- **Rooftop**

Uma unidade rooftop é um modelo de ar-condicionado instalado no teto das grandes estruturas. Este equipamento é uma máquina de grandes dimensões, normalmente na forma de uma grande caixa de metal com uma larga saída de ar. Essa caixa de metal é dividida em duas partes internas, uma condensadora e a outra evaporadora. O rooftop tem a vantagem de poder ser instalado a céu aberto dispensando, assim, a necessidade de estar acomodado numa sala de máquinas.

Figura 24 - Unidade Rooftop



3.1.2. Central Térmica

A central térmica é a secção responsável por assegurar a produção de águas quentes ou frias para o circuito primário. Este irá, posteriormente, aquecer as águas do circuito secundário e aquecer ou arrefecer o ar, conforme as necessidades térmicas do edifício. Neste sentido, é uma secção importante já que serve de apoio à secção descrita anteriormente, o tratamento de ar e também efetua o aquecimento das AQS. Em suma, é aqui que se dá o aquecimento ou arrefecimento da água, que seguirá depois para as UTA, UTAN, desumidificadoras e Rooftop para, através da

transferência de temperatura, aquecer ou arrefecer o ar a insuflar dentro das áreas do clube. As AQS também são aquecidas pelos equipamentos pertencentes à central térmica. Os equipamentos que efetuam este trabalho são o chiller, as caldeiras e os painéis solares, no caso de existirem. Em todos os clubes foi verificada a existência de uma ou mais caldeiras, no entanto nem todos possuem chiller ou painéis solares fotovoltaicos. Numa outra secção seguinte serão apresentados todos os equipamentos existentes em cada clube.

- **Chiller**

O Chiller é o equipamento que arrefece a água (normalmente a 9°C) necessária aos equipamentos do sistema de AVAC, quando estes necessitam de arrefecer o ar para atingir uma temperatura mais baixa dentro do clube. O chiller é o principal responsável por arrefecer a água do circuito primário que depois seguirá para os equipamentos de tratamento de ar, quando estes precisem de obter temperaturas de ar mais baixas.

Um sistema de refrigeração, como é o caso do chiller, funciona essencialmente com quatro componentes: o compressor, o condensador, o evaporador e o expansor.

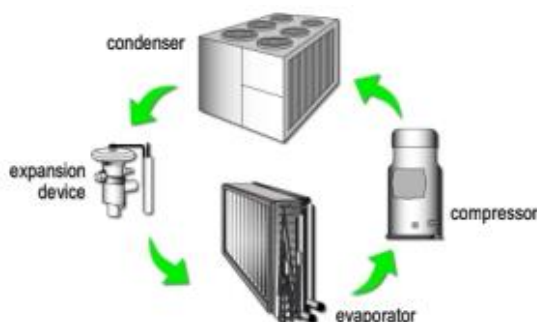
Compressor: o objetivo do compressor num sistema de refrigeração é aumentar a pressão do vapor refrigerante desde a pressão do evaporador para a pressão de condensação. Ele fornece o vapor refrigerante ao condensador em determinados níveis de pressão e temperatura possibilitando assim o processo de condensação, na temperatura do ar ou outro fluido usado para condensar. Existem várias tipologias de compressores, alguns deles são: scroll, parafuso, centrífugo e alternativo. Os compressores scroll ou parafuso tornaram-se mais comuns, substituindo o compressor alternativo na maioria das aplicações devido à sua maior confiabilidade e eficiência.

Condensador: é um dos principais componentes presentes neste tipo de equipamentos. É responsável por rejeitar o calor do refrigerante para o ar, água ou para outro fluido. Existem três tipos de condensadores: os refrigerados a água, a ar e os evaporativos;

Evaporador: é outro componente importante presente no chiller. É responsável por transferir o calor do ar, água ou algum outro fluido para o refrigerante líquido frio. Dois tipos comuns de evaporadores são os *finned-tube* e os *shell-and-tube*.

Dispositivo de expansão: um dispositivo de expansão é usado para manter uma diferença de pressão entre os lados de alta pressão (condensador) e baixa pressão (evaporador) do sistema estabelecido pelo compressor.

Figura 25 - Componentes e sistema de refrigeração do chiller

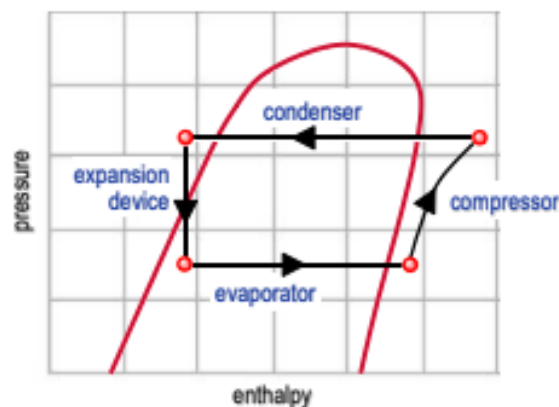


Modo de funcionamento:

Os dispositivos Chiller de todos os clubes Solinca apresentam apenas compressores de dois tipos, em scroll ou parafuso. Nesse sentido, apenas será abordado o modo de funcionamento destas duas tipologias. Tanto o chiller com compressor de parafuso como o de scroll têm o mesmo modo de funcionamento. Trabalham com base no princípio de prender o vapor do refrigerante e comprimi-lo diminuindo gradualmente o volume do refrigerante sendo, por isso, chamados de compressores de deslocamento positivo.

O refrigerante entra no evaporador como uma mistura fria e de baixa pressão de líquido e vapor. Ele absorve calor - do ar ou água relativamente quente a ser resfriado - e ferve. O vapor frio de baixa pressão é então bombeado do evaporador pelo compressor. Isso aumenta a pressão e a temperatura do vapor do refrigerante. O vapor refrigerante de alta pressão quente resultante entra no condensador, onde rejeita o calor para o ar ambiente ou água que está a uma temperatura mais baixa, condensando-se e passando ao estado líquido. Este refrigerante líquido flui do condensador para o dispositivo de expansão. O dispositivo de expansão cria uma queda de pressão que reduz a pressão do refrigerante à do evaporador. Nessa pressão baixa, uma pequena porção do refrigerante evapora, resfriando o refrigerante líquido restante até a temperatura do evaporador. A mistura fria de refrigerante líquido e vapor viaja até ao evaporador, onde absorve o calor e ferve, repetindo o ciclo. Este ciclo pode ser observado pela figura 26, apresentada em baixo.

Figura 26 - Ciclo de refrigeração do chiller



O Chiller é conhecido como um equipamento que produz água fria, no entanto, em algumas situações, têm também a capacidade de aquecer a água através da recuperação do calor inevitavelmente produzido pela máquina. Alguns modelos de Chiller já possuem essa funcionalidade incorporada enquanto outros têm apenas como objetivo a refrigeração. Caso a máquina não tenha, à partida, este sistema emparelhado, para proceder ao reaproveitamento do calor seria necessário acoplar ao chiller uma bomba de calor para fazer a recuperação do calor que a máquina liberta durante o processo normal de produção de frio. Esta é uma solução que, excetuando o valor monetário do aparelho a acoplar, não representa qualquer custo adicional para aquecer a água. A água é aquecida de forma gratuita já que, o calor que o chiller produz, na execução normal das suas funções, é inevitável.

Em alguns clubes Solinca verificou-se a presença de equipamentos chiller, no entanto, só o chiller do Solinca Classic Ermesinde têm a capacidade de recuperação de calor, substituindo por completo o uso da caldeira para aquecer as AQS.

Figura 27 - Chiller



- **Caldeira**

A caldeira faz o aquecimento das águas do circuito primário para, através da transferência de calor, aquecer as águas do circuito secundário necessárias para as AQS, ou para fazer o aquecimento do ar através do sistema de AVAC quando estes necessitam de aquecer o ar para atingir uma temperatura mais alta dentro do clube. Todos os clubes em estudo possuem caldeiras a gás natural sendo que, alguns clubes, têm mais do que uma unidade deste tipo de equipamento. Geralmente, são equipamentos pequenos e que não ocupam muito espaço, no entanto, ao contrário de outros, estes devem permanecer em locais abrigados, protegidos do exterior. As caldeiras possuem reservatórios próprios, chamados os depósitos de AQS, que servem como acumuladores de água já aquecida pela caldeira. Neste caso a produção de calor é efetuada pela combustão do gás natural e mais uma vez o aquecimento acontece através da transferência de calor do circuito primário para o circuito secundário, sendo que as águas nunca se chegam a misturar.

Figura 28 - Caldeiras



- **Painéis solares**

Os painéis solares são um método de produção de energia de forma mais sustentável e amiga do ambiente, já que, aproveitam a inesgotável fonte de energia natural que é o sol, para efetuar o

aquecimento das águas ou produzir energia elétrica. Apesar do elevado investimento inicial, um sistema solar adequado garante um ótimo aproveitamento da energia solar e contribui para atingir uma máxima poupança energética. No caso dos clubes Solinca, os painéis existentes são usados para aquecimento de AQS, tendo por isso, um reservatório próprio destinado à acumulação da água quente. Nem todos os clubes possuem painéis solares, sendo que, dos seis clubes em estudo, três possuem este tipo de equipamento nas suas instalações.

Figura 29 - Painéis Solares



3.1.3. Circuitos de Água

Para compreender todo o processo de manutenção é importante esclarecer e fazer a distinção entre dois conceitos: o circuito de águas primário e o secundário. O circuito primário é um circuito fechado de água, ou seja, a água que circula dentro das tubagens é sempre a mesma e só há lugar à reposição desta no caso de se verificar uma perda ou fuga de água. Este, está dividido entre circuito primário quente e circuito primário frio. Enquanto o circuito primário quente faz o aquecimento do ar e das águas do circuito secundário, as chamadas AQS, o circuito primário frio é responsável pelo arrefecimento do ar, apenas. O circuito secundário é um circuito de água aberto e, ao contrário do circuito primário, esta água não circula apenas dentro das tubagens, são elas as AQS e as AFS. Exemplos de AQS são: a água da piscina, jacuzzi e a água usada para banhos. As AFS são as águas das sanitas e lavatórios que, pelo seu fim, não precisam de sofrer nenhum tratamento, podendo, por isso, estar à temperatura ambiente. Para resumir e simplificar o entendimento, na tabela 21 encontram-se descritos cada um dos circuitos.

Tabela 21 - Circuitos de água

Circuito Primário		Circuito Secundário	
Circuito de água fechado		Circuito de água aberto	
Circuito fechado quente	Circuito fechado frio	Circuito aberto quente	Circuito aberto frio
Água quente usada para fazer o aquecimento do ar ou das águas do circuito secundário	Água fria usada para fazer arrefecimento do ar	Águas quentes sanitárias usadas para banhos, piscina, jacuzzi (AQS)	Águas frias sanitárias usadas para lavatórios, sanitas ou para servir o circuito aberto quente. (AFS)
Aquecida pela caldeira, bomba de calor ou painéis solares.	Arrefecida pelo chiller	Aquecida pelo circuito fechado quente	Arrefecida pelo circuito fechado frio

3.1.4. Outros equipamentos

Depósitos de águas quentes

Os depósitos de águas quentes são equipamentos cuja função principal é o armazenamento e retenção da energia calorífica que foi previamente captada e produzida pelos vários equipamentos destinados para o efeito. Desta maneira, disponibiliza água quente quer para AQS quer para efetuar o aquecimento das instalações. Normalmente costumam ser de forma cilíndrica e ocupam uma área considerável de espaço. Estes acumuladores têm uma serpentina interna, onde circula a água do circuito primário, e que, ao estar em contacto com a água dentro dos depósitos, aquece através da troca de calor. No caso do Solinca, os clubes têm, geralmente, mais do que uma unidade deste tipo e a sua capacidade varia entre 2m³ até 5m³ de água. Os depósitos estão alocados a um tipo específico de produção de calor, ou seja, há um ou mais depósitos alocados às caldeiras e, no caso de existirem painéis solares, existe um depósito exclusivo para este método também.

Figura 30 - Depósitos de Águas Quentes



Grupo Hidropressor

O grupo hidropressor, presente em todos os clubes Solinca, é um conjunto de bombas projetadas para aumentar a pressão da água e fazer com que esta chegue a todos os locais do edifício onde é necessária. A sua central mantém uma pressão regular de funcionamento no abastecimento de água devido às variações do caudal decorrentes da utilização da água. São normalmente compostos por eletrobombas idênticas, assentes numa base comum, ligadas paralelamente por coletores, válvulas de regulação e retenção.

Figura 31 - Grupo Hidropressor



Tratamento de água da piscina

Para manter a água da piscina limpa e saudável são necessários procedimentos e tratamentos específicos para o efeito. A água da piscina está sempre em constante movimento, circulando entre a piscina e os pontos de limpeza e tratamento. Existem essencialmente três procedimentos fulcrais pelos quais a água passa: a limpeza, a desinfecção e o controlo de temperatura. A água é sugada da piscina pelos orifícios e segue para o transferidor de temperatura onde é aquecida conforme o estado em que se encontra e as necessidades. Segue para o cilindro de areia para ser completamente limpa e purificada. Por último, a água passa pelos doseadores onde são introduzidos os químicos, nas quantidades necessárias como é o caso do cloro. A água regressa novamente à piscina e está constantemente a efetuar este ciclo como ilustrado na figura 32.

Figura 32 - Ciclo de tratamento da água da piscina



Figura 33 - Grupo de tratamento da água da piscina



UPS (Uninterruptible power supply)

O sistema UPS, do inglês *uninterruptible power supply*, é um sistema de alimentação ininterrupta que proporciona energia no caso de ocorrerem cortes na corrente elétrica. No fundo são baterias que garantem o funcionamento de todos os equipamentos a elas conectadas, garantindo uma alimentação segura, ininterrupta e de qualidade. Têm uma autonomia limitada pelo que, no caso de ocorrer um corte na corrente elétrica, só garantem energia durante um determinado número de horas. Em todos os clubes Solinca foram identificados equipamentos deste tipo.

Figura 34 - Baterias UPS



Gestão Técnica Centralizada (GTC)

A gestão técnica centralizada é uma plataforma central capaz de controlar todos os equipamentos relacionados com o sistema de AVAC, segurança, iluminação e água quente. A partir da GTC é possível executar um conjunto de tarefas fundamentais à manutenção dos espaços, de forma simplificada e constante. Esta plataforma única fornece informação útil e possibilita o controlo remoto de uma série de parâmetros, como *set-points* de temperatura, horários de funcionamento, avisos em caso de avarias, etc. Nos clubes Solinca, a plataforma funciona através de um programa informático fornecido por uma companhia externa à empresa.

Tanques de compensação

Os tanques de compensação são, no fundo, grandes reservatórios de água usados para armazenar água fria. Nos clubes Solinca, por norma, existem 3 tanques de compensação com diferentes destinos, mas com o mesmo objetivo comum: garantir que não há falta de água no edifício. Existe um tanque de compensação de grandes dimensões destinado às AFS, que é usada para banhos, casas de banho e lavatórios. Existem ainda dois tanques de compensação separados que acumulam a água necessária para a piscina e para o jacuzzi. Geralmente os tanques de compensação do jacuzzi são de menor dimensão e têm em média capacidade para 1,5m³ de água. Existem clubes com dois tanques para o jacuzzi, mas na sua generalidade só existe um. Os tanques de compensação da piscina são de maior dimensão. Contém em média 10m³ e existe sempre um por cada clube. A capacidade dos tanques de compensação de AFS varia de clube para clube sendo que há clubes que não possuem nenhum pelo facto de estarem integrados em superfícies comerciais que efetuam o fornecimento da água.

Registos Corta Fogo

Os registos corta fogo constituem um sistema de proteção contra incêndios. São uma espécie de janelas existentes nas condutas de ar dos sistemas AVAC que, em caso de ocorrer um incêndio, se fecham, não permitindo, deste modo, a passagem de ar. Dada a sua função, são equipamentos que devem ser frequentemente inspecionados para garantir o seu correto funcionamento caso ocorra uma situação de emergência.

Figura 35 - Registos Corta Fogo



3.2. Descrição dos Clubes em Estudo

Nos subcapítulos desta secção será feita uma descrição dos clubes em particular, focando as características próprias das instalações, equipamentos e áreas que possuem. Nem todas as características em estudo serão apresentadas neste capítulo pela sua extensão. Nesse sentido, para proceder à sua leitura, deve-se consultar o Apêndice B.

A empresa Sonae Capital Fitness disponibilizou seis clubes, para serem alvo de estudo, situados todos na zona norte de Portugal Continental, exceto o Solinca do Lumiar que se situa na zona de Lisboa. Além do Solinca Classic Lumiar, serão alvo de estudo o Solinca Classic Rio Tinto, Solinca Classic Constituição, Solinca Classic Foz, Solinca Classic Maia e Solinca Classic Ermesinde. Todos os clubes possuem uma zona de SPA, equipada com uma piscina, jacuzzi, banho turco e sauna. Existem ainda balneários masculino, feminino e infantil, com chuveiros, casas de banho e zona de cacifos. Os clubes têm salas individuais para aulas particulares com *personal trainers*, como é o caso da sala de B&M, LM e RPM. Ainda existe uma sala de Cardio e musculação, equipada com várias máquinas, e uma zona de pesos livres. Dependendo das características do edifício, estas áreas podem diferir de ginásio para ginásio. Todos os clubes têm uma zona de receção, escritórios e áreas técnicas onde estão os equipamentos de manutenção. Os sócios têm acesso a todas as áreas do clube, exceto escritórios e zonas técnicas, e efetuam o registo da sua entrada através de torniquetes apresentado o seu cartão de associado.

- **Solinca Classic Maia**

O Solinca Classic Maia foi inaugurado em 2016, situa-se dentro do centro comercial Maia Jardim pertencente ao concelho da Maia, distrito do Porto.

Figura 36 - Solinca Classic Maia



Na tabela 22, estão resumidas algumas das características específicas deste clube.

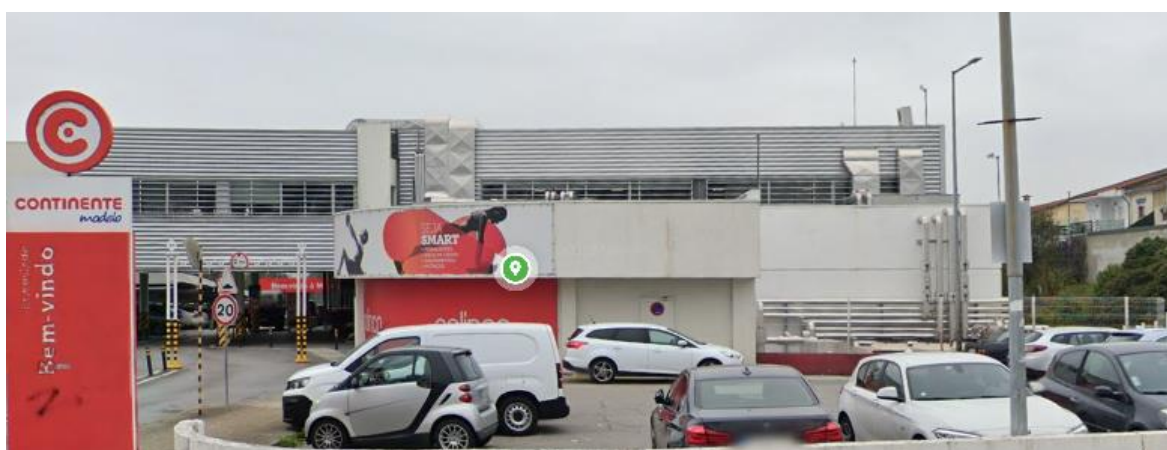
Tabela 22 - Informações do Solinca Classic Maia

Informações das instalações	
Área	3295 m ²
Ano de abertura	2016
Pisos	2
Horas de funcionamento mensais	408h/mês
Instalação Isolada	Não
Luz Natural	Nenhuma
Tipo de Iluminação	LED e Fluorescente
Classe Energética	B-
Emissões de CO ₂	221 toneladas/ano
Nº de Funcionários	13

- **Solinca Classic Ermesinde**

O clube de Ermesinde fica no concelho de Valongo, distrito do Porto e abriu no ano de 2016.

Figura 37 - Solinca Classic Ermesinde



Na tabela 23, estão resumidas algumas das características específicas deste clube.

