

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Rumo a uma Europa Digitalizada: Seleção e Localização de Centros de Dados em Portugal

Gonçalo Nuno Ferreira Fernandes Eiras

Mestrado em Gestão

Orientador:

Doutor Leandro Luís Ferreira Pereira, Professor Associado
(com Agregação), ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa



**BUSINESS
SCHOOL**

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

**Rumo a uma Europa Digitalizada: Seleção e
Localização de Centros de Dados em Portugal**

Gonçalo Nuno Ferreira Fernandes Eiras

Mestrado em Gestão

Orientador:

Doutor Leandro Luís Ferreira Pereira, Professor Associado
(com Agregação), ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, o Professor Doutor Leandro Ferreira Pereira, por toda a ajuda fundamental para a realização desta dissertação. A disponibilidade e o interesse que sempre demonstrou em todos os momentos foram cruciais para a realização e conclusão deste estudo. Agradeço igualmente a todos os participantes das entrevistas realizadas, pelo tempo despendido e pela preciosa e abnegada ajuda prestada. Os contributos prestados foram fundamentais para as conclusões obtidas. Por último, gostaria também de agradecer à minha família por todo o suporte que me foram dando durante este período, de modo que conseguisse terminar esta etapa da forma mais célere possível.

Sumário

Os processos de seleção e localização de centros de dados visam determinar, dentro de um conjunto vasto de localizações geográficas, o melhor local para a instalação destas infraestruturas críticas para o desenvolvimento das sociedades modernas. A análise de diferentes localizações é um processo complexo que exige a criação de equipas de análise multidisciplinar e a identificação de um conjunto holístico de critérios de seleção que podem envolver questões técnicas, económicas, sociais, ambientais e políticas que, por vezes, resultam em objetivos contraditórios. O ritmo acelerado da transformação digital global está a impulsionar o aumento dos volumes de criação, circulação, armazenamento e utilização de dados, obrigando os operadores de centros de dados a procurar novas localizações para acompanhar a procura crescente. A União Europeia anunciou em 2021 uma nova visão para a estratégia de conectividade, com o compromisso de construir a sua infraestrutura digital para fazer face à dependência dos grandes centros de dados localizados nos EUA e na Ásia. Neste contexto, Portugal ganha uma nova centralidade estratégica no âmbito das ligações de conectividade pan-europeia com o continente americano e africano. Este trabalho pretende contribuir para análise dos fatores críticos de sucesso que visam a instalação de um Hub Digital de infraestruturas de armazenamento de dados em Portugal, fundamentais para a digitalização da economia e para a garantia