Tabela 23- Informações do Solinca Classic Ermesinde

Informações das instalações	
Área	2376 m ²
Ano de abertura	2016
Pisos	3
Horas de funcionamento mensais	408h/mês
Instalação Isolada	Não
Luz Natural	Média
Tipo de Iluminação	LED e Fluorescente
Classe Energética	B
Emissões de CO ₂	237,9 toneladas/ano
Nº de Funcionários	13

- **Solinca Classic Constituição**

O clube Solinca Classic Constituição abriu portas no ano de 2017, na rua da constituição, no distrito do Porto.

Figura 38 - Solinca Classic Constituição



Na tabela 24, estão resumidas algumas das características específicas deste clube.

Tabela 24 - Informações do Solinca Classic Constituição

Informações das instalações	
Área	2756,46 m ²
Ano de abertura	2017
Pisos	3
Horas de funcionamento mensais	408h/mês
Instalação Isolada	Não
Luz Natural	Média
Tipo de Iluminação	LED e Fluorescente
Classe Energética	B-
Emissões de CO ₂	275,3 toneladas/ano
Nº de Funcionários	13

- **Solinca Classic Foz**

O solinca Classic Foz fica no distrito do Porto e abriu pela primeira vez ao público em 2016

Figura 39 -Solinca Classic Foz



Na tabela 5, estão resumidas algumas das características específicas deste clube.

Tabela 25 - Informações do Solinca Classic Foz

Informações das instalações	
Área	3020,7 m ²
Ano de abertura	2016
Pisos	3
Horas de funcionamento mensais	408h/mês
Instalação Isolada	Sim
Luz Natural	Boa
Tipo de Iluminação	LED e Fluorescente
Classe Energética	B
Emissões de CO2	229,8 toneladas/ano
Nº de Funcionários	13

- **Solinca Classic Rio Tinto**

O solinca Classic Rio Tinto localiza-se no município de Gondomar, distrito do Porto. Abriu portas, pela primeira vez, ao público em 2017.

Figura 40 - Solinca Classic Rio Tinto



Na tabela 26, estão resumidas algumas das características específicas deste clube.

Tabela 26 - Informações do Solinca Classic Rio Tinto

Informações das instalações	
Área	4943,43 m ²
Ano de abertura	2017
Pisos	2
Horas de funcionamento mensais	408h/mês
Instalação Isolada	Sim
Luz Natural	Excelente
Tipo de Iluminação	LED e Fluorescente
Classe Energética	B-
Emissões de CO ₂	258,8 toneladas/ano
Nº de Funcionários	13

- **Solinca Classic Lumiar**

O solinca Classic Lumiar é o único club em estudo, localizado no sul de Portugal. Situa-se em Lisboa e abriu pela primeira vez em 2018.

Figura 41 - Solinca Classic Lumiar



Na tabela 27, estão resumidas algumas das características específicas deste clube.

Tabela 27- Informações do Solinca Classic Lumiar

Informações das instalações	
Área	3839,13 m ²
Ano de abertura	2018
Pisos	4
Horas de funcionamento mensais	408h/mês
Instalação Isolada	Não
Luz Natural	Excelente
Tipo de Iluminação	LED e Fluorescente
Classe Energética	B-
Emissões de CO ₂	390,2 toneladas/ano
Nº de Funcionários	15

Tendo em conta que nem todos os clubes possuem os mesmos equipamentos e que as quantidades e características dos mesmos variam de clube para clube, a tabela 28 mostra a relação dos equipamentos presentes em cada um. As informações relativas às potências, caudais, desempenho (entre outras) relativas a cada equipamento, devem ser consultadas no Apêndice A.

Tabela 28 - Equipamentos presentes nos clubes

Equipamento	Constituição	Foz	Maia	Ermesinde	Rio Tinto	Lumiar
UTA	8	9	3	8	11	9
Chiller	0	0	1	1	1	1
Desumidificadora	1	1	0	0	1	1
Caldeiras	3	1	2	2	2	1
Rooftop	0	0	1	0	0	0
Painéis Solares	25	26	0	0	0	25

3.3. Recolha de Dados

Tendo em conta que o objetivo do presente estudo é propor um modelo para avaliar o nível de sustentabilidade dos clubes, durante as várias auditorias efetuadas foram recolhidas várias informações relativas aos edifícios, que pudessem merecer destaque num contexto sustentável. Deste modo, a recolha de dados passou pela obtenção de informações que pudessem impactar não só a vertente ambiental, como também a vertente económica e social.

Nesta etapa foi iniciada uma recolha exaustiva de dados, com base nos consumos energéticos de todos os clubes, por um período de quatro anos compreendido entre 2017 e 2020. Para tal, foi necessário recorrer a todas as faturas mensais de fornecimento de água, gás natural e eletricidade, enviadas pelas respetivas companhias de prestação de serviços. Após várias avaliações pormenorizadas às faturas, foi construída uma tabela em Excel com os consumos e valores monetários pagos mensalmente e por clube. Aos valores pagos mensalmente, foi retirada a respetiva percentagem de IVA normalmente incluída nas faturas. Isto porque, os valores de IVA sobrevalorizam os verdadeiros gastos com o consumo da energia. Os valores relativos a gastos com manutenção também foram registados por mês e clube, sendo que, apenas foi possível obter dados a partir do ano de 2019 para todos os clubes. Posteriormente, foi recolhida a relação do número de acessos mensais de cada clube, em particular, e organizados numa folha de Excel. Não foi possível obter as faturas energéticas de todos os meses durante os quatro anos pois algumas foram extraviadas, no entanto, não foi uma situação recorrente sendo que ocorreu de forma pontual. Para recuperar estes valores em falta, foi efetuada uma média tendo em conta os montantes anteriormente faturados por esses mesmos clubes. O Solinca Classic Lumiar só iniciou a sua atividade em 2018 e, nesse sentido, não consumiu qualquer tipo de energia em 2017. Apesar do Solinca Classic Constituição e do Solinca Classic Rio Tinto terem iniciado atividade em 2017, não foram obtidas faturas energéticas respeitantes a estes clubes, para esse ano.

Tendo em conta que os consumos de gás e eletricidade não se encontravam na mesma unidade de medida, achou-se relevante proceder à conversão dos consumos de energia elétrica e térmica em emissões de CO₂. Na tabela 29 estão, de acordo com o Despacho (Extrato) n.º 15793-D/2013, 2013 os fatores de conversão de energia primária para emissões de CO₂, nos edifícios.

Tabela 29 - Fatores de conversão da energia em emissões de CO₂

Fonte de energia	Fator de conversão (kgCO ₂ /kWh)
Eletricidade	0,144
Gás Natural	0,202

Dada a elevada dimensão da tabela Excel que agrega todos estes dados, optou-se por apresentá-la no Apêndice C e construir a tabela 30, que resume a existência dos dados em relação ao ano e ao clube. O símbolo ✕ representa a falta de dados, já o símbolo ✓ representa a existência dos mesmos.

Tabela 30 - Informação existente em cada clube

Clubes		Água		Eletricidade		Gás Natural			Manutenção	Acessos	Emissões CO ₂
		€	m ³	€	KWH	€	m ³	KWH			
Constituição	2017	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕
Foz	2017	✓	✓	✓	✓	✕	✕	✕	✕	✓	✓
Maia	2017	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Ermesinde	2017	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Rio Tinto	2017	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕
Lumiar	2017	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕
Constituição	2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Foz	2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Maia	2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Ermesinde	2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Rio Tinto	2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Lumiar	2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✕	✓	✓
Constituição	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Foz	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Maia	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ermesinde	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rio Tinto	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lumiar	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Constituição	2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Foz	2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Maia	2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ermesinde	2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rio Tinto	2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lumiar	2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Foram ainda recolhidos, e pormenorizadamente avaliados, todos os certificados energéticos respetivos a cada um dos seis edifícios.

No total, foram recolhidas cerca de 67 características relativamente a cada um dos edifícios em estudo e transportadas para uma tabela em Excel. Nesta contagem excluem-se as faturas e consumos de água, gás e eletricidade, acessos mensais e faturas de manutenção que foram recolhidos à parte, também usando a ferramenta Excel.

Esta etapa foi algo morosa e mereceu um elevado destaque já que foram necessárias várias auditorias aos edifícios para entender os princípios de funcionamento, com o intuito de melhor identificar todas as informações pertinentes para o estudo. Foi ainda necessária a consulta exaustiva de todas as faturas mês a mês, por clube e de todos os certificados energéticos. A revisão bibliográfica efetuada foi uma grande alavanca neste processo o que facilitou a identificação de algumas das características e informações a incluir.

As informações recolhidas foram as seguintes:

1. Área – área em m² de piso útil;
2. Nº de Pisos – número total de pisos pelos quais se distribuem as áreas do clube;
3. Localização – localização do edifício em Portugal Continental;
4. Idade do clube - anos de laboração do clube, desde a sua abertura até ao ano de 2021;
5. Horas de funcionamento mensais – Número de horas mensais em que o clube se encontra em funcionamento. O cálculo das horas mensais de funcionamento foi realizado da seguinte forma e tendo em conta os pressupostos presentes na tabela 31:

Tabela 31 - Cálculo das Horas de funcionamento dos clubes

Dias	Horário	Horas de funcionamento
Sábados	8:00H às 20:00H	12H
Domingos	9:00H às 18:00H	9H
Dias úteis	7:00H às 22:00H	15H

Tendo em conta que por semana existem cinco dias úteis, um sábado e um domingo e que um ano tem 52 semanas, obtém-se um valor anual de 4896H. Este valor dividido por 12 meses perfaz o resultado de 408H/mês. No ano de 2020, dada a situação pandémica do COVID-19 e a obrigatoriedade de encerrar todos os espaços, em alguns meses os clubes estiveram encerrados. Essa relação pode ser consultada nas tabelas em apêndice.

6. Duração da estação de aquecimento – duração, em meses, do período de aquecimento onde se encontra o edifício. Ou seja, é os meses em que o edifício tem necessidade de efetuar aquecimento;
7. Orientação do edifício – forma como a luz solar incide sobre o edifício tendo em conta os pontos cardeais: Norte, Sul, Este e Oeste;
8. Tipo de Instalação – diferenciação sobre a construção do edifício de forma isolada ou integrada noutro estabelecimento;
9. Altitude do edifício – altura em metros a que o edifício se encontra relativamente ao nível médio das águas do mar;
10. Graus-dia – medida do nível de frio ou calor, ao longo de um determinado período de tempo, e da quantidade correspondente de energia necessária para aquecer ou arrefecer o edifício. Ou seja, corresponde à soma da diferença entre a temperatura média exterior de cada dia em relação à temperatura de referência (18°C)

11. IEE – Indicador de Eficiência Energética;
12. IEER – Indicador de Eficiência Energética Renovável;
13. Contributo Energias Renováveis – Contributo, em percentagem, de energia renovável no consumo de energia do edifício;
14. Nº de funcionários – número total de funcionários a trabalhar em cada clube;
15. Periodicidade de Manutenções Preventivas – Identificação se as manutenções preventivas são realizadas anualmente, semestralmente, trimestralmente ou mensalmente;
16. Qualidade de Iluminação Natural – classificação da luz natural do clube tendo em conta a seguinte escala:

Tabela 32 - Classificação da Qualidade de iluminação Natural dos clubes

nenhuma	fraca	Média	Boa	Excelente
---------	-------	-------	-----	-----------

17. Tipos de lâmpadas – caracterização relativa ao tipo de lâmpadas utilizadas no clube. Como se verificou a presença de lâmpadas do tipo LED e fluorescente foi realizada a seguinte escala de classificação:

Tabela 33- Tipos de lâmpadas presentes nos clubes

Fluorescente >90% + LED	50% < Fluorescente <90% + LED	Fluorescente + 50% < LED <90%	Fluorescente + LED >90%
-------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------

18. Controlo de intensidade de iluminação em estúdios – Informação sobre a possibilidade de regular a intensidade de iluminação dos estúdios de PT, RPM, B&M e LM;
19. Sensores de movimento em casas de banho – Informação sobre a possibilidade de existirem sensores de movimento de iluminação nas casas de banho;
20. Mecanismo de acionamento das luzes – Informação sobre a possibilidade de existirem interruptores para desligar as luzes nas diversas áreas do clube ou se só é possível através do quadro elétrico;
21. Mecanismo de controlo da água – Classificação do mecanismo de abertura das águas dos lavatórios e chuveiros em: Manual temporizado ou Sensor;
22. Estado das canalizações da água – Para a classificação das condições das canalizações de água foi elaborada a seguinte escala:

Tabela 34 - Classificação do estado das canalizações de água

Excelentes	Boas	Médias	Fracas
------------	------	--------	--------

(A avaliação do estado das canalizações foi efetuada pelos responsáveis e engenheiros da manutenção de cada um dos clubes)

23. Estado dos depósitos de água quente - Para a classificação das condições dos depósitos de AQS foi elaborada a seguinte escala:

Tabela 35 - Classificação do estado dos depósitos de água quente

Excelentes	Boas	Médias	Fracas
(A avaliação do estado dos depósitos de água quente foi efetuada pelos responsáveis e engenheiros da manutenção de cada um dos clubes)			

24. Estado dos depósitos de AFS - Para a classificação das condições dos depósitos de AFS foi elaborada a seguinte escala:

Tabela 36 - Classificação do estado dos depósitos de AFS

Excelentes	Boas	Médias	Fracas
(A avaliação do estado dos depósitos AFS foi efetuada pelos responsáveis e engenheiros da manutenção de cada um dos clubes)			
25. Mecanismo para efetuar o aquecimento do ar – caracterização do tipo de mecanismo utilizado para efetuar o aquecimento do ar, dividem-se em: Caldeira, Desumidificadora, Rooftop e Chiller;			
26. Mecanismo para efetuar o arrefecimento do ar - caracterização do tipo de mecanismo utilizado para efetuar o arrefecimento do ar, dividem-se em: Desumidificadora e Chiller;			
27. Mecanismo para efetuar aquecimento de AQS - caracterização do tipo de mecanismo utilizado para efetuar o aquecimento das AQS, dividem-se em: Caldeira, Painéis Solares e Chiller;			
28. Potência contratada – quantidade, em KW de potência contratada entre o clube e a entidade fornecedora de energia elétrica. Para classificação da potência de cada clube optou-se por apresentar em forma de intervalo sendo que existem clubes que não têm um contrato definido e, por isso, têm classificação “Não Definido” (ND), como sugere o seguinte esquema:			

Tabela 37- Escala de potência contratada

ND	<200	[200;300]	>300
29. Área e Coeficiente de Transmissão Térmica das paredes – área em m ² de todas as paredes existentes no clube e o valor do seu CTT expresso em W/m ² .°C			
O CTT expressa a capacidade de isolamento térmico do material, ou seja, o seu valor fornece o fluxo de calor que passa em 1 m ² de superfície do material. Um valor mais baixo revela uma solução mais eficiente.			
30. Área e Coeficiente de Transmissão Térmica dos Pavimentos - área em m ² de todos os pavimentos existentes no clube e o valor do seu CTT expresso em W/m ² .°C			
31. Área e Coeficiente de Transmissão Térmica de Pontes Térmicas - - área em m ² de todas as pontes térmicas existentes no clube e o valor do seu CTT expresso em W/m ² .°C			

32. Área, Coeficiente de Transmissão Térmica e Fator Solar dos Vãos Envidraçados - - área em m^2 de todos os vãos envidraçados existentes no clube, o valor do fator solar e o valor do seu CTT expresso em $W/m^2 \cdot ^\circ C$

O fator solar é um valor que designa a energia térmica que penetra num recinto através da radiação solar. Quanto menor for o seu valor, melhor será a proteção contra o aquecimento.

33. Características do Sistema de Painéis Solares - potência instalada em KW, quantidade e produtividade;
34. Características da Caldeira - potência instalada em KW e desempenho;
35. Características das UTA - potência de insuflação instalada em KW, potência de extração instalada em KW, caudal de insuflação instalado em m^3 e caudal de extração instalado em m^3 ;
36. Características do Chiller - potência de arrefecimento em KW, potência de aquecimento em KW, desempenho de arrefecimento e desempenho de aquecimento;
37. Características da desumidificadora - potência de arrefecimento em KW, potência de aquecimento em KW, caudal de insuflação em m^3 e caudal de extração m^3 ;
38. Características do Rooftop - potência de aquecimento em KW, potência de arrefecimento em KW, desempenho de arrefecimento, desempenho de aquecimento;
39. Capacidade da piscina e respetivo tanque de compensação – capacidade de água em m^3 ;
40. Capacidade do Jacuzzi e respetivo tanque de compensação – capacidade de água em m^3 ;
41. Capacidade dos depósitos de AQS da caldeira, chiller e painéis solares - capacidade de água em m^3 ;
42. Capacidade dos depósitos de AFS - capacidade de água em m^3 ;
43. Chiller faz a recuperação do calor – Informação sobre a possibilidade do chiller existente trabalhar como bomba de calor e recuperando-o para fazer aquecimento das AQS;

Após a recolha de todos os dados tidos como relevantes, os mesmos foram agregados numa tabela em Excel para posterior submissão na ferramenta SPSS.

Pela elevada extensão das tabelas Excel relativas a todas as informações recolhidas e descritas em cima, optou-se por apresentá-las no Apêndice B.

Para mensurar a vertente social, foi elaborado um questionário com várias perguntas para enviar aos associados, dos seis clubes em estudo. No entanto, tal não foi possível devido a questões burocráticas da própria empresa. Para colmatar esta lacuna, foi necessário aceder aos dados do NPS, relativos aos clubes, fornecidos pela Sonae Capital Fitness. O NPS faz o levantamento da satisfação dos clientes, onde estes têm a possibilidade de avaliar o clube, mensalmente, deixando comentários e sugestões, através de uma resposta aberta. Nesse sentido, procedeu-se ao tratamento de todas as críticas, sugestões e elogios apresentados pelo cliente através da resposta aberta do NPS. Ao todo, foram analisadas 1364 respostas abertas para perceber qual o tema das críticas e verificar se a opinião do cliente foi positiva ou negativa. Ao analisar os comentários e sugestões, observou-se que os sócios, na mesma resposta, abordavam vários assuntos em

simultâneo. Nesse sentido, optou-se por agrupar os diferentes assuntos abordados por tema para conseguir quantificar quais os temas mais focados e qual a opinião dos inquiridos sobre eles. Nem todos os clubes obtiveram o mesmo número de respostas, como se pode observar pela tabela 38 que quantifica não só o número de respostas obtidas, como também o número de comentários e sugestões identificados em cada clube.

Tabela 38 - Quantidade de respostas e comentários no NPS dos clubes

Clube	Quantidade de respostas	Comentários e Sugestões
Constituição	288	339
Foz	265	296
Maia	215	384
Ermesinde	136	153
Rio Tinto	228	268
Lumiar	232	276
Total	1364	1716

Importa ainda salientar que estes assuntos foram abordados, de forma espontânea, pelos sócios não havendo lugar à pergunta direta sobre a sua opinião acerca de um determinado tema. A definição dos temas foi decidida antes de começar a análise dos dados do NPS, no entanto, não se manteve estanque ao longo de todo o processo. Foi necessário rever os temas, conforme as críticas e sugestões dos sócios foram surgindo. No final, os temas considerados para classificação das respostas foram os seguintes:

1. Saúde e Segurança – Informação sobre se as condições dos clubes asseguram ou não condições de sanidade e segurança aos seus clientes;
2. Conforto Térmico – Opinião dos sócios em relação à temperatura ambiental sentida nas áreas do clube e temperatura das águas do SPA;
3. Limpeza – Opinião dos sócios em relação à limpeza feita em todas as áreas do clube;
4. Ruído – Avalia a opinião dos sócios em relação ao ruído sentido nas zonas do clube;
5. Qualidade do Ar – Opinião dos inquiridos sobre a qualidade do ar inspirado dentro do clube;
6. Qualidade da Água – Opinião dos sócios sobre a limpeza e qualidade da água da piscina e jacuzzi;
7. Odores – Avalia a opinião dos inquiridos sobre a possibilidade de existirem maus odores nas áreas do clube;
8. Mobilidade reduzida – Opinião dos sócios relativamente à acessibilidade nas várias áreas do clube a pessoas com mobilidade reduzida;
9. Horários – Informação sobre se os horários de abertura do clube e horários das aulas vão de encontro às necessidades dos sócios;
10. Aulas – Opinião dos sócios sobre a variedade de aulas disponíveis no clube e sobre o conteúdo de cada aula;

11. Funcionários - Avalia a performance dos instrutores de fitness e dos restantes funcionários;
12. Internet – Opinião dos sócios relativamente à não disponibilização de internet por Wi-fi nos clubes;
13. Equipamentos – Opinião dos sócios sobre os diferentes equipamentos disponibilizados e sobre a sua quantidade;
14. Preocupação Ambiental – Avalia a percepção que o sócio tem do clube, em questões de proteção ambiental;
15. Manutenção – Avalia a opinião dos sócios sobre a manutenção dos equipamentos disponíveis, bem como de todas as áreas do clube;
16. Serviço – Avalia questões gerais como a app disponibilizada e o tipo de contrato efetuado com o sócio;
17. Nula – Considerou-se como resposta “Nula” todos os comentários ou sugestões através dos quais não foi possível identificar a opinião do sócio e ainda respostas em branco ou a expor problemas com outros sócios onde o clube não tem qualquer tipo de influência ou domínio.

A classificação das respostas, por temas, foi realizada através da ferramenta Excel onde se definiu, também, o cariz do comentário do sócio em positivo ou negativo. Após a categorização de todas as respostas, foram contabilizados todos os comentários de cariz positivo e negativo relacionados a cada tema. Nas tabelas 39, 40, 41 estão resumidos todos os dados extraídos, através da avaliação pormenorizada, do NPS de cada clube. Pela extensão dos dados, optou-se por apresentar três tabelas, dois clubes por cada uma.

Tabela 39- Contabilização dos comentários positivos e negativos dos NPS da Constituição e Foz

Tema	Constituição		Foz	
	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa
Serviço	9	45	8	34
Saúde e Segurança	3	22	1	13
Conforto térmico	0	15	0	7
Limpeza	5	55	2	35
Ruído	0	3	0	8
Qualidade do Ar	0	4	0	3
Qualidade da Água	0	0	0	1
Odores	0	2	0	8
Mobilidade Reduzida	0	0	1	1
Horários	0	26	0	19
Aulas	4	41	0	48
Funcionários	15	23	5	30
Iluminação	0	1	0	1
Internet	0	4	0	6
Estacionamento	0	8	0	5
Equipamentos	1	28	0	18
Preocupação Ambiental	0	4	0	3
Manutenção	0	9	0	0

Nula	12	39
Total	339	296

Tabela 40 -Contabilização dos comentários positivos e negativos dos NPS da Maia e Ermesinde

Tema	Maia		Ermesinde	
	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa
Serviço	3	55	5	29
Saúde e Segurança	1	16	1	4
Conforto térmico	1	11	0	6
Limpeza	6	45	3	17
Ruído	0	5	0	1
Qualidade do Ar	0	12	0	0
Qualidade da Água	0	2	0	0
Odores	0	2	0	3
Mobilidade Reduzida	0	2	0	0
Horários	0	31	0	5
Aulas	0	62	1	23
Funcionários	10	34	10	12
Iluminação	0	0	0	0
Internet	0	4	0	1
Estacionamento	0	0	0	0
Equipamentos	2	40	0	13
Preocupação Ambiental	0	4	0	0
Manutenção	0	30	0	8
Nula	6		11	
Total	384		153	

Tabela 41 -Contabilização dos comentários positivos e negativos dos NPS de Rio Tinto e Lumiar

Tema	Rio Tinto		Lumiar	
	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa
Serviço	8	44	3	36
Saúde e Segurança	4	16	2	17
Conforto térmico	0	8	0	12
Limpeza	5	29	3	22
Ruído	1	2	0	8
Qualidade do Ar	0	1	0	1
Qualidade da Água	0	0	0	0
Odores	0	6	0	0
Mobilidade Reduzida	0	0	0	0
Horários	0	29	1	26
Aulas	1	26	2	37
Funcionários	22	20	13	28

Iluminação	0	2	0	0
Internet	0	2	0	5
Estacionamento	0	5	0	1
Equipamentos	0	20	0	37
Preocupação Ambiental	0	1	0	1
Manutenção	0	8	1	9
Nula	8		11	
Total	268		276	

3.4. Preparação dos Dados e Análise Estatística em SPSS

Para construir um modelo válido, capaz de ter bons indicadores económicos e ambientais, optou-se por levar a cabo um estudo estatístico recorrendo à Análise de Regressão Linear. Nesta fase, o objetivo foi perceber quais as variáveis que explicam os gastos e consumos dos clubes para, posteriormente, construir um modelo com indicadores e ponderações fiáveis. Na vertente económica, foram estudadas como variáveis dependentes, os gastos com manutenção e os valores pagos com os consumos de água, gás e eletricidade. Os consumos de água, gás e eletricidade, foram estudadas como variáveis dependentes na vertente ambiental. Para levar a cabo o estudo estatístico recorreu-se à ferramenta SPSS onde foi necessário renomear algumas variáveis e codificá-las para obter uma melhor compreensão e para definir a escala das mesmas.

Além disso, revelou-se ainda necessário realizar uma média trimestral dos consumos e custos das faturas energéticas. Isto porque os clubes não procedem ao envio das contagens relativas ao consumo real, às respetivas entidades fornecedoras. Assim, os valores faturados e enviados pelas entidades são apenas valores estimados, não refletindo os verdadeiros valores consumidos durante o período. Existem meses onde os consumos estão subvalorizados e outros onde estão sobrevalorizados porque, como são feitas estimativas, é necessário realizar periodicamente alguns acertos de contas. Esses acertos são cobrados juntamente com as faturas mensais, no entanto, são respeitantes a meses anteriores. Para tentar ultrapassar esta problemática, optou-se por efetuar uma média trimestral dos consumos por clube. No entanto, não foi possível ultrapassar totalmente esta problemática.

Posteriormente, foram criadas novas variáveis com os consumos normalizados para perceber se os estudos estavam a ser enviesados por algumas das características dos clubes. Foram normalizados tanto os consumos de eletricidade, gás e água como os valores pagos por esses consumos. A normalização obteve-se partindo do seguinte cálculo:

$$\text{Consumo Normalizado} = \frac{\text{Consumo energético}}{n^{\circ} \text{ de acessos} * \text{área}} \quad \text{Equação 10}$$

Depois de tratados todos os dados e após efetuadas todas as conversões que se revelaram necessárias foi possível levar a cabo o estudo estatístico propriamente dito. Para isso, foram escritas várias equações de regressão linear e analisados todos os resultados, com o intuito de perceber a validade dos modelos e escolher aqueles que seguem para estudo. Nesta fase, o livro “Análise Estatística com SPSS” do autor João Maroco foi fundamental (Maroco, 2007).

A análise de Regressão é umas das técnicas estatísticas mais utilizadas para estudar a relação linear entre duas ou mais variáveis. Existem várias técnicas de seleção de variáveis, neste caso, o método utilizado foi o Stepwise que, é um método de regressão passo a passo. Depois de realizadas as regressões lineares foi necessário verificar os resultados de estatística obtidos para verificar a validade do modelo.

- **R² Ajustado**

Mede a proporção da variabilidade total da variável dependente que é explicada pela equação de regressão linear, ou seja, pelas variáveis independentes. O seu valor varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior o poder explicativo. Este valor permite comparar a força de explicação entre dois modelos.

A tabela 42 resume a interpretação de R² Ajustado tendo em conta os valores que este pode assumir.

Tabela 42 - Interpretação dos valores de R² ajustado

Valor	Interpretação do valor
R² ajustado	R ² =0 modelo não se ajusta aos dados
	R ² >0,5 ajustamento aceitável
	R ² =1 ajuste perfeito do modelo aos dados

- **Teste à multicolinearidade das variáveis independentes**

Num modelo é importante avaliar a multicolinearidade, que acontece quando as variáveis independentes estão correlacionadas entre si, traduzindo informação redundante. Neste caso, recorreu-se ao valor do VIF (*variance inflation factor*) para verificar essa colinearidade. Para um modelo ser aceitável o VIF deve ser inferior a 10 em todas as variáveis independentes incluídas no modelo.

Depois de verificar a multicolinearidade, foi necessário realizar análise residual através dos seguintes testes:

- **Teste à correlação dos erros (Teste de Durbin-Watson)**

Este teste permite verificar se os erros estão ou não correlacionados. As hipóteses nula e alternativa são:

$$H_0 = \text{Os erros não estão correlacionados}$$

$$H_a = \text{Os erros estão correlacionado}$$

Não se rejeita H₀ (e por isso considera-se que os erros não estão correlacionados) se o valor da estatística de teste variar aproximadamente entre 1,6 e 2,4.

- **Teste à Normalidade dos Erros**

Para verificar a normalidade dos erros existem dois testes possíveis. O teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste de Shapiro-Wilks. Usa-se o teste de kolmogorov-Smirnov quando a amostra é maior do que 30 e o teste de Shapiro-Wilks quando é igual ou inferior. No estudo da normalidade as hipóteses a testar são:

$$H_0 = \text{Os erros são normais}$$

$$H_a = \text{Os erros não são normais}$$

Rejeita-se a hipótese nula, com um nível de significância de 5%, quando o valor do p-value é inferior a 0,05. Caso contrário, não se rejeita H_0 , assumindo que os erros são normais.

- Teste à homocedasticidade dos erros (Teste de White)

É ainda necessário realizar o teste à homocedasticidade dos erros e, neste caso, recorreu-se ao teste de White para efetuar a sua verificação. As hipóteses a testar são:

$$H_0 = \text{Os erros são homocedásticos}$$

$$H_a = \text{Os erros são heterocedásticos}$$

Assume-se que os erros são homocedásticos se p-value > 0,05.

A tabela 43 resume os testes realizados e os parâmetros de aceitação correspondentes para validar o modelo.

Tabela 43 - Parâmetros de aceitação das estatísticas de teste

Teste	Parâmetros de aceitação	
Teste à multicolinearidade	VIF < 10	É necessário verificar esta condição em todas as variáveis explicativas do modelo)
Teste de Durbin-Watson	$1,6 \leq d \leq 2,4$	Deve aproximar-se de 2.
Teste à normalidade dos erros	p-value > 0,05	
Teste de White	p-value > 0,05	

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos todos os resultados obtidos com a análise estatística levada a cabo com a ferramenta SPSS. Para além disso, ainda será apresentado o modelo conceptual concebido.

4.1. Apresentação de resultados

Inicialmente foram testadas como variáveis independentes todas as características dos clubes recolhidas e como variáveis dependentes os consumos de água, eletricidade e gás e os gastos totais, incluindo os gastos com a manutenção dos edifícios. No entanto, não foi possível obter nenhum resultado coerente para posterior análise. Nesse sentido, e para tentar ultrapassar esse problema, optou-se por agrupar as características dos clubes em grupos mais reduzidos e efetuar análises separadamente.

É ainda importante realçar que várias das características inicialmente recolhidas foram excluídas da análise. Isto porque perfazem igual valor em todos os clubes impossibilitando assim a observação de relação com as variáveis dependentes. As características nestas condições são:

- Duração da estação de aquecimento;
- Periodicidade de manutenções preventivas;
- Controlo Intensidade da iluminação;
- Sensores de Movimento WC;
- Mecanismo de acionamento das luzes;
- Mecanismo de acionamento da água;
- Horas de funcionamento.

Foram várias as regressões lineares testadas, no entanto, muitas das variáveis foram excluídas pelo método stepwise, e vários modelos foram abandonados porque os valores não se encontravam dentro dos parâmetros descritos no capítulo anterior. Nos próximos subcapítulos serão apresentadas as relações efetuadas, os modelos validados e os valores obtidos nos diferentes testes realizados. Para a apresentação destes resultados ser o mais clara possível, optou-se por expor as relações encontradas, separadamente. Ou seja, serão abordadas as relações com consumos e gastos com água, com gás e com a eletricidade de forma individual. Também foram testadas algumas relações com os gastos totais, no entanto não se conseguiu obter resultados significativos. Provavelmente isto deve-se ao facto de só existirem registos de gastos com manutenção a partir do ano de 2019, contando apenas com dois anos de registos.

4.1.1. Consumos e Gastos de Água

Como variáveis dependentes, foram identificados os consumos de água em metros cúbicos, os valores das faturas em euros e ainda, estes valores normalizados pelos acessos e pela área de cada clube. Como variáveis independentes foram consideradas algumas características gerais do próprio

edifício e ainda características que se achou estarem intimamente relacionadas com os consumos de água. Foram feitas várias regressões com diferentes conjuntos de variáveis independentes sobre as quatro variáveis dependentes. O gráfico 5 mostra todas as variáveis incluídas nesta fase.

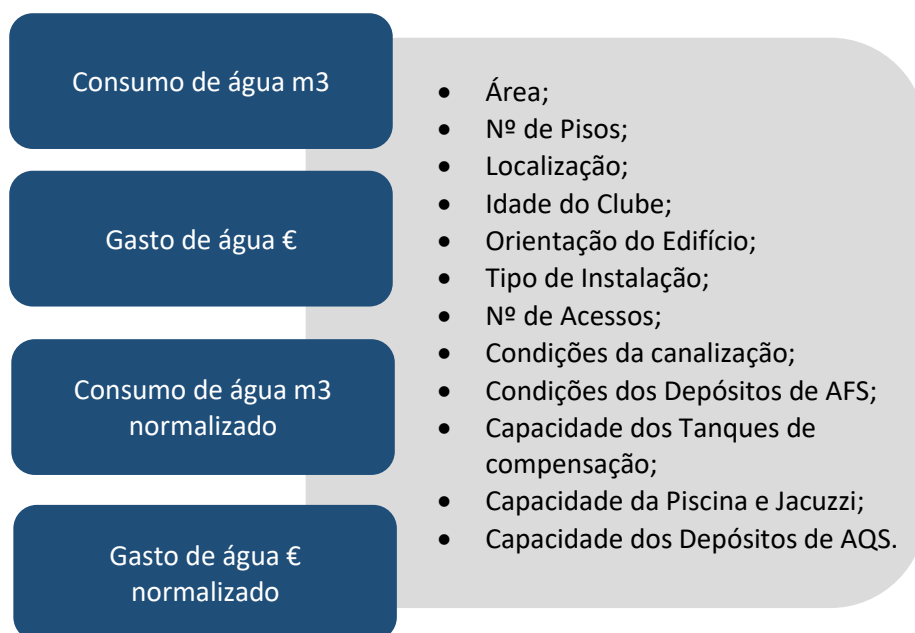


Gráfico 5 - Variáveis em estudo (água)

Para justificar os consumos de água, não foi possível obter nenhuma variável explicativa. Todas as variáveis testadas foram automaticamente excluídas da equação de regressão pelo método *Stepwise*. Deste modo, não foi possível chegar a nenhuma conclusão sobre qual/quais as variáveis que influenciam os gastos e consumos de água dos clubes Solinca.

Uma das possíveis explicações para o facto de não se encontrar nenhuma relação é a discrepância verificada nos valores dos dados recolhidos. De facto, como é possível observar no gráfico 6, existem vários outliers/observações discrepantes nos valores de água consumidos por clube, consequência porventura da falta de registo dos consumos reais, já referido atrás.

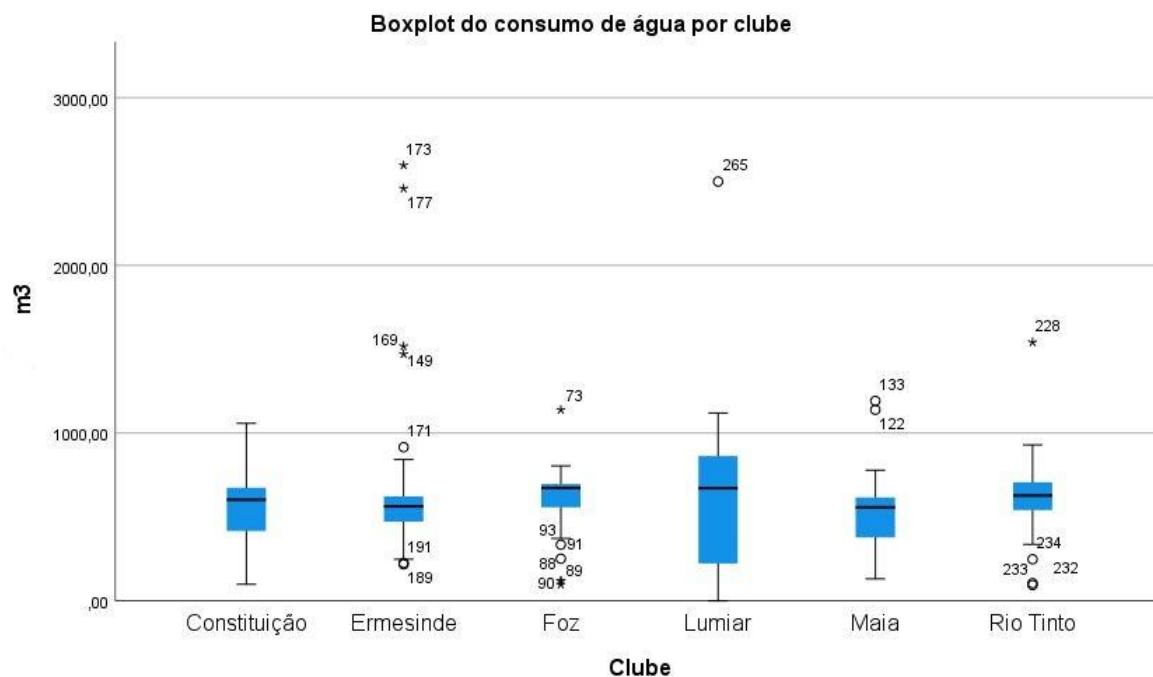


Gráfico 6 - Boxplot do consumo de água por clube

4.1.2. Consumo e Gastos de Gás

Para explicar, os consumos e gastos de Gás nos clubes, procedeu-se ao mesmo método descrito anteriormente. Primeiro foram testadas como variáveis independentes, características gerais do edifício e depois características que se achou terem influência nos gastos de gás. O gráfico 6 apresenta todas as variáveis consideradas nesta fase.

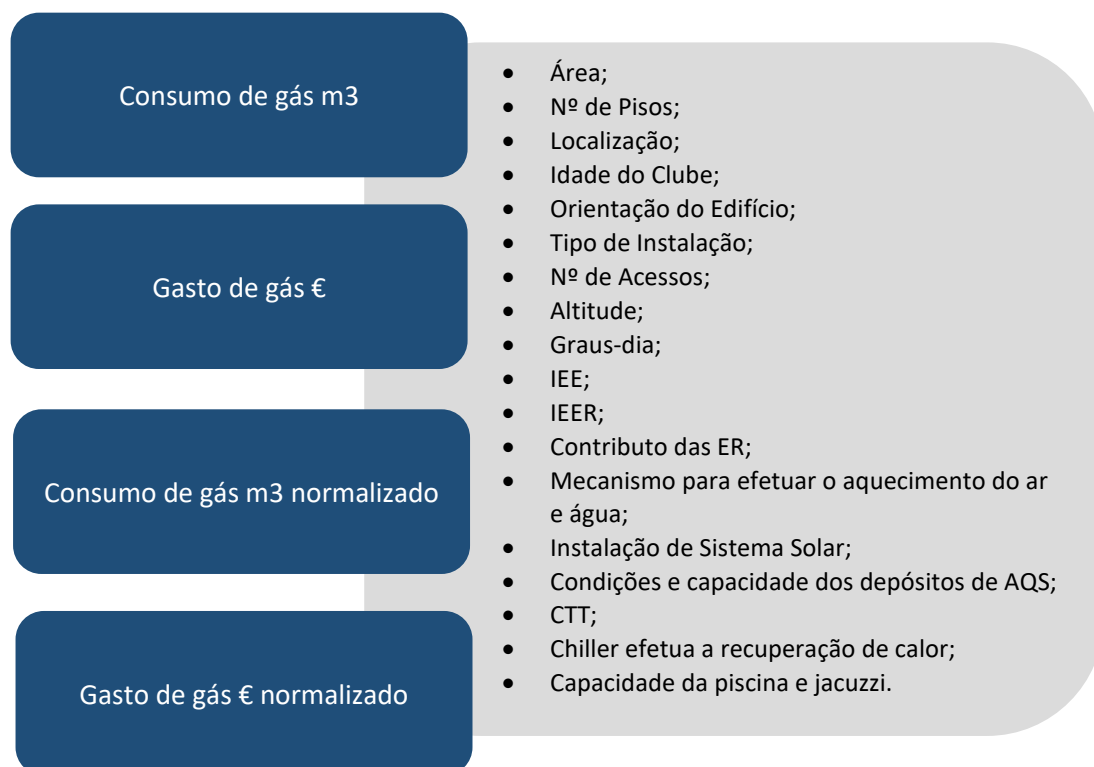


Gráfico 7 - Variáveis em estudo (gás)

Nem todas as variáveis evidenciaram uma relação com os consumos de gás, pelo que, as tabelas 44, 45 e 46 apresentam os modelos considerados válidos, numa primeira fase de testes realizados.

Tabela 44 - Resultados da análise de regressão para os modelos 1,2,3 e 4

Modelo	Variável dependentes	Variáveis independentes	Coefficiente Beta	Sig	Teste de multicolinearidade (VIF)	R ² ajustado
1	Consumo Gás m3	Caldeira efetua aquecimento do Ar	0,489	<0,001	1,6	0,524
		Chiller Efetua aquecimento do ar	-0,322	0,002	1,6	
2	Consumo Gás m3	Caldeira efetua aquecimento do Ar	0,379	<0,001	1,733	0,627
		Condições Depósitos AQS	-0,321	<0,001	1,133	
		Chiller efetua aquecimento do Ar	-0,322	<0,001	1,6	
3	Consumo Gás m3	Chiller Recupera Calor	-0,62	<0,001	1,049	0,623
		Nº Pisos	0,576	<0,001	1,416	
		Orientação Sul do Edifício	-0,187	0,028	1,473	
4	Consumo Gás m3	Caldeira efetua aquecimento	0,59	<0,001	1,429	0,644
		Chiller recupera calor	-0,32	0,002	1,429	

Tabela 45 - Resultados da análise de regressão para o modelo 5

Modelo	Variável dependentes	Variáveis independentes	Coefficiente Beta	Sig	Teste de multicolinearidade (VIF)	R ² ajustado
5	Consumo Gás m3 normalizado	Chiller recupera Calor	-0,697	<0,001	1,049	0,641
		Nº Pisos	0,56	<0,001	1,416	
		Orientação Sul do Edifício	-0,466	<0,001	1,473	

Tabela 46 - Resultados da análise de regressão para os modelos 6,7 e 8

Modelo	Variável dependentes	Variáveis independentes	Coefficiente Beta	Sig	Teste de multicolinearidade (VIF)	R ² ajustado
6	Consumo Gás €	Caldeira efetua aquecimento	0,472	<0,001	1,429	0,582
		Chiller recupera calor	-0,405	<0,001	1,429	
7	Consumo Gás €	Chiller Recupera Calor	-0,61	<0,001	1,005	0,543
		Nº Pisos	0,386	<0,001	1,005	
8	Consumo Gás €	Orientação norte	0,741	<0,001	1,169	0,563
		Instalação Isolada	0,603	<0,001	1,225	
		Orientação Este	0,322	<0,001	1,169	

Depois de constituídas as equações de regressão, procedeu-se à análise residual de cada modelo. Tendo em conta que as variáveis dependentes são diferentes em cada modelo, optou-se pela sua análise em separado.

Variável dependente “consumos de gás m³”

Existem quatro modelos com a variável dependente “consumos de gás m³”, sejam eles: o 1,2,3 e 4. Para testar a normalidade dos erros de cada modelo, recorreu-se ao teste de kolmogorov-smirnov, já que a amostra é superior a 30. A tabela 47 mostra os valores de p-value obtidos para o teste de Kolmogorov-smirnov em cada modelo.

Tabela 47 - Resultados do teste à normalidade dos erros para os modelos com variável dependente “consumos de gás m³”

Modelo	Teste	p-value
1	kolmogorov-Smirnov	<0,001
2	kolmogorov-Smirnov	<0,001
3	kolmogorov-Smirnov	<0,001
4	kolmogorov-Smirnov	<0,001

Para a variável dependente “consumo de gás m³”, conclui-se que todos os modelos contêm erros não normais visto que o p-value para o teste de Kolmogorov-smirnov foi menor do que 0,05 em todos.

Segundo os resultados do teste de White, é possível concluir que apenas o modelo 2 apresenta erros heterocedásticos visto que o p-value do teste de White é igual a 0,05. A tabela 48 apresenta os resultados para esta estatística de teste.

Tabela 48 - Resultados do teste de White para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3"

Modelo	Teste de White
1	0,12
2	0,05
3	0,09
4	0,08

Através do teste de Durbin Watson foi possível verificar que os erros que cada modelo contém, não estão auto correlacionados. Através da tabela 49 é possível comprovar que todos os valores estão bastante próximos de 2.

Tabela 49 - Resultados do teste de Durbin Watson para os modelos com variável dependente "consumos de gás m3"

Modelo	Teste de Durbin Watson
1	1,819
2	1,926
3	2,029
4	2,078

Variável dependente "gastos de gás €"

Com a variável dependente "gastos de gás €" existem três modelos, sejam eles: o 6, 7 e 8. Quanto à normalidade dos erros e segundo o teste de kolmogorov-smirnov, os modelos 6 e 7 possuem erros não normais. Como o p-value do teste de kolmogorov-smirnov foi superior a 0,05, para o modelo 8, assume-se que os seus erros são normais. A tabela 50 resume estes resultados.

Tabela 50 - Resultados do teste à normalidade dos erros para os modelos com variável dependente "gastos de gás €"

Modelo	Teste	p-value
6	kolmogorov-Smirnov	<0,001
7	kolmogorov-Smirnov	<0,001
8	kolmogorov-Smirnov	0,2

Segundo os resultados do teste de White, foi possível comprovar que apenas o modelo 7 apresenta erros heterocedásticos. Para os restantes modelos, assumiu-se a homocedasticidade dos erros, já que, o p-value obtido para esta estatística de teste foi superior a 0,05. A tabela 51 mostra os resultados obtidos para cada modelo.

Tabela 51 - Resultados do teste de White para os modelos com variável dependente "gastos de gás €"

Modelo	Teste de White
6	0,08
7	0,00
8	0,09

O teste de Durbin Watson permitiu verificar que os erros de todos os modelos não estão auto correlacionados. A estatística de teste apresentou valores próximos de dois, como se pode verificar através da tabela 52.

Tabela 52- Resultados do teste de Durbin Watson

Modelo	Teste de Durbin Watson
6	1,698
7	1,677
8	1,856

Variável dependente “consumos de gás m³ normalizado”

Existe apenas um modelo com a variável dependente “consumos de gás m³ normalizado”, o modelo 5. Sendo que a amostra é maior do que 30, recorreu-se ao teste de Kolmogorov-smirnov para testar a normalidade dos erros. Como é possível observar pela tabela 53, o modelo contém erros não normais visto que o p-value para esta estatística de teste foi inferior a 0,05.

Tabela 53 - Resultados do teste à normalidade dos erros para os modelos com variável dependente “consumos de gás m³ normalizado”

Modelo	Teste	p-value
5	Kolmogorov-smirnov	<0,001

O teste de White confirmou a presença de erros heterocedásticos no modelo 5, já que o p-value é inferior a 0,05 para esta estatística de teste, como mostra a tabela 54.

Tabela 54 - Resultados do teste de White para os modelos com variável dependente “consumos de gás m³ normalizado”

Modelo	Teste de White
5	0,00

De acordo com o resultado do teste de Durbin Watson, conclui-se que o modelo 5 não apresenta auto correlação nos erros. O valor obtido para esta estatística de teste aproximou-se do valor 2, como mostra a tabela 55.

Tabela 55 - Resultados do teste de Durbin Watson para os modelos com variável dependente “consumos de gás m³ normalizado”

Modelo	Teste de Durbin Watson
5	2,018

4.1.3. Consumos e Gastos de Eletricidade

À semelhança do que foi efetuado com a água e o gás, também com a eletricidade se procedeu do mesmo modo. Primeiro foram testadas como variáveis independentes, características gerais do edifício e depois características que se achou terem influência nos consumos de eletricidade. O gráfico 6 apresenta as variáveis consideradas nesta fase.

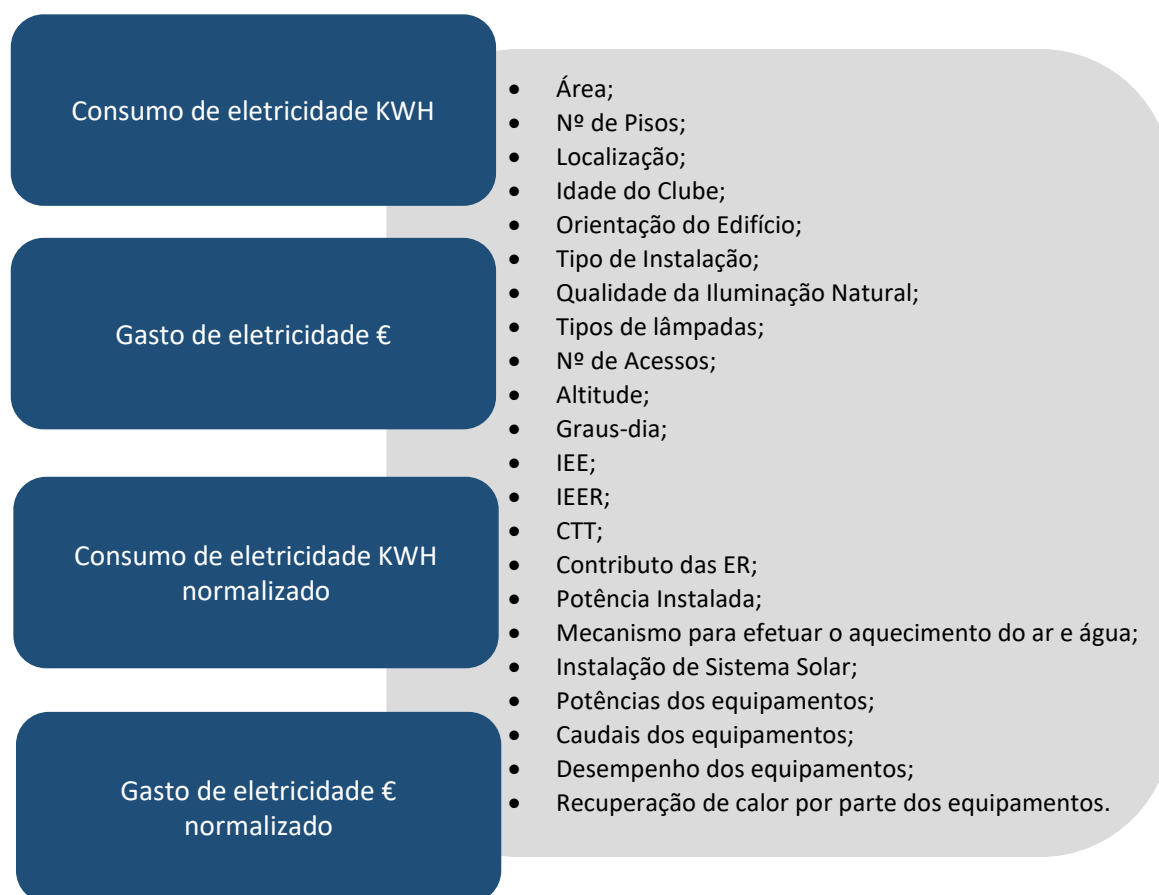


Gráfico 6 - Variáveis em estudo (eletricidade)

Para justificar os gastos e consumos de eletricidade também não foi possível obter nenhuma variável explicativa. Todas as variáveis testadas foram excluídas da equação de regressão através do método *Stepwise*. Deste modo, não foi possível chegar a nenhuma conclusão estatística sobre quais as variáveis que influenciam os gastos e consumos de eletricidade dos clubes Solinca.

Uma das possíveis explicações para o facto de não se encontrar nenhuma relação estatística entre as variáveis é a discrepância entre os valores do consumo de eletricidade nos clubes. Como é possível observar pelo gráfico 8, existem vários *outliers* nos valores de eletricidade consumidos. Todos os clubes, exceto o Solinca Maia, apresentam vários valores de consumo de eletricidade discrepantes.

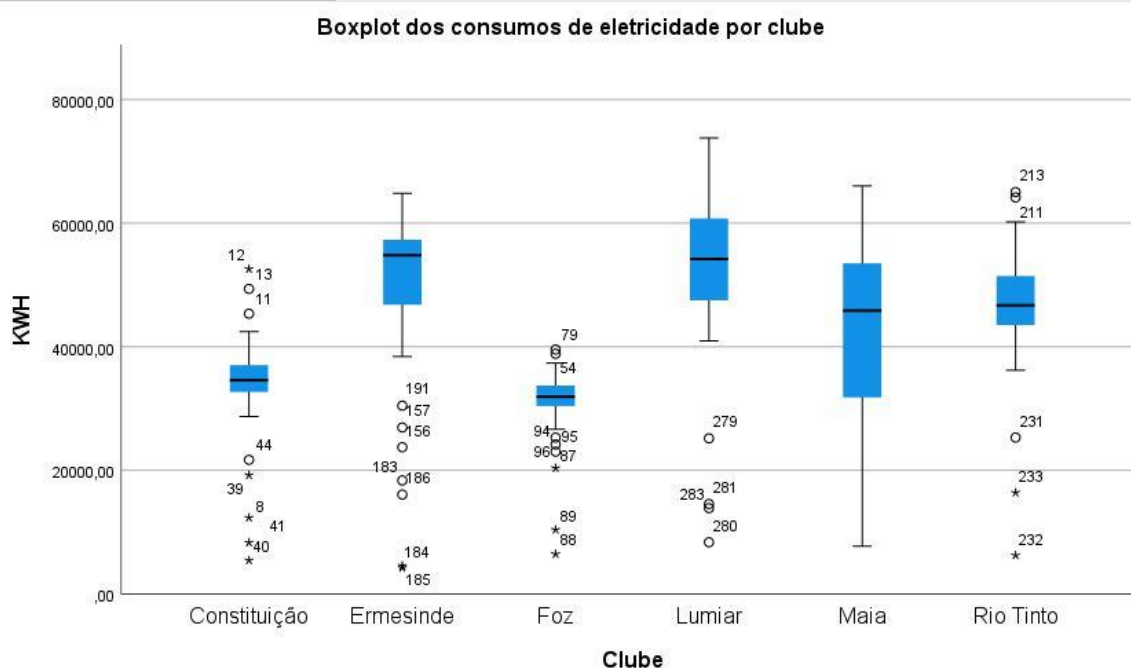


Gráfico 8 - Boxplot dos consumos de eletricidade por clube

4.2. Discussão de resultados

As tabelas 56, 57 e 58 expõem os valores do coeficiente beta obtidos, para cada uma das variáveis incluídas, em cada um dos modelos. Este coeficiente representa não só, a magnitude da relação da variável independente com a variável dependente, como também a direção dessa relação.

Tabela 56 - Coeficientes Beta das variáveis dos modelos 1,2,3 e 4

Modelo	Variável dependente	Variáveis independentes	Coeficiente Beta	Sig.
1	Consumo gás m3	Caldeira efetua aquecimento do ar	0,489	<0,001
		Chiller Efetua aquecimento do ar	-0,322	0,002
2	Consumo gás m3	Caldeira efetua aquecimento do ar	0,379	<0,001
		Condições Depósitos AQS	-0,321	<0,001
		Chiller efetua aquecimento do Ar	-0,322	<0,001
3	Consumo de gás m3	Chiller Recupera Calor	-0,62	<0,001
		Nº Pisos	0,576	<0,001
		Orientação Sul do Edifício	-0,187	0,028
4	Consumo gás m3	Caldeira efetua aquecimento	0,59	<0,001
		Chiller recupera calor	-0,32	0,002

O modelo 4 é o que apresenta maior valor de R^2 ajustado, com 0,644 de coeficiente de determinação. No entanto, todos os outros três modelos têm valores próximos deste. As variáveis independentes, de cada um dos quatro modelos, não estão correlacionadas umas com as outras visto que o VIF obteve resultados muito inferiores a 10 em cada. Todos os modelos apresentam

erros não normais, no entanto os erros não estão autocorrelacionados. O modelo 2 é o único que contém erros heterocedásticos.

Tabela 57 - Coeficientes Beta das variáveis do modelo 5

Modelo	Variável dependente	Variáveis independentes	Coeficiente Beta	Sig.
5	Consumo gás m3 normalizado	Chiller recupera Calor	-0,697	<0,001
		Nº Pisos	0,56	<0,001
		Orientação Sul	-0,466	<0,001

O modelo 5 apresenta o valor 0,641 para R^2 ajustado. Apresenta erros heterocedásticos e não normais. No entanto, a estatística de teste demonstrou que os erros do modelo não estão autocorrelacionados.

Tabela 58 - Coeficientes Beta das variáveis dos modelos 6, 7 e 8

Modelo	Variável dependente	Variáveis independentes	Coeficiente Beta	Sig.
6	Gasto gás €	Caldeira efetua aquecimento	0,472	<0,001
		Chiller recupera calor	-0,405	<0,001
7	Gasto gás €	Chiller Recupera Calor	-0,61	<0,001
		Nº Pisos	0,386	<0,001
8	Consumo de gás m3	Orientação norte	0,741	<0,001
		Instalação Isolada	0,603	<0,001
		Orientação Este	0,322	<0,001

O modelo com maior valor de R^2 ajustado é o 6, no entanto tanto o 7 como o 8 apresentam valores muito aproximados. O modelo 7 apresenta heterocedasticidade nos erros e apenas o modelo 8 contém erros considerados normais. Em adição, os erros destes modelos não estão autocorrelacionados.

Através da análise dos coeficientes Beta foi possível retirar algumas conclusões:

1. Quando o equipamento Chiller efetua a recuperação de calor e, portanto, é utilizado como mecanismo de aquecimento do ar dos clubes, o consumo de gás, tanto em m3 como em euros, diminui;
2. A utilização da caldeira como mecanismo de aquecimento do ar, evidencia uma relação positiva com os gastos e consumos de gás. Ou seja, os clubes que utilizam este mecanismo de aquecimento aumentam os consumos e gastos de gás;
3. As condições dos depósitos de AQS evidenciam uma relação com os consumos de gás, mas de forma inversa. Ou seja, quanto melhores as condições dos depósitos, menores são os consumos de gás;
4. Também o número de pisos é uma variável com influência nos consumos, sendo que, quanto maior o número de pisos existente, maiores são os valores de consumo registados;
5. A orientação do edifício também parece influenciar nos consumos e gastos energéticos. Dependendo da orientação o edifício pode registar menores ou maiores gastos. A orientação a sul foi a que evidenciou melhores resultados, ou seja, os edifícios com esta característica registam menores consumos de gás. Pelo contrário, edifícios com frente

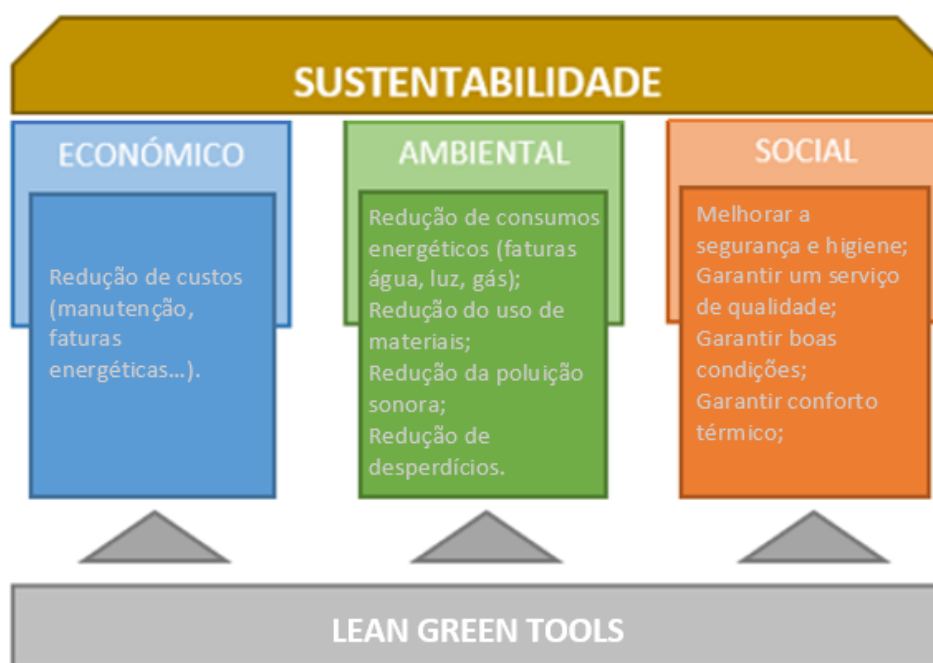
voltada a norte registam consumos mais elevados. A orientação a este também tem relação positiva com os consumos.

6. O tipo de instalação apresentada também registou uma relação positiva nos consumos. Quando a instalação é isolada (não está integrada noutra instalação) os consumos e gastos de gás são mais elevados.

4.2.1. Apresentação do modelo conceptual

Dadas todas as limitações sentidas na compilação dos dados e os consequentes resultados estatísticos obtidos, foi impossível apresentar um modelo totalmente baseado nestes resultados. Nesse sentido, optou-se pela criação de um modelo conceptual para avaliar o nível de sustentabilidade de um *Health Club*. Apesar de alguns resultados da análise estatística não terem sido consistentes e não terem evidenciado nenhuma relação, construiu-se o modelo conceptual para avaliar o nível de sustentabilidade de um edifício no setor do fitness, com o auxílio do estudo bibliográfico realizado. Desta forma, será apresentado o modelo construído através da junção dos conhecimentos adquiridos na parte teórica e na parte prática do estudo. Como já foi referido, este é apenas um modelo conceptual e, nesse sentido, necessita de trabalhos e investigação futura para a sua implementação. A figura 42 apresenta um esquema explicativo do modelo conceptual construído.

Figura 42 - Modelo conceptual para avaliar o nível de sustentabilidade de um *Health Club*



A sustentabilidade assenta em três pilares, o económico, o ambiental e o social. Nesse sentido, para avaliar o nível de sustentabilidade de um *Health Club*, considerou-se fundamental ter em conta estes três pilares. Para a mensuração de cada um destes três pilares, propõe-se ainda a adoção da filosofia *Lean* através das suas ferramentas e metodologias. Além disso, e dada a vertente sustentável deste modelo, é ainda importante agregar à filosofia *Lean*, o conceito *Green*. Esta

adjuvante, confere uma abordagem que procura reduzir os impactos ambientais ao mesmo tempo que garante estabilidade financeira da organização.

A decisão dos temas a incluir e ponderações a atribuir ao modelo conceptual foram definidas através de um confronto entre algumas considerações retiradas da análise estatística e da revisão bibliográfica. Nesse sentido, os temas que evidenciaram ter alguma influência nos consumos, através da análise estatística realizada, foram incluídos no modelo conceptual. Sejam eles:

- Orientação do edifício;
- Tipo de instalação;
- Condições dos Depósitos de AQS;
- Recuperação de Calor por parte dos equipamentos.

Apesar dos restantes temas, não terem evidenciado uma relação com os consumos energéticos, alguns foram, ainda assim, incluídos no modelo. Isto porque, na revisão bibliográfica efetuada aos MASC verificou-se a importância da sua inclusão. Sejam eles:

- Qualidade da iluminação natural;
- Tipos de lâmpadas;
- Controlo de intensidade de iluminação;
- Sensores de movimento em WC;
- Mecanismo de acionamento das torneiras;
- Gestão de manutenções preventivas;
- Instalação de painéis solares.

Outros temas foram considerados para o modelo, dada a importância que têm na eficiência energética comprovada pela sua inclusão nos certificados energéticos de cada edifício. Nesse sentido, achou-se que a sua inclusão no modelo é, de facto, imprescindível. São eles:

- Coeficientes de Transmissão Térmica (CTT);

Apesar de, no estudo estatístico realizado, não existir evidência da relação dos CTT com os consumos energéticos, a verdade é que estes influenciam a eficiência energética de um edifício. A prova disso é a inclusão deste coeficiente nos certificados energéticos dos clubes. Por esta razão optou-se por considerar o CTT no modelo sendo que os valores mais baixos perfazem soluções mais eficientes.

- Tipos de lâmpadas.

Os tipos de lâmpadas existentes nos seis clubes são de dois tipos: fluorescente ou LED. No entanto, a opção por lâmpadas LED é uma escolha mais sustentável já que, são mais duradouras, consomem menos energia elétrica e não emitem raios ultravioleta ao contrário das fluorescentes.

Existem ainda, outros temas que foram incluídos, dada a sua relação notória com a vertente ambiental como é o caso de:

- Emissões de CO₂;

- Consumo de água;
- IEE;
- IEER;
- Contributo das Energias Renováveis.

Os temas da vertente social foram definidos criados conforme a opinião dos sócios, ou seja, à medida que os sócios referenciavam a sua opinião sobre eles. No total foram definidos 18 temas diferentes.

Ponderações das vertentes e temas

Optou-se por proceder à junção da vertente ambiental e económica, porque as variáveis recolhidas foram as mesmas. Esta opção foi tomada para evitar a sobrevalorização, já que as variáveis identificadas em ambas, coincidem. A atribuição da ponderação seguiu a ideologia dos MASC estudados. Nem todos os métodos têm um sistema baseado no *triple bottom line* e nem sempre foi possível chegar às ponderações de cada método. Nesse sentido, as ponderações foram definidas segundo o método DGNB, que têm claramente definidas as ponderações de cada uma das vertentes sustentáveis. As ponderações atribuídas às vertentes encontram-se na tabela 59.

Tabela 59- Ponderações das vertentes do modelo construído

Vertente	Ponderação
Social	30%
Ambiental e Económica	70%

A atribuição das ponderações, a cada tema, foi realizada de forma equitativa, exceto em três deles por se considerar terem mais impacto na performance sustentável, segundo o estudo bibliográfico realizado. As ponderações podem ser consultadas na tabela 60.

Tabela 60 - Ponderações dos temas da vertente ambiental e económica, do modelo construído

Tema	Ponderação
Orientação do Edifício	5%
Tipo de Instalação	5%
Gestão de Manutenções preventivas	5%
Qualidade da iluminação Natural	5%
Tipos de lâmpadas	5%
Controlo de intensidade de iluminação	5%
Sensores de movimento em WC	5%
Mecanismo de acionamento de torneiras	5%
Condições dos Depósitos de AQ5	5%
CTT Paredes	5%
CTT Coberturas	
CTT Pavimentos	
CTT Pontes Térmicas	
CTT Vãos Envidraçados	10%
Instalação de painéis solares	

Emissões do CO2	10%
Consumo de água	10%
IEE	5%
IEER	5%
Contributo das Energias renováveis	5%
Recuperação de Calor	5%

Para atribuir ponderações aos temas da vertente social, optou-se por verificar a percentagem de vezes que cada tema foi mencionado pelos sócios tendo em conta o total de opiniões emitidas em todos os temas. Essa percentagem foi utilizada como ponderação de cada vertente como mostra a tabela 61.

Tabela 61 - Ponderações da vertente social do modelo construído

Tema	Ponderação	Nº de opiniões
Serviço	17,13%	279
Saúde e Segurança	6,14%	100
Conforto térmico	3,68%	60
Limpeza	13,93%	227
Ruído	1,72%	28
Qualidade do Ar	1,29%	21
Qualidade da Água	0,18%	3
Odores	1,29%	21
Mobilidade Reduzida	0,25%	4
Horários	8,41%	137
Aulas	15,04%	245
Funcionários	13,63%	222
Iluminação	0,25%	4
Internet	1,35%	22
Estacionamento	1,17%	19
Equipamentos	9,76%	159
Preocupação Ambiental	0,80%	13
Manutenção	3,99%	65
Total	100%	1629

Depois de definidos os temas e pontuações foi possível criar o modelo proposto. A tabela 62 apresenta o esquema criado, assim como os pontos a atribuir a cada tema e as ponderações dos temas e vertentes.

Tabela 62 - Modelo Construído

Ponderação da Vertente	Vertente	Ponderação do Tema	Tema	Característica	Pontos a atribuir
70%	Económica e Ambiental	5%	Orientação do Edifício	Norte	1
				Oeste	2
				Este	3

Ponderação da Vertente	Vertente	Ponderação do Tema	Tema	Característica	Pontos a atribuir
				Sul	4
		5%	Tipo de Instalação	Isolada	1
				Integrada	4
		5%	Gestão de Manutenções preventivas	Anual	1
				Semestral	2
				Trimestral	3
				Mensal	4
		5%	Qualidade da iluminação Natural	Nenhuma	0
				Fraca	1
				Média	2
				Boa	3
				Excelente	4
		5%	Tipos de lâmpadas	Fluores >90% + LED	1
				Fluores >50% + LED	2
				Fluores + LED >50%	3
				Fluores + LED >90%	4
		5%	Controlo de intensidade de iluminação	Não	0
				Sim	4
		5%	Sensores de movimento em WC	Não	0
				Sim	4
		5%	Mecanismo de acionamento de torneiras	Manual	0
				Temporizado	0
				Sensor	4
		5%	Condições dos Depósitos de AQS	Fracas	1
				Médias	2
				Boas	3
				Excelentes	4
		5%	Média da pontuação obtida nos CTT. Se o clube não possuir pontes térmicas ou coberturas, a média não deve ter em conta a sua existência como indicador.	CTT Paredes	≥1,34 1
					<1,34 e ≥1,023 2
					<1,023 e ≥0,588 3
					<0,588 4
				CTT Coberturas	≥1,198 1
					<1,198 e ≥0,57 2
					<0,57 e ≥0,49 3
					<0,49 4
				CTT Pavimentos	≥2,93 1
					<2,93 e ≥1,46 2
					<1,46 e ≥0,85 3
					<0,85 4
				CTT Pontes Térmicas	≥2,51 1
					<2,51 e ≥0,58 2

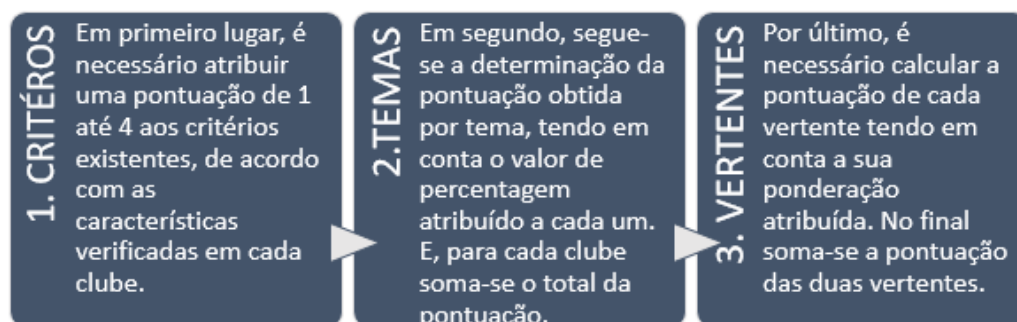
Ponderação da Vertente	Vertente	Ponderação do Tema	Tema	Característica	Pontos a atribuir
30%	Vertente Social			<0,58 e ≥0,52	3
				<0,52	4
		10%	Instalação de painéis solares	CTT Vãos Envidraçados	1
				≥3,75	2
				<3,75 e ≥3,3	3
				<3,3 e ≥2,625	4
				<2,625	4
		10%	Emissões do CO2	Sim	4
				Não	0
		10%	Consumo de água	≥283655,4	1
				<283655,4 e ≥127637,4	2
				<127637,4 e ≥102989,3	3
				<102989,3	4
		10%	IEE	≥7582,86	1
				<7582,86 e ≥7225,09	2
				<7225,09 e ≥6038,65	3
				<6038,65	4
		5%	IEER	≥650,55	4
				<650,55 e ≥548,85	3
				<548,85 e ≥432,4	2
		5%	Contributo das Energias renováveis	<432,4	1
				≥42,55	4
				<42,55 e ≥22,565	3
		5%	Recuperação de Calor	<22,565 e ≥12,975	2
				<12,975	1
				≥0,2425	4
				<0,2425 e ≥0,11	3
		5%	Qualidade do Serviço	<0,11 e ≥0,0375	2
				<0,0375	1
				Não	0
		17,13%	Saúde e Segurança	Sim	4
				≤-19,75	1
				3,68%	Conforto térmico
				13,93%	Limpeza
				1,72%	Ruído
				1,29%	Qualidade do Ar

Ponderação da Vertente	Vertente	Ponderação do Tema	Tema	Característica	Pontos a atribuir
		0,18%	Qualidade da Água		
		1,29%	Odores		
		0,25%	Preocupação com a Mobilidade Reduzida		
		8,41%	Horários	>-6 e ≤-1	3
		15,04%	Aulas		
		13,63%	Funcionários		
		0,25%	Iluminação		
		1,35%	Internet		
		1,17%	Estacionamento		
		9,76%	Equipamentos	>-1	4
		0,80%	Preocupação Ambiental		
		3,99%	Manutenção		

Explicação do funcionamento do modelo

A figura 43, explica os passos necessários para calcular a pontuação final obtida por um edifício.

Figura 43 - Explicação do funcionamento do modelo conceptual construído



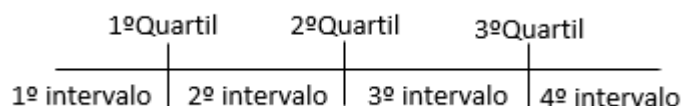
Para ser possível avaliar cada critério, numa escala de 1 até 4, foi necessário efetuar algumas conversões. Nesse sentido, seguem-se os procedimentos efetuados para efetuar essa conversão.

Como alguns dos temas encerram um valor quantitativo, foi necessário definir uma escala numérica para fazer um ranking de um até quatro, para avaliação. Nesse sentido, foram criados quatro intervalos numéricos seguindo os seguintes pressupostos:

- À semelhança de alguns MASC, onde se efetua a avaliação de um edifício pela comparação com os edifícios semelhantes existentes, também aqui se optou por proceder a uma avaliação comparativa entre os seis ginásios;

- Os intervalos foram construídos a partir do 1º, 2º e 3º quartil dos valores que cada clube tomou em relação a uma determinada característica. Os três quartis marcam a divisão entre os intervalos criando quatro patamares de avaliação como sugere a figura 44.

Figura 44 - Quartis de divisão de intervalos



Nestas condições estão os seguintes indicadores:

- Todos os CTT;
- Emissões de CO₂;
- Consumo de água;
- Indicador de Eficiência Energética;
- Indicador de Eficiência Energética Renovável;
- Contributo das Energias Renováveis.

No final, a pontuação obtida é convertida numa escala qualitativa segundo a tabela 63.

Tabela 63- Escala de classificação final do modelo conceptual construído

Pontuação	Classificação
[0;1[	Fraco
[1;2[	Médio
[2;3[	Bom
[3;4]	Excelente

Os seis clubes Solinca foram avaliados segundo o modelo construído. As pontuações, que estes obtiveram, para cada uma das vertentes encontram-se na tabela 64. Pela elevada extensão das tabelas excel que contém todos os cálculos, optou-se por apresentá-la no Apêndice D.

Tabela 64 - Pontuações obtidas nas diferentes vertentes pelos clubes Solinca

Clube	PONTUAÇÃO VERTENTE	
	AMBIENTAL E ECONÓMICA	SOCIAL
Constituição	1,60125	0,42993
Foz	1,75	0,46125
Maia	1,00625	0,37968
Ermesinde	1,47	0,62481
Rio Tinto	1,456	0,51135
Lumiar	1,449	0,47469

Tendo em conta a percentagem atribuída a cada vertente, foi calculada a pontuação final de cada clube e atribuída a classificação qualitativa correspondente ao nível obtido. A tabela 65 apresenta a pontuação final e a classificação de cada clube.

Tabela 65 - Pontuações e classificações finais obtidas pelos clubes Solinca

Clube	Pontuação Final	Classificação
Constituição	2,03118	Bom
Foz	2,21125	Bom
Maia	1,38593	Médio
Ermesinde	2,09481	Bom
Rio Tinto	1,96735	Médio
Lumiar	1,92369	Médio

5. CONCLUSÃO

Neste último capítulo será realizada a conclusão de todo o estudo bem como apresentadas as limitações sentidas durante o mesmo e as propostas de melhoria para uma futura investigação.

5.1. Conclusões finais

A problemática da poluição ambiental está diretamente relacionada com as atividades humanas, que cada vez consomem mais recursos limitados para satisfazerem as necessidades ilimitadas do ser humano. Este comportamento tem-se refletido negativamente no planeta e traduz grandes alterações climáticas, escassez de recursos e degradação de ecossistemas naturais. Apesar dos esforços desenvolvidos, por diversos países, no sentido de incutir medidas sustentáveis para reverter esta situação, a verdade é que, a sustentabilidade é ainda uma utopia.

Neste sentido, todos os esforços são necessários e constituem uma mais-valia para escalar esta montanha, que tem a sustentabilidade como objetivo. O setor da construção não é exceção e deve ser tido em conta, já que é um grande consumidor de recursos.

Ao longo dos anos, foram surgindo vários métodos para avaliar e certificar os edifícios segundo uma perspetiva sustentável. Os países mais desenvolvidos foram criando as suas próprias métricas e abordagens sendo que atualmente existem inúmeros métodos disponíveis a nível global. Na presente dissertação foram estudados e analisados oito sistemas de avaliação e certificação: BREEAM, LEED, HQE, NABERS, CASBEE, DGNB, SBTool e Lider A. Esta análise, incidiu essencialmente no tipo de abordagem de cada método, suas categorias de avaliação, áreas, critérios, ponderações atribuídas e o modo de implementação.

Sendo que o grande objetivo, da presente dissertação de mestrado, era a criação de um modelo de avaliação da sustentabilidade em edifícios no setor do fitness, foi necessário direcionar o estudo para edifícios deste tipo. Para isso, foi realizada uma análise estatística, com o intuito de perceber quais as características que influenciam a sustentabilidade neste tipo de edifícios. Este estudo foi realizado em contexto de estágio curricular na rede Solinca, sendo necessário conhecer todos os métodos, processos e equipamentos fulcrais para o funcionamento destes clubes.

Dados os constrangimentos na recolha dos dados, que afetaram o estudo estatístico, não foi possível conceber o modelo inicialmente idealizado pelo que se optou apenas, pela construção de um modelo conceptual que carece, naturalmente, de trabalhos futuros para a sua implementação.

5.2. Limitações e investigação futura

Foram várias as limitações sentidas durante toda a investigação. A pandemia do COVID-19 dificultou o estudo no sentido em que os clubes estiveram fechados e, portanto, os valores faturados durante esses meses não são os de um clube normal em funcionamento. Também dificultou o contacto com os orientadores e limitou as reuniões presenciais que se tornam mais complicadas quando realizadas via *on-line*.

Por outro lado, o facto dos clubes não efetuarem o registo mensal dos valores de água e energia realmente consumidos enviesou o estudo. Para tentar ultrapassar essa problemática optou-se por

converter os valores em trimestre o que reduziu em parte a base de dados. Como sugestão para trabalhos futuros aponta-se, não só o registo dos valores realmente consumidos por mês como também alargar o número de dados para análise.

Outra das problemáticas identificadas, foi o reduzido número de clubes em estudo. Apenas 6 clubes foram disponibilizados para análise o que não contribuiu para identificar padrões em determinadas características. Algumas particularidades eram apenas observáveis em um dos clubes pelo que não se conseguiu encontrar relações entre os dados e essas características. Os clubes em estudo possuem várias características em comum, o que impossibilitou a comparação da eficiência em função de diferentes práticas. Como proposta de melhoria para possíveis investigações futuras, sugere-se o englobamento de todos os clubes.

Por fim, a última dificuldade sentida foi a impossibilidade de realizar um questionário direto aos sócios. A elaboração de um questionário que vá ao encontro das necessidades do presente estudo e que consiga avaliar efetivamente a parte social do *triple bottom line* é fundamental. Para tentar ultrapassar esta lacuna, recorreu-se ao NPS. No entanto, é de salientar que foi contabilizado um maior número de opiniões depreciativas do que valorativas. Muito provavelmente está relacionado com o facto dos comentários serem tecidos por vontade dos sócios que normalmente se pronunciam quando pretendem expressar uma reclamação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelaal, F., & Guo, B. H. W. (2021). Knowledge , attitude and practice of green building design and assessment : New Zealand case. *Building and Environment*, 201(May), 107960. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107960>
- Abualfaraa, W., Salonitis, K., Al-Ashaab, A., & Ala'raj, M. (2020). Lean-green manufacturing practices and their link with sustainability: A critical review. *Sustainability (Switzerland)*, 12(3), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su12030981>
- Afroz, Z., Gunay, H. B., & Brien, W. O. (2020). Energy & Buildings A review of data collection and analysis requirements for certified green buildings. *Energy & Buildings*, 226, 110367. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110367>
- Ageron, B., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2012). Sustainable supply management: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 168–182. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.007>
- Alhaddi, H. (2015). Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review. *Business and Management Studies*, 1(2), 6. <https://doi.org/10.11114/bms.v1i2.752>
- Ali, M., Miraj, P., & Windrayani, R. (2019). Stakeholders ' perspectives on green building rating : A case study in Indonesia. *Heliyon*, August 2018, e01328. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01328>
- Almeida, B. (2014). *Eficiência Energética em Complexos Desportivos: Complexo Olímpico de Piscinas de Coimbra*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra.
- Alwisy, A., Buhamdan, S., & Gül, M. (2018). Energy & Buildings Criteria-based ranking of green building design factors according to leading rating systems. *Energy & Buildings*, 178, 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.043>
- Antonio, S., & Sergio, G. (2020). *Green Building Rating Systems and the New Framework Level (s) : A Critical Review of Sustainability Certification within Europe*. 1–25.
- Awadh, O. (2017). Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. *Journal of Building Engineering*, 11(March), 25–29. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.03.010>
- Baird, G. (2015). Users ' perceptions of sustainable buildings e Key findings of recent studies. *Renewable Energy*, 73, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.04.004>
- Balabuch, P. (2017). Princípios e Filosofia Lean. In *Princípios e filosofia lean*. <https://doi.org/10.22533/at.ed.509170412>
- Baysan, S., Kabadurmus, O., Cevikcan, E., Satoglu, S. I., & Durmusoglu, M. B. (2018). A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. *Journal of Cleaner Production*, 211, 895–908. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.217>
- Bernardi, E., & Carlucci, S. (2017). *An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings*. 1–27. <https://doi.org/10.3390/su9071226>
- Bhattacharya, A., Nand, A., & Castka, P. (2019). Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117697. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117697>
- Bragança, L., & Guimarães, E. (2016). Introducing the Portuguese Sustainability Assessment Tool

- for Urban Areas: SBTool PT – Urban Planning. In *University of Minho, School of Engineering, Civil Engineering Department*.
- BRE Global Limited. (2020). *BREEAM In-Use International Technical Manual: Commercial*. https://files.bregroup.com/breeam/technicalmanuals/SD6063_BREEAM-In-Use-International_Commercial-Technical-Manual-V6.pdf
- Brown, A., Amundson, J., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: Application case studies. *Journal of Cleaner Production*, 85, 164–179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.101>
- Burroughs, S. (2017). Development of a Tool for Assessing Commercial Building Resilience. *Procedia Engineering*, 180, 1034–1043. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.263>
- Calixto, A. M. S. (2016). *Métodos de Avaliação da Sustentabilidade na Construção - Análise comparativa e aplicação a caso de estudo*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Carvalho, A. C. V., Granja, A. D., & da Silva, V. G. (2017). A systematic literature review on integrative lean and sustainability synergies over a building's lifecycle. *Sustainability (Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/su9071156>
- CASBEE. (2014). *CASBEE for Building* (Vol. 148, pp. 148–162).
- Choudhary, S., Nayak, R., Dora, M., Mishra, N., & Ghadge, A. (2017). An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the U.K. *Production Planning and Control*, 30(5–6), 353–368. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501811>
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). *Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company*. 001–012. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). *Investigação-Ação: Metodologia preferencial nas práticas educativas*. Universidade do Minho.
- Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013, Diário da República, 2.ª série — N.º 234 35088 (2013). <https://gestao.academiaadene.pt/download/pt/11-despacho-15793-d2013-fatores-de-conversao.pdf>
- DGNB. (2020). *DGNB System - Criteria Set for Buildings in use*.
- DGNB. (2021). *About us | DGNB System*. <https://www.dgnb-system.de/en/system/about-us/>
- Doan, D. T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. (2017). A critical comparison of green building rating systems. *Building and Environment*, 123, 243–260. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007>
- Escrivá-Escrivá, G. (2011). Basic actions to improve energy efficiency in commercial buildings in operation. *Energy and Buildings*, 43(11), 3106–3111. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.08.006>
- Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): Methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 85, 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>
- Fernandes, Á. M. V. (2013). *Métodos de avaliação da sustentabilidade das construções*.
- Ferreira, J., Pinheiro, M. D., & De Brito, J. (2014). Portuguese sustainable construction assessment tools benchmarked with BREEAM and LEED: An energy analysis. *Energy and Buildings*, 69(2014), 451–463. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.039>
- Freitas, I. A. S., & Zhang, X. (2018). Green building rating systems in Swedish market - A comparative analysis between LEED, BREEAM SE, GreenBuilding and Miljöbyggnad. *Energy*

- Procedia*, 153, 402–407. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.066>
- Gobbi, S., Puglisi, V., & Ciaramella, A. (2016). A rating system for integrating building performance tools in developing countries. *Energy Procedia*, 96(October), 333–344. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.156>
- Gui, X., & Gou, Z. (2020). Association between green building certification level and post-occupancy performance : Database analysis of the National Australian Built Environment Rating System. *Building and Environment*, 179(February), 106971. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106971>
- Gui, X., & Gou, Z. (2021). Understanding green building energy performance in the context of commercial estates : A multi-year and cross-region analysis using the Australian commercial building disclosure database. *Energy*, 222, 119988. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119988>
- Hall, S. (2014). Development and initial trial of a tool to enable improved energy & human performance in existing commercial buildings. *Renewable Energy*, 67, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.11.022>
- He, Y., Kvan, T., Liu, M., & Li, B. (2018). How green building rating systems affect designing green. *Building and Environment*, 133(November 2017), 19–31. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.007>
- HQE. (2015a). *Management System for Urban Planning Projects* (Vol. 33, Issue 0, pp. 1–43). <https://www.behqe.com/schemes-and-documents>
- HQE. (2015b). *Technical scheme for buildings in operation - Sustainable building* (Issue May, pp. 1–114). <https://www.behqe.com/schemes-and-documents>
- Hu, M. (2021). 2019 energy benchmarking data for LEED-certified buildings in Washington , D . C . : Simulation and reality. *Journal of Building Engineering*, 42(March), 102475. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102475>
- Ismaeel, W. S. E. (2018). Midpoint and endpoint impact categories in Green building rating systems. *Journal of Cleaner Production*, 182, 783–793. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.217>
- Ismaeel, W. S. E. (2019). Drawing the operating mechanisms of green building rating systems. *Journal of Cleaner Production*, 213, 599–609. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.115>
- Janjua, S. Y., Sarker, P. K., & Biswas, W. K. (2020). Development of triple bottom line indicators for life cycle sustainability assessment of residential bulidings. *Journal of Environmental Management*, 264(January), 110476. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110476>
- Kaizen Institute. (2021). *What is KAIZEN™*. Kaizen Institute. <https://pt.kaizen.com/o-que-e-kaizen.html>
- Khalim, A., Rashid, A., Nurhidayah, S., & Manan, A. (2009). Development of Rating System For Sustainable Building In Malaysia. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 5(3), 260–272.
- Khan, I. S., Ahmad, M. O., & Majava, J. (2021). Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126655. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126655>
- Kimsey, D. B. (2010). Lean Methodology in Health Care. *AORN Journal*, 92(1), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2010.01.015>

- Lee, D., Dixon, I., Dunn, T., & Donovan, C. (2017). Life cycle cost comparison of a high NABERS performing commercial building. *Procedia Engineering*, 180, 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.190>
- Lee, W. L., & Burnett, J. (2008). Benchmarking energy use assessment of HK-BEAM, BREEAM and LEED. *Building and Environment*, 43(11), 1882–1891. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.11.007>
- Leong, W. D., Lam, H. L., Ng, W. P. Q., Lim, C. H., Tan, C. P., & Ponnambalam, S. G. (2019). Lean and Green Manufacturing—a Review on its Applications and Impacts. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 3(1), 5–23. <https://doi.org/10.1007/s41660-019-00082-x>
- Li, W., Fang, G., & Yang, L. (2021). The effect of LEED certification on office rental values in China. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 45(December 2020), 101182. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101182>
- Lider A. (2021). *LiderA – Sistema de avaliação da sustentabilidade*. <http://www.lidera.info/?p=MenuPage&MenuId=29>
- Liu, C., Wang, F., & MacKillop, F. (2020). A critical discussion of the BREEAM Communities method as applied to Chinese eco-village assessment. *Sustainable Cities and Society*, 59(June 2019), 102172. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102172>
- López, C. D., Carpio, M., & Martín-morales, M. (2019). A comparative analysis of sustainable building assessment methods. *Sustainable Cities and Society*, 49(May), 101611. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101611>
- Maroco, J. (2007). Análise Estatística com SPSS. In *Edições Sílabo*.
- Mateus, R., & Bragança, L. (2010). *Sustainability assessment of an affordable residential building using the SBTool PT approach* (pp. 581–588).
- Mattoni, B., Guattari, C., Evangelisti, L., Bisegna, F., Gori, P., & Asdrubali, F. (2018). Critical review and methodological approach to evaluate the differences among international green building rating tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(July 2017), 950–960. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.105>
- Mcarthur, J. J., & Powell, C. (2020). Health and wellness in commercial buildings : Systematic review of sustainable building rating systems and alignment with contemporary research. *Building and Environment*, 171(August 2019), 106635. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106635>
- Mohan Sharma, K., & Lata, S. (2018). Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4678–4683. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.039>
- NABERS. (2019). <https://www.nabers.gov.au/about/what-nabers>
- Pai, V., & Elzarka, H. (2021). Whole building life cycle assessment for buildings : A case study ON HOW to achieve the LEED credit. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126501. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126501>
- Payyanapotta, A., & Thomas, A. (2020). An analytical hierarchy based optimization framework to aid sustainable assessment of buildings. *Journal of Building Engineering*, October, 102003. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.102003>
- Pinheiro, M. D. (2011). *LiderA - Apresentação Geral* (p. 48).
- Powell, D. J. (2018). Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 140–143. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.248>

- Ramos, A., Pimentel, C., Dias, R., & Matias, J. (2019). Lean Tools Contribution to Sustainability Outcomes: Insights from a Set of Case Studies. In *Lean Engineering for Global Development*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7>
- Residovic, C. (2017). The New NABERS Indoor Environment tool – the next frontier for Australian buildings. *Procedia Engineering*, 180, 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.189>
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review. *7th International Technical Conference TECHNOLOGICAL FORUM 2016, June*, 135–139. <https://www.researchgate.net/publication/308171328>
- Sajan M.P, Shalij P.R, Ramesh A, B. A. P. (2017). Lean manufacturing practices in Indian manufacturing SMEs and their effect on sustainability performance. *Manufacturing Technology Management*, 34(1), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2016-0188>
- Salami, S. F., Isah, A. D., & Muhammad, I. B. (2021). Critical indicators of sustainability for mixed-use buildings in Lagos , Nigeria. *Environmental and Sustainability Indicators*, 9(December 2020), 100101. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100101>
- Schillig, R., Stock, T., & Müller, E. (2015). Energy value-stream mapping a method to visualize waste of time and energy. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 459, 609–616. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22756-6_74
- Seinre, E., Kurnitski, J., & Voll, H. (2014). Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM. *Building and Environment*, 82, 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.08.005>
- Shamseldin, A. K. M. (2018). Including the building environmental efficiency in the environmental building rating systems. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 455–468. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.02.006>
- Shan, M., & Hwang, B. (2018). Green building rating systems : Global reviews of practices and research efforts. *Sustainable Cities and Society*, 39(October 2017), 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.034>
- Siegel, R., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Cherrafi, A., & Lameijer, B. (2019). Integrated green lean approach and sustainability for SMEs: From literature review to a conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118205>
- Silva, A., Sá, J. C., Santos, G., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Pereira, M. T. (2021). A comparison of the application of the smed methodology in two different cutting lines. *Quality Innovation Prosperity*, 25(1), 124–149. <https://doi.org/10.12776/QIP.V25I1.1446>
- Silva, S., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Santos, G. (2020). Lean Green—The Importance of Integrating Environment into Lean Philosophy—A Case Study. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 122, 211–219. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41429-0_21
- Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1153–1162. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Song, M. H., & Fischer, M. (2020). Daily plan-do-check-act (PDCA) cycles with level of development (LOD) 400 objects for foremen. *Advanced Engineering Informatics*, 44(March), 101091. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101091>
- Teixeira, P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Santos, G., & Fontoura, P. (2021). Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model. *Journal of Cleaner*

- Production*, 322(March). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129047>
- U.S. Green Building Council. (2020). *LEED v4.1 Building Design and Construction*.
- Varma, C. R. S., & Palaniappan, S. (2019). Comparision of green building rating schemes used in North America , Europe and Asia. *Habitat International*, 89(May), 101989. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.05.008>
- Vaz, E., Vieira De Sá, J. C., Santos, G., Correia, F., & Ávila, P. (2021). The value of TPM for Portuguese companies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/jqme-12-2020-0121>
- Wei, W., Wargocki, P., Zirngibl, J., Bendžalová, J., & Mandin, C. (2020). Energy & Buildings Review of parameters used to assess the quality of the indoor environment in Green Building certification schemes for offices and hotels. *Energy & Buildings*, 209, 109683. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109683>
- Wen, B., Musa, N., Chuen, C., Ramesh, S., Liang, L., Wang, W., & Star, G. (2020). Evolution of sustainability in global green building rating tools. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120912. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120912>
- World Business Council for Sustainable Development. (2010). *Visão 2050: A nova agenda para as empresas*. <http://www.wbcsd.org/vision2050.aspx>
- World Commission on Environment and Development. (1987). Our Common Future. In *World Commission on Environment and Development* (Vol. 4, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- World Green Building Council. (2016). *The benefits of green buildings*. <https://www.worldgbc.org/benefits-green-buildings>
- Wu, L., Subramanian, N., Abdulrahman, M. D., Liu, C., Lai, K. hung, & Pawar, K. S. (2015). The impact of integrated practices of lean, green, and social management systems on firm sustainability performance-evidence from Chinese fashion auto-parts suppliers. *Sustainability (Switzerland)*, 7(4), 3838–3858. <https://doi.org/10.3390/su7043838>
- Yu, W., Li, B., Yang, X., & Wang, Q. (2015). A development of a rating method and weighting system for green store buildings in China. *Renewable Energy*, 73, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.06.013>
- Zarghami, E., Fatourehchi, D., & Karamloo, M. (2019). Establishing a region-based rating system for multi-family residential buildings in Iran : A holistic approach to sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 50(May), 101631. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101631>
- Zhang, C., Cui, C., Zhang, Y., Yuan, J., Luo, Y., & Gang, W. (2019). *Energy & Buildings A review of renewable energy assessment methods in green building and green neighborhood rating systems*. 195, 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.04.040>

APÊNDICE A

Solinca Classic Constituição								
Central Térmica	Descritivo		Qtd.	Set-Point (°c)	Potência (K'wH)	Capacidade (m3)	Total capacidade (m3)	
	AQS	Depósitos	1	60	-	6	6	
		Depósitos Painéis Solares	1	-	-	2	2	
		Depósito Chiller	0	-	-	-	-	
	AFS	Depósito AFS	1	-	-	6	6	
		Piscina	1	30	-	160	160	
	Jacuzzi	Tanque compensação	1	-	-	10	10	
		Jacuzzi	1	31	-	1,5	1,5	
		Tanque compensação	1	-	-	1,2	1,2	
		Caldeiras	3	80	90	-	-	
Chiller		0	-	-	-	-		
Painéis Solares		25	-	-	-	-		
Tratamento de ar	Descritivo		Qtd.	Set-Point (°c)	Potência Insuflação	Potência Extração	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
	UTAS	Estúdio BM	1	22	2,4	2,4	4000	4000
		Estúdio PT	1	20	2,4	2,4	5000	5000
		Estúdio RPM	1	19	2,4	2,4	5500	5500
		Estúdio LMI	1	20	2,5	2,5	3500	3500
		Estúdio LMI II	1	20	2,5	2,5	3500	3500
		Sala Cardio	1	19	3,6	3,6	7600	5500
		Banheiro Feminino	1	23	4,4	2,9	5000	6000
		Banheiro Masculino	1	23	4,4	2,9	5000	6000
	Desumidificador		1	26	Potência Aquecimento	Potência Arrefecimento	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
Rooftop		0	-	46	23	5000	5000	
Geral	Área útil		2756,46					
	Horas funcionamento		408					
	Duração Estação Aqueciment		6,2					
	Emissões CO2		275,3					
	Iluminação		LED e Fluorescente					

Solinca Classic Foz								
Central Térmica	Descritivo		Qtd Set-Point (°c)		Potência (K'wH)	Capacidade (m3)	Total capacidade (m3)	
	AQS	Depósitos	3	60	-	2	6	
		Depósitos Painéis Sola	1	máx 90		2	2	
		Depósito Chiller	-	-		-	-	
	AFS	Depósito AFS	3	-		2	6	
	Piscina	Piscina	1	30		160	160	
		Tanque compensação	1	-		10	10	
	Jacuzzi	Jacuzzi	1	31		1,5	1,5	
		Tanque compensação	1	-		1,2	1,2	
		Caldeiras		1		70	459	
	Chiller		0	-		-	-	-
	Painéis Solares		26	-	-			
Tratamento de ar	Descritivo		Qtd Set-Point (°c)		Potência Insuflação	Potência Extração	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
	UTAS	Estúdio BM	1	22	3	1,5	9700	9700
		Estúdio RPM	1	19	3	1,5	6500	6500
		Estúdio LM	1	20	3	1,5	6500	6500
		Estúdio PT	1	20	3	1,5	5200	5200
		Sala Cardio	1	19	4,7	2,83	5000	5000
		Sala Cardio	1	19	4,7	4,7	6500	6500
		Banheiros	1	23	2,25	1,7	7200	7200
		Banheiros	1	23	2,25	1,7	5550	5550
		Corredores (UTAN)	1	22	3	1,65	5900	5900
	Desumidificador		1	26	Potência Aquecimento	Potência Arrefecimento	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
				42+55	32	6500	10000	
Geral	Rooftop		-	-	-	-	-	-
	Área útil	3020,7						
	Horas funcior	408						
	Duração Estação Aquecimento	6,2						
	Emissões CO	229,8						
	Iluminação	LED e Fluorescente						

Solinca Classic Maia								
Descritivo			Qtd.	Set-Point (°c)	Potência (Kw/h)	Capacidade (m3)	Total capacidade (m3)	
Central Térmica	AQS	Depósitos	2	60	-	2	4	
		Depósitos Painéis Solares	0	-	-	-	-	
		Depósito Chiller	0	-	-	-	-	
	AFS	Depósito AFS	0	-	-	-	-	
		Piscina	1	30	-	120	120	
	Jacuzzi	Tanque compensação	1	-	-	10	10	
		Jacuzzi	1	31	-	1,5	1,5	
		Tanque compensação	1	-	-	1	1	
		Caldeiras	2	80	65	-	-	
		Chiller	1	9	104	-	-	
Painéis Solares	0	-	-	-	-			
Descritivo			Qtd.	Set-Point (°c)	Potência Insuflação	Potência Extração	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
Tratamento de ar	UTAS	Estúdio BM	0	-	-	-	-	-
		Estúdio RPM	1	19	0,65	0,65	740	740
		Estúdio LM	0	-	-	-	-	-
		Sala Cardio	0	-	-	-	-	-
		Balneários	1	23	2,5	2,5	6000	5200
		Piscina	1	26	4,6	3,5	8000	10000
	Desumidificador		0	-	-	-	-	-
	Rooftop		1	-	3,9	3,9	4850	4850
Geral	Área útil	3295						
	Horas funcionamento	408						
	Duração Estação Aquecimento (meses)	6,2						
	Emissões CO2	221						
	Iluminação	LED e Fluorescente						

Solinca Classic Ermesinde								
Central Térmica	Descritivo		Qtd.	Set-Point (°c)	Potência (Kw/H)	Capacidade (m3)	Total capacidade (m3)	
	AQS	Depósitos	1	60	-	5	5	
		Depósitos Painéis Solares	0	-	-	-	#VALOR!	
		Depósito Chiller	1	45	-	1,5	1,5	
	AFS	Depósito AFS	1	-	-	3,5	3,5	
		Piscina	1	30	-	115,2	115,2	
	Jacuzzi	Tanque compensação	1	-	-	10	10	
		Jacuzzi	1	31	-	1,5	1,5	
		Tanque compensação	1	-	-	1	1	
	Caldeiras		2	80	65	-	-	
Chiller		1	9	297	-	-		
Painéis Solares		0	-	-	-	-		
Tratamento de ar	Descritivo		Qtd.	Set-Point (°c)	Potência Insuflação	Potência Extração	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
	UTAS	Estúdio BM	1	22	1,1	0,75	33636	39510
		Estúdio RPM	1	19	1,1	0,75		
		Estúdio LM	2	20	1,1	0,75		
		Sala Cardio	2	19	3	1,5		
		Balneários	1	26	1,5	1,1		
		Piscina	1	26	3	1,5		
	Desumidificador		0	-	-	-	-	-
	Rooftop		-	-	-	-	-	-
Geral	Área útil	2376						
	Horas funcionamento mensais	408						
	Duração Estação	6,2						
	Emissões CO2	237,9						
	Iluminação	LED e Fluorescente						

Solínca Classic Rio Tinto								
Central Térmica	Descritivo		Qtd.	Set-Point (°C)	Potência (Kw/h)	Capacidade (m3)	Total capacidade (m3)	
	AQS	Depósitos	4	60	-	2	8	
		Depósitos Painéis Sola	0	-	-	-	-	
		Depósito Chiller	0	-	-	-	-	
	AFS	Depósito AFS	1	-	-	68	68	
	Piscina	Piscina	1	30	-	160	160	
		Tanque compensação	1	-	-	10	10	
	Jacuzzi	Jacuzzi	1	31	-	1,5	1,5	
		Tanque compensação	2	-	-	1	2	
	Caldeiras		2	80	254,5	-	-	
Chiller		1	9	379	-	-		
Painéis Solares		0	-	-	-	-		
Tratamento de ar	Descritivo		Qtd.	Set-Point (°C)	Potência Insuflação	Potência Extração	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
	UTAS	Estúdio BM	1	22	2,5	2,5	3300	3200
		Estúdio RPM	1	19	2,5	2,5	3300	3200
		Estúdio LM I	1	20	2,5	2,5	3300	3200
		Estúdio LM II	1	20	2,5	2,5	3300	3200
		Estúdio PT	1	20	2,5	2,5	3300	3200
		Sala Cardio	1	21	5,2	3,5	15000	15000
		Sala Cardio	1	21	5,2	3,5	15000	15000
		Balneários Femininos	1	23	2,5	2,5	3300	3200
		Balneários Masculinos	1	23	2,5	2,5	3300	3200
		Balneários Infantis	1	24	2,5	2,5	3300	3200
		Geral (UTAN)	1	22	2,4	2,4	4150	4150
	Desumidificador		1	26	Potência Aquecimento	Potência Arrefecimento	Caudal Extração (m3/h)	Caudal Insuflação (m3/h)
	Rooftop		0	-	77.53,7	41,3	10000	10000
Geral	Área útil (m2)		4943,43					
	Horas funcion		408					
	Duração Estação Aquecimento		6,2					
	Emissões CO		258,8					
	Iluminação		LED e Fluorescente					

APÊNDICE B

Clubes	Área	Nº Pisos	Localização		Idade	Horas funcionamento (mês)	Estação Aquecimento (meses)
			Norte	Lisboa			
Constituição	2756	3	1	0	4	408	6,2
Foz	3021	3	1	0	5	408	6,2
Maia	3295	2	1	0	5	408	6,2
Ermesinde	2376	3	1	0	5	408	6,2
Rio Tinto	4943	4	1	0	4	408	6,2
Lumiar	3839	4	0	1	3	408	6,2

Clubes	Orientação do Edifício					Instalação Isolada		Altitude	Graus-dia
	SemO	Norte	Sul	Este	Oeste	Sim	Não		
Constituição	0	1	0	0	0	0	1	97	1255
Foz	0	0	0	0	1	1	0	44	1170
Maia	1	0	0	0	0	0	1	56	1189
Ermesinde	1	0	0	0	0	0	1	100	1260
Rio Tinto	0	0	1	0	0	1	0	95	1252
Lumiar	0	0	0	1	0	0	1	90	1039

Clubes	IEE	IEER	Contributo ER	Nº Funcionários	Man. Preventivas		
					Mensal	Trimestral	Semestral
Constituição	635,6	22,4	0,07	13	1	0	0
Foz	473	227	0,46	13	1	0	0
Maia	439,4	0	0	13	1	0	0
Ermesinde	695,4	57,1	0,17	13	1	0	0
Rio Tinto	411,4	37,7	0,15	13	1	0	0
Lumiar	624,7	17,3	0,05	15	1	0	0

Clubes	Iluminação Natural					Tipos de lâmpadas			
	Nenhuma	Fraca	Média	Boa	Excelente	Fluores >90% + LED	Fluores >50% + LED	Fluores + LED >50%	Fluores + LED >90%
Constituição	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Foz	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Maia	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Ermesinde	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Rio Tinto	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Lumiar	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Clubes	Controlo Intensidade		Sensores Movimento		Interruptores ou QE?		Controlo Água	
	Sim	Não	Sim	Não	Interruptores	QE	Manual Temporizado	Sensor
Constituição	0	1	0	1	0	1	1	0
Foz	0	1	0	1	0	1	1	0
Maia	0	1	0	1	0	1	1	0
Ermesinde	0	1	0	1	0	1	1	0
Rio Tinto	0	1	0	1	0	1	1	0
Lumiar	0	1	0	1	0	1	1	0

Clubes	Condições Canalizações água				Condições Depósitos AQS				Condições Depósitos AFS			
	Excelentes	Boas	Médias	Fracas	Excelentes	Boas	Médias	Fracas	Excelentes	Boas	Médias	Fracas
Constituição	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Foz	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Maia	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Ermesinde	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Rio Tinto	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Lumiar	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Clubes	Aquecimento Ar				Arrefecimento Ar		Aquecimento AQS		
	Caldeira	Desumidificadora	Rooftop	Chiller	Desumidificadora	Chiller	Caldeira	Painéis	Chiller
Constituição	1	1	0	0	1	0	1	1	0
Foz	1	0	0	0	1	0	1	1	0
Maia	0	0	1	0	0	1	1	0	0
Ermesinde	0	0	0	1	0	1	0	0	1
Rio Tinto	1	1	0	0	1	1	1	0	0
Lumiar	1	0	0	0	0	1	1	1	0

Clubes	Potência contratada				Paredes		Coberturas		Pavimentos		Pontes Térmicas		Vãos Envidraçados		
	ND	<200	200-300	>300	Área	CTT	Área	CTT	Área	CTT	Área	CTT	Área	CTT	FS
Constituição	0	1	0	0	244,3	1,018571	0		1239,5	3,315	37	2,51	187,2	3,3	0,325
Foz	0	0	0	1	733	0,51	1498,2	0,5175	1535,7	1,685	0		258,5	2,7	0,75
Maia	0	1	0	0	424,7	1,765	1562	0,57	1182	1	0		1	3,9	0
Ermesinde	1	0	0	0	1017	1,194286	842	0,455	37	2,8	0		65,5	2,4	0,5
Rio Tinto	0	1	0	0	698,5	1,026667	1287,4	0,806667	1252,4	0,395	300,6	0,52	131,1	3,3	0,56
Lumiar					1385,3	0,614444	1637,4	1,59	872,5	1,235	11,9	0,58	974,9	3,7	0,26

Clubes	Sistema Solar Fotovoltaico			Caldeira		UTA			
	P. instalada	Qtd	Prod	P. instalada	Desempenho	P. Insuflação	P. Extração	C. insuflação	C. extração
Constituição	59,25	25	1040	270	0,99	24,6	21,6	39000	39100
Foz	65,3	26	839	459	1,06	28,9	18,58	5805	5805
Maia	0	0	0	130	0,95	11,65	10,55	20790	19590
Ermesinde	0	0	0	0	0	10,8	6,35	33636	39510
Rio Tinto	0	0	0	509	0,98	34,08	24,4	70850	68200
Lumiar	50	25		570	0,95	31,7	26,8	69900	72600

Clubes	Chiller				Desumidificadora				Rooftop			
	P. Arrefecimento	P. Aquecimento	D. Arrefecimento	D. Aquecimento	P. Aquecimento	P. Arrefecimento	C. insuflação	C. extração	P. Aquecimento	P. Arrefecimento	D. Arrefecimento	D. Aquecimento
Constituição	0	0	0	0	46	23,1	5000	5000	0	0	0	0
Foz	0	0	0	0	55	32	10000	6500	0	0	0	0
Maia	104	112	2,94	3,3	0	0	0	0	168	170	2,8	3,2
Ermesinde	297	345	2,75	3,41	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Tinto	379	0	4	0	77	41,3	10000	10000	0	0	0	0
Lumiar	456	0	3,35	0	78	38,6	12000	8000	0	0	0	0

Clubes	Capacidade Piscina		Capacidade Jacuzzi		Capacidade Depósitos AQS			Capacidade Depósito AFS	Chiller Recupera calor	
	Piscina	Tanque	Jacuzzi	Tanque	Caldeira	Chiller	Painéis		Sim	Não
Constituição	160	10	1,5	1,2	6	0	2	6	0	1
Foz	160	10	1,5	1,2	6	0	2	6	0	1
Maia	120	10	1,5	1	4	0	0	0	0	1
Ermesinde	115,2	10	1,5	1	10	1,5	0	3,5	1	0
Rio Tinto	173	10	3	2	8	0	0	50	0	1
Lumiar	160	10	1,5	1	6	3	2,5		0	1

APÊNDICE C

An	Trí	Clube	Água €	Água m3	Gás €	Gás m3	Gás KWH	Emissões CO2	Elettricidade €	Elettridade KWH	Manutenção	Acessos
2017	1	Constituição										
2017	2	Constituição										
2017	3	Constituição	1780,671667	496,666667				2539,2	1794,616667	17633,33333		9280,333333
2017	4	Constituição	3202,356667	907,3333333				6740,784	4705,133333	46811		9950,666667
2017	1	Foz	1863,55	511				4514,688	3616,213333	31352		13014,33333
2017	2	Foz	2354,82	641				5057,088	3898,79	35118,66667		12704,66667
2017	3	Foz	2540,47	689,3333333				4898,64	3829,726667	34018,33333		11207,66667
2017	4	Foz	2408,63	658,3333333				4650,96	3687,88	32298,33333		11529
2017	1	Maia	2011,456667	430,6666667	975,6233333	1604,666667	18983,61695	10432,19462	6486,19	45816		17004,66667
2017	2	Maia	2957,9	629	995,3233333	1645,666667	19468,65744	11410,0608	7179,826667	51926,33333		15635,33333
2017	3	Maia	2466,9	524,6666667	876,6966667	1504	17792,70455	10936,11032	7074,046667	50986		12466,66667
2017	4	Maia	2800,636667	597	1002,013333	1681,333333	19890,60322	10513,30985	6180,963333	45107		13825,33333
2017	1	Ermesinde	1670,673333	401	123,8533333	90	1056,032175	8109,527195	6306	54834,78261		13123,66667
2017	2	Ermesinde	3441,106667	825,6666667	220,6833333	313,3333333	3676,556461	8726,525275	6376	55443,47826		12752,33333
2017	3	Ermesinde	2472,306667	590	272,7366667	463,3333333	5436,610085	9169,708281	6446	56052,17391		10516,66667
2017	4	Ermesinde	2483,856667	593,6666667	130,5166667	132,6666667	1556,66965	6806,969008	5185	45086,95652		10445
2017	1	Rio Tinto										
2017	2	Rio Tinto										
2017	3	Rio Tinto										
2017	4	Rio Tinto										
2017	1	Lumiar										
2017	2	Lumiar										
2017	3	Lumiar										
2017	4	Lumiar										

An	Trí	Clube	Água €	Água m3	Gás €	Gás m3	Gás KWH	Emissões CO2	Elettricidade €	Elettridade KWH	Manutenção	Acessos
2018	1	Constituição	2138,271667	605,4444444	1473,216667	2560,666667	30401	12140,186	4741,503333	41661		13450,33333
2018	2	Constituição	2234,609167	624	2009,153333	3848,333333	45049,33333	13968,36533	3891,743333	33808,33333		13699,66667
2018	3	Constituição	2513,4	656	1037,143333	1922,333333	22781,66667	9433,384667	3997,113333	33552		11471
2018	4	Constituição	2451,646667	658,3333333	1482,716667	2615,333333	31140	11169,144	4054,106667	33881		13500
2018	1	Foz	2352,99	634,3333333	2172,34	4337,666667	51484,66667	15243,82267	4165,206667	33638,33333		15217,66667
2018	2	Foz	2601,06	680,6666667	1625,313333	3081,666667	36107,33333	11906,24133	3896,396667	32031,66667		15393,66667
2018	3	Foz	2554,986667	684	985,83	1818,666667	21554,33333	9534,519333	4463,43	35976		11455,66667
2018	4	Foz	2689,436667	703	1904,766667	3172	37782,33333	12301,80733	4096,26	32429		14662
2018	1	Maia	2837,783333	598,6666667	923,1633333	1631	19370	10739,588	6856,256667	47408,66667		15419
2018	2	Maia	2874,45	592,6666667	1003,466667	1730	20264	12312,944	8378,743333	57080,66667		15023,66667
2018	3	Maia	2809,723333	579,3333333	2044,24	1416,444444	16777,94658	10509,99321	7512,033333	49450,33333		11944
2018	4	Maia	2116,73	437	1081,303333	1754,333333	20889,66667	10774,92867	6928,92	45522,33333		13263,66667
2018	1	Ermesinde	2250,843333	555,3333333	14,11333333	18,33333333	215	7542,998	5711,716667	52080,33333		12450,66667
2018	2	Ermesinde	2568,286667	564,3333333	106,1533333	139	1624	8666,128	6315,553333	57903,33333		12425,33333
2018	3	Ermesinde	2392,47	537,6666667	235,6766667	357,6666667	369,4003575	8457,194872	6519,083333	58212,33333		10131,33333
2018	4	Ermesinde	2189,033333	472,7777778	86,01666667	122,8181667	134,5518575	8148,779475	91074,19939	56400		10581
2018	1	Rio Tinto	4423,393333	769,3333333	2513,716667	5106,333333	60626,66667	19840,76267	5982,383333	52737,33333		15773,33333
2018	2	Rio Tinto	3500,049867	621	1939,948889	3809,333333	44941,02865	17178,71179	6301,563333	56254,33333		15836
2018	3	Rio Tinto	2955,6326	522,3333333	1111,512963	2090,333333	24795,00192	13602,89439	6849,73	59682,66667		13432,66667
2018	4	Rio Tinto	3400,7226	613,3333333	2232,993333	4071	48496,66667	16567,11067	5506,373333	47019,33333		15768
2018	1	Lumiar	2879	690,4076739	3780,846667	7487,666667	88877,33333	25526,19218	5891,66	52590,07531		12274,33333
2018	2	Lumiar	5369,396667	0	2425,91	4485	53793,33333	19171,96724	6461,723333	57678,56882		12766
2018	3	Lumiar	6319,026667	290,3333333	1273,273333	2248	26995,33333	15468,13516	7791,583333	69549,15157		10958,66667
2018	4	Lumiar	4578,933333	796,6953333	2757,12	4897	58674,33333	20580,81498	6790,722222	60615,27534		13523,33333

An	Trí	Clube	Água €	Água m3	Gás €	Gás m3	Gás KWH	Emissões CO2	Elettricidade €	Elettridade KWH	Manutenção	Acessos
2019	1	Constituição	1898,766667	499	1595,636667	2772,333333	32788	11878,12	4355,01	36492,66667	2973,25	15814,66667
2019	2	Constituição	1762,44	443	1401,626667	2489,666667	29639	10935,158	3834,593333	34361,66667	3081,646667	15715,33333
2019	3	Constituição	1769,523333	478	1253,2	1897,333333	22105,44751	9598,660396	3999,9	35648,33333	3567,043333	14393,33333
2019	4	Constituição	2515,473333	697,1666667	1088,92	2058,666667	24438,33333	10167,72733	4172,28	36327,66667	2876,4	15836
2019	1	Foz	2245,336667	809,6666667	2104,353333	3707,333333	43846,33333	13510,55933	3934,426667	32316,66667	3741,45	16881,33333
2019	2	Foz	2533,283333	668,6666667	1658,053333	2950	35100,66667	11664,87867	3718,013333	31767,66667	4042,91	16373,66667
2019	3	Foz	2210,57	646	1259,8	2256,333333	26721,26506	10420,79954	4110,56	34882,66667	3038,71	18377,33333
2019	4	Foz	2554,136667	693,3333333	1603,893333	3089	36653,33333	11754,64533	3628,88	30213	2507,62	25085,33333
2019	1	Maia	2807,56	759,3333333	1164,163333	1883,666667	22259,66667	10643,18867	6172,123333	42685,66667	3473,496667	15494
2019	2	Maia	3117,7	631	1141,606667	1851,333333	22047	12029,574	7489,17	52611,66667	3338,616667	15117,66667
2019	3	Maia	2324,16	457	1164,776667	1542,666667	18242,90492	10342,33079	6537,516667	46231	3602,263333	13173,66667
2019	4	Maia	1671,65	339,3333333	760,4533333	1274,333333	15126	6936,3	3948,576667	26950,33333	2729,883333	9657,666667
2019	1	Ermesinde	4268,723333	1076,666667	2,656666667	1	0	8262,48	6232,553333	57378,33333	2913,453333	12264,66667
2019	2	Ermesinde	4265,47	1301	3,203333333	1	0	8072,592	5882,146667	56059,66667	3262,533333	11768,33333
2019	3	Ermesinde	3357,82	1274	3,613333333	1	0	8177,856	6072,7	56790,66667	3102,203333	26832,33333
2019	4	Ermesinde	3291,596667	613	3,016666667	1	0	7829,952	5848,943333	54374,66667	3506,336667	28725
2019	1	Rio Tinto	4038,27	700	2601,333333	4680	55325,65564	17442,47044	5083,103333	43518,66667	2623,996667	19032,33333
2019	2	Rio Tinto	3857,463333	669,6666667	2089,53	3753	44649,66667	16064,76867	5439,58	48927,33333	3141,626667	17017
2019	3	Rio Tinto	3477,13	646	1309,946667	2391,333333	28382,33333	12859,55133	5699,41	49488,33333	3761,11	15512,33333
2019	4	Rio Tinto	4585,953333	974,6666667	1730,88	3428,666667	40691,66667	14873,42867	5299,65	46206,33333	3404,953333	16427,66667
2019	1	Lumiar	5795,12433	1380,448778	3563,226667	6285,666667	74297,66667	22565,09158	5772,68	52478,90909	2973,523333	16151
2019	2	Lumiar	4066,587267	960,5556667	2424,67	4054,666667	48112,22825	17949,11665	6287,146667	57155,87879	2967,853333	15193,66667
2019	3	Lumiar	4001,64183	927,04675	1508,343333	2679	31767,66667	15712,97121	7101,036667	64554,87879	3362,136667	13025
2019	4	Lumiar	3251,6592	744,1616667	2731,986667	5297	62991	20144,96455	5668,653333	51533,21212	3369,416667	13666,66667

Ano	Trí	Clube	Água €	Água m3	Gás €	Gás m3	Gás KWH	Emissões CO2	Elettricidade €	Elettricidade KWH	Manutenção	Acessos
2020	1	Constituição	2839,01	748	1404,823333	3059,666667	36481,33333	11842,39733	3662,903333	31063,66667	3513,573333	14620
2020	2	Constituição	2641,511667	677,3333333	568,5066667	998,3333333	11785,58881	4630,064939	1719,046667	15620,66667	363,1433333	2213
2020	3	Constituição	647,2066667	155,6666667	748,53	1510,333333	17832,33333	7903,219333	3158,346667	29868,66667	3229,46	9323
2020	4	Constituição	1343,016667	314	962,65	2108	24726,4336	9351,315587	3089,723333	30254	1568,66	9773,333333
2020	1	Foz	2705,743333	720	1459,216667	3211,333333	38327,33333	11729,00133	3378,13	27686,66667	3434,48	21395,33333
2020	2	Foz	433,8633333	111,3333333	420,2566667	768,7347166	9068,072031	4259,11055	1795,533333	16856,66667	143,8533333	1813,333
2020	3	Foz	1244,713333	319,3333333	950,11	1971	23299	8738,782	3080,4	28002,66667	3785,23	9552,333333
2020	4	Foz	1684,086667	433,6666667	1463,013333	3275	38162,66667	11192,79467	2606,843333	24194	3465,59	12040
2020	1	Maia	2672,586667	679,3333333	749,3933333	1399,333333	16690,66667	7460,442667	4198,97	28395,33333	8726,776667	11789
2020	2	Maia	695,5633333	208	86,12	7,666666667	87	1534,182	1561,916667	10532	262,5433333	86,666667
2020	3	Maia	945,7166667	259	663,1033333	1066	12585	7769,274	5005,723333	36299,33333	3872,856667	6089,666667
2020	4	Maia	1657,83	545	964,1733333	1584,333333	18490,66667	8259,066667	4074,673333	31416,33333	24425,59	7438,333333
2020	1	Ermesinde	3608,906667	611,3333333	1,006666667	1	0	5352,768	4071,45	37172	4876,046667	26632,66667
2020	2	Ermesinde	2389,736667	428,6666667	1,12	1	0	1196,688	899,99	8310,333333	13,98666667	2421,6667
2020	3	Ermesinde	2030,693333	329	0,643333333	1	0	6586,32	4429,61	45738,33333	3888,17	15301,66667
2020	4	Ermesinde	1403,34	240,6666667	0,66	1	0	5727,888	3930,773333	39777	3826,716667	15340,33333
2020	1	Rio Tinto	4598,696667	793	1846,346667	4173	49764,66667	15787,35867	4667,523333	39825,66667	3876,513333	15464,66667
2020	2	Rio Tinto	895,45	149	585,0966667	1273,333333	15030,55831	6083,452779	2522,826667	21161,66667	1006,62	2290,667
2020	3	Rio Tinto	2473,166667	420,6666667	605,07	1339,333333	15812,66667	10354,07867	5639,82	49721,66667	4069,513333	9691,666667
2020	4	Rio Tinto	3288,973333	563,3333333	1250,923333	2842	33177,33333	12175,02133	3941,23	38008,33333	3227,126667	11122,33333
2020	1	Lumiar	3477,083333	779,016	2955,483333	6716,666667	80178,66667	21733,40823	4422,163333	38453,5942	4406,536667	12204
2020	2	Lumiar	366,08	64,618	346,9466667	477,3333333	5607	4201,04113	2450,48	21308,52174	912,3733333	1831,667
2020	3	Lumiar	1360,203333	284,5716667	501,07	3055	36253	13096,72548	4610,876667	40094,57971	4336,883333	7055
2020	4	Lumiar	1952,936667	428,3333333	2261,725	4128	48585,33333	17080,06829	5802,573333	50457,15942	3417,243333	8236,333333

APÊNDICE D

Ponderação da Vertente	Vertente	Ponderação do Tema	Tema	Característica	Pontos a atribuir	PONTOS						PERCENTAGEM TEMA						
						C	F	M	E	RT	L	C	F	M	E	RT	L	
	5%	Orientação do Edifício		Norte	1	1	2	0	0	4	3	0,05	0,1	0	0	0,2	0,15	
				Oeste	2													
				Este	3													
				Sul	4													
	5%	Tipo de Instalação		Isolada	0	0	4	0	0	4	0	0	0,2	0	0	0,2	0	
				Integrada	4													
	5%	Gestão de Manutenções preventivas		Anual	1	4	4	4	4	4	4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
				Semestral	2													
				Trimestral	3													
				Mensal	4													
	5%	Qualidade da iluminação Natural		Nenhuma	0	2	3	0	2	4	4	0,1	0,15	0	0,1	0,2	0,2	
				Fraca	1													
				Média	2													
				Boa	3													
	5%	Tipos de lâmpadas		Excelente	4	4	3	3	4	4	4	0,2	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	
				Fluores > 90% + LED	1													
				Fluores > 50% + LED	2													
				Fluores + LED > 50%	3													
	5%	Controlo de intensidade de iluminação		Fluores + LED > 90%	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Não	0													
				Sim	4													
				5%	Sensores de movimento em W/C													
	Sim	4																
	5%	Mecanismo de acionamento de torneiras		Manual Temporizado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Sensor	4													
	5%	Condições dos Depósitos de AQS		Fracas	1	4	4	4	4	4	3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15
				Médias	2													
				Boas	3													
Excelentes				4														

70%	Económica e Ambiental	5%	Média da pontuação obtida nos CTT. Se o clube não possuir pontes térmicas ou coberturas, a média não deve ter em conta a sua existência como indicador.	CTT Paredes	≥1,34	1	3	4	1	2	2	3	0,0875	0,15	0,0875	0,15	0,13	0,12
					<1,34 e ≥1,023	2												
					<1,023 e ≥0,588	3												
					<0,588	4												
				CTT Coberturas	≥1,198	1	3	2	4	2	1							
					<1,198 e ≥0,57	2												
					<0,57 e ≥0,49	3												
					<0,49	4												
				CTT Pavimentos	≥2,93	1	1	2	3	2	4	3						
					<2,93 e ≥1,46	2												
					<1,46 e ≥0,85	3												
					<0,85	4												
				CTT Pontes Térmicas	≥2,51	1	1	.	.	.	3	3						
					<2,51 e ≥0,58	2												
					<0,58 e ≥0,52	3												
					<0,52	4												
				CTT Vãos Envidraçados	≥3,75	1	2	3	1	4	2	2						
					<3,75 e ≥3,3	2												
					<3,3 e ≥2,625	3												
					<2,625	4												
		10%	Instalação de painéis solares	Sim	4	4	4	0	0	0	4	0,4	0,4	0	0	0	0	0,4
				Não	0													
		10%	Emissões do CO2	≥283655,4	1	3	2	3	4	2	1	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	
				<283655,4 e ≥127637	2													
				<127637,4 e ≥102989	3													
				<102989,3	4													
		10%	Consumo de água	≥7582,86	1	4	3	3	1	2	2	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	
				<7582,86 e ≥7225,09	2													
<7225,09 e ≥6038,65	3																	
<6038,65	4																	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

30%	Vertente Social	17,13%	Qualidade do Serviço	≤-19,75	1	1	1	1	1	1	1	0,1713	0,1713	0,1713	0,1713	0,1713	0,1713				
		6,14%	Saúde e Segurança			2	2	2	3	2	2	0,1228	0,1228	0,1228	0,1842	0,1228	0,1228				
		3,68%	Conforto térmico			2	2	2	2	2	2	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736				
		13,93%	Limpeza			1	1	1	2	1	2	0,1393	0,1393	0,1393	0,2786	0,1393	0,2786				
		1,72%	Ruído	>-19,75 e ≤-6	2	3	2	3	3	3	2	0,0516	0,0344	0,0516	0,0516	0,0516	0,0344				
		1,29%	Qualidade do Ar			3	3	2	4	3	3	0,0387	0,0387	0,0258	0,0516	0,0387	0,0387				
		0,18%	Qualidade da Água			4	3	3	4	4	4	0,0072	0,0054	0,0054	0,0072	0,0072	0,0072				
		1,29%	Odores			3	3	3	3	2	4	0,0387	0,0387	0,0387	0,0387	0,0258	0,0516				
		0,25%	Preocupação com a Mobilidade Reduzida	>-6 e ≤-1	3	4	4	3	4	4	4	0,01	0,01	0,0075	0,01	0,01	0,01				
		8,41%	Horários			1	2	1	3	1	1	0,0841	0,1682	0,0841	0,2523	0,0841	0,0841				
		15,04%	Aulas			1	1	1	1	1	1	0,1504	0,1504	0,1504	0,1504	0,1504	0,1504				
		13,63%	Funcionários			2	1	1	3	4	2	0,2726	0,1363	0,1363	0,4089	0,5452	0,2726				
		0,25%	Iluminação	>-1	4	3	3	4	4	3	4	0,0075	0,0075	0,01	0,01	0,0075	0,01				
		1,35%	Internet			3	2	3	3	3	3	0,0405	0,027	0,0405	0,0405	0,0405	0,0405				
		1,17%	Estacionamento			2	3	4	4	3	3	0,0234	0,0351	0,0468	0,0468	0,0351	0,0351				
		9,76%	Equipamentos			1	2	1	2	1	1	0,0976	0,1952	0,0976	0,1952	0,0976	0,0976				
		0,80%	Preocupação Ambiental			3	3	3	4	3	3	0,024	0,024	0,024	0,032	0,024	0,024				
		3,99%	Manutenção			2	4	1	2	2	2	0,0798	0,1596	0,0399	0,0798	0,0798	0,0798				
		SOMA PONTUAÇÃO TEMA												1,4331	1,5375	1,2656	2,0827	1,7045	1,5823		
		PERCENTAGEM VERTENTE												0,4299	0,4613	0,3797	0,6248	0,5114	0,4747		
		PONTUAÇÃO FINAL												2,0312	2,2113	1,3859	2,0948	1,9674	1,9237		

ANEXO A

SBTOOL PT - Dimensões, critérios e indicadores.

Dimension	Categories	Sustainability indicators
Environ- ment	C1 – Climate change and outdoor air quality	P1 – Construction materials' embodied environmental impact
	C2 – Land use and biodiversity	P2 – Urban density P3 – Water permeability of the development P4 – Use of pre-developed land P5 – Use of local flora P6 – Heat-island effect
	C3 – Energy efficiency	P7 – Primary energy P8 – In-situ energy production from renewables
	C4 – Materials and waste management	P9 – Materials and products reused P10 – Use of materials with recycled content P11 – Use of certified organic materials P12 – Use of cement substitutes in concrete P13 – Waste management during operation
	C5 – Water efficiency	P14 – Fresh water consumption P15 – Reuse of grey and rainwater
Society	C6 – Occupant's health and comfort	P16 – Natural ventilation efficiency P17 – Toxicity of finishing P18 – Thermal comfort P19 – Lighting comfort P20 – Acoustic comfort
	C7 – Accessibilities	P21 – Accessibility to public transportations P22 – Accessibility to urban amenities
	C8 – Awareness and education for sustainability	P23 – Education of occupants
Economy	C9 – Life-cycle costs	P24 – Capital cost
		P25 – Operation cost

ANEXO B

CASBEE – Componentes e fatores de ponderação

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
Q	Qualidade Ambiental do Edifício	
Q1	Ambiente Interior	0,40
Q1.1	Ambiente Sonoro	0,15
Q1.1.1	Ruído	0,40
Q1.1.1.1	Nível de ruído de fundo	0,50
Q1.1.1.2	Equipamento com produção de ruído	0,50
Q1.1.2	Isolamento sonoro	0,40
Q1.1.2.1	Isolamento sonoro de aberturas	0,60
Q1.1.2.2	Isolamento sonoro de paredes divisórias	0,40
Q1.1.3	Absorção sonora	0,20
Q1.2	Conforto Térmico	0,35
Q1.2.1	Controlo de temperatura interior	0,50
Q1.2.1.1	Temperatura interior	0,30
Q1.2.1.2	Performance perimétrica	0,20
Q1.2.1.3	Controlo por zonas	0,30
Q1.2.1.4	Controlo de temperatura e humidade	0,10
Q1.2.1.5	Permissão para utilização prolongada de ar condicionado	0,10
Q1.2.2	Controlo da humidade	0,20
Q1.2.3	Tipo de sistema de ar condicionado	0,30
Q1.3	Luz e Iluminação	0,25
Q1.3.1	Luz natural	0,30
Q1.3.1.1	Fator de luz natural	0,60
Q1.3.1.2	Dispositivos de luz natural	0,40
Q1.3.2	Medidas de anti-encadeamento	0,30
Q1.3.2.1	Encadeamento de luminárias	0,40
Q1.3.2.2	Controlo de luz natural	0,60
Q1.3.3	Nível de iluminação	0,15
Q1.3.4	Controlabilidade de luz	0,25
Q1.4	Qualidade do Ar	0,25
Q1.4.1	Controlo de origem	0,50
Q1.4.1.1	Poluentes químicos	0,33
Q1.4.1.2	Ácaros, bolores, etc.	0,33
Q1.4.1.3	Legionela	0,33
Q1.4.2	Ventilação	0,30

Q1.4.2.1	Taxa de ventilação	0,25
Q1.4.2.2	Performance de ventilação natural	0,25
Q1.4.2.3	Consideração de entrada de ar exterior	0,25
Q1.4.2.4	Plano de suprimento de ar	0,25
Q1.4.3	Plano de operação	0,20
Q1.4.3.1	Monitorização de CO_2	0,50
Q1.4.3.2	Controlo de fumos	0,50
Q2	Qualidade de Serviço	0,30
Q2.1	Capacidade de Serviço	0,40
Q2.1.1	Utilidade e funcionalidade	0,40
Q2.1.1.1	Provisionamento de espaço e armazenamento	0,33
Q2.1.1.2	Utilização de sistema de informação avançada	0,33
Q2.1.1.3	Planeamento de acessibilidade	0,33
Q2.1.2	Amenidade	0,30
Q2.1.2.1	Perceção espacial e vistas desimpedidas	0,33
Q2.1.2.2	Espaço para descanso	0,33
Q2.1.2.3	Planeamento de decoração	0,33
Q2.1.3	Gestão de manutenção	0,30
Q2.1.3.1	Projeto que considera gestão de manutenção	0,50
Q2.1.3.2	Gestão de funções de manutenção segura	0,50
Q2.2	Durabilidade e Fiabilidade	0,31
Q2.2.1	Resistência sísmica	0,48
Q2.2.1.1	Resistência sísmica	0,80
Q2.2.1.2	Isolamento sísmico e sistemas de amortecimento de vibração	0,20
Q2.2.2	Serviços de vida de componentes	0,33
Q2.2.2.1	Serviços de vida de materiais estruturais	0,23
Q2.2.2.2	Renovações necessárias para acabamentos exteriores	0,23
Q2.2.2.3	Renovações necessárias para acabamentos principais interiores	0,09
Q2.2.2.4	Substituições necessárias de condutas de ar condicionado e ventilação	0,08
Q2.2.2.5	Renovações necessárias dos sistemas AVAC, abastecimento de águas e drenagem de águas	0,15
Q2.2.2.6	Renovações necessárias nos equipamentos principais de serviço	0,23
Q2.2.3	Fiabilidade	0,19
Q2.2.3.1	Sistema AVAC	0,20
Q2.2.3.2	Abastecimento e drenagem de águas	0,20
Q2.2.3.3	Equipamento elétrico	0,20
Q2.2.3.4	Método de suporte de máquinas e condutas	0,20

Q2.2.3.5	Comunicações e equipamentos de informação tecnológica	0,20
Q2.3	Flexibilidade e Adaptabilidade	0,29
Q2.3.1	Margem espacial	0,31
Q2.3.1.1	Tolerância para altura de pé-direito	0,60
Q2.3.1.2	Adaptabilidade da disposição dos pisos	0,40
Q2.3.2	Margem de carga dos pisos	0,31
Q2.3.3	Sistema de renovação	0,38
Q2.3.3.1	Facilidade de renovação de condutas de ar condicionado	0,17
Q2.3.3.2	Facilidade de renovação de condutas de águas de abastecimento e drenagem	0,17
Q2.3.3.3	Facilidade de renovação de redes elétricas	0,11
Q2.3.3.4	Facilidade de renovação de cabos de comunicação	0,11
Q2.3.3.5	Facilidade de renovação de equipamentos	0,22
Q2.3.3.6	Provisionamento de reforço espacial	0,22
Q3	Ambiente da Envolvente Exterior	0,30
Q3.1	Conservação e Criação de Biótopos	0,30
Q3.2	Envolvente Urbana e Paisagística	0,40
Q3.3	Característica Locais e Amenidade Exterior	0,30
Q3.3.1	Atenção para caracterização local e melhoria de conforto	0,50
Q3.3.2	Melhoria do ambiente térmico local	0,50
LR	Redução da Carga Ambiental do Edifício	
LR1	Energia	0,40
LR1.1	Carga Térmica dos Edifícios	0,30
LR1.2	Utilização de Energia Natural	0,20
LR1.3	Eficiência do Sistema de Serviço dos Edifícios	0,30
LR1.4	Eficiência de Operação	0,20
LR1.4.1	Monitorização	0,50
LR1.4.2	Sistema de gestão e operação	0,50
LR2	Recursos e Materiais	0,30
LR2.1	Recursos Hídricos	0,15
LR2.1.1	Poupança de água	0,40
LR2.1.2	Águas pluviais e águas de sabão	0,60
LR2.1.2.1	Sistema de utilização de águas pluviais	0,67
LR2.1.2.2	Sistema de utilização de águas de sabão	0,33

LR2.2	Redução do Consumo de Recursos Não Renováveis	0,63
LR2.2.1	Redução do consumo de materiais	0,07
LR2.2.2	Continuação da utilização das estruturas existentes	0,24
LR2.2.3	Utilização de materiais reciclados como materiais estruturais	0,20
LR2.2.4	Utilização de materiais reciclados como materiais não estruturais	0,20
LR2.2.5	Madeiras de silvicultura sustentável	0,05
LR2.2.6	Esforços de valorização do reaproveitamento de componentes e materiais	0,24
LR2.3	Evitação do Uso de Materiais com Substâncias Poluentes	0,22
LR2.3.1	Utilização de materiais sem substâncias tóxicas	0,32
LR2.3.2	Eliminação de CFC e compostos halogenados	0,68
LR2.3.2.1	Retardante de fogo	0,33
LR2.3.2.2	Agentes de formação de espuma	0,33
LR2.3.2.3	Agentes de refrigeração	0,33
LR3	Ambiente Global	
LR3.1	Consideração do Aquecimento Global	0,33
LR3.2	Consideração do Ambiente Local	0,33
LR3.2.1	Poluição do ar	0,25
LR3.2.2	Efeito "ilha de calor"	0,50
LR3.2.3	Carga nas infraestruturas locais	0,25
LR3.2.3.1	Carga na drenagem de águas residuais públicas	0,33
LR3.2.3.2	Controlo da intensidade de tráfego	0,33
LR3.2.3.3	Tratamento de resíduos	0,33
LR3.3	Consideração do Ambiente Circundante	0,33
LR3.3.1	Ruído, vibração e odor	0,40
LR3.3.2	Danos provocados por vento e obstrução da luz natural	0,40
LR3.3.2.1	Restrição dos danos provocados pelo vento	0,70
LR3.3.2.2	Areia e poeira	0,30
LR3.3.3	Poluição luminosa	0,20
LR3.3.3.1	Iluminação exterior e luz que se propaga no interior	0,70
LR3.3.3.2	Medidas para a reflexão do encadeamento solar nas paredes dos edifícios	0,30

ANEXO C

Lider A- Vertentes, Áreas, Critérios e Pesos

vertente	área	wi ³	pré-req ⁴	critério	nº critério
integração local	solo	7%	S	valorização territorial	C1
			S	optimização ambiental da implantação	C2
	ecossistemas naturais	5%	S	valorização ecológica	C3
			S	interligação de habitats	C4
6 critérios	paisagem e património	2%	S	integração paisagística	C5
14%			S	protecção e valorização do património	C6
recursos	energia	17%	S	eficiência nos consumos e certificação energética	C7
			S	desenho passivo	C8
			S	intensidade em carbono	C9
	água	8%	S	consumo de água potável	C10
			S	gestão das águas locais	C11
	materiais	5%	S	durabilidade	C12
			S	materiais locais	C13
9 critérios			S	materiais de baixo impacte	C14
32%	produção alimentar	2%	S	produção local de alimentos	C15
cargas ambientais	efluentes	3%	S	tratamento das águas residuais	C16
			S	caudal de reutilização de águas usadas	C17
	emissões atmosféricas	2%	S	caudal de emissões atmosféricas	C18
	resíduos	3%	S	produção de resíduos	C19
			S	gestão de resíduos perigosos	C20
			S	valorização de resíduos	C21
8 critérios	ruido exterior	3%	S	fontes de ruído para o exterior	C22
12%	poluição lumino-térmica	1%	S	poluição lumino-térmica	C23
conforto ambiental	qualidade do ar	5%	S	níveis de qualidade do ar	C24
	conforto térmico	5%	S	conforto térmico	C25
4 critérios	iluminação e acústica	5%	S	níveis de iluminação	C26
15%			S	conforto sonoro	C27
vivência socioeconómica	acesso para todos	5%	S	acesso aos transportes públicos	C28
			S	mobilidade de baixo impacte	C29
			S	soluções inclusivas	C30
	diversidade económica	4%	S	flexibilidade - adaptabilidade aos usos	C31
			S	dinâmica económica	C32
			S	trabalho local	C33
	amenidades e interacção social	4%	S	amenidades locais	C34
			S	interacção com a comunidade	C35
	participação e controlo	4%	S	capacidade de controlo	C36
			S	condições de participação e governância	C37
			S	controlo de riscos naturais (safety)	C38
			S	controlo das ameaças humanas (security)	C39
13 critérios					
19%	custos no ciclo de vida	2%	S	custos no ciclo de vida	C40
uso sustentável	gestão ambiental	6%	S	condições de utilização ambiental	C41
3 critérios			S	sistema de gestão ambiental	C42
8%	inovação	2%	S	inovações	C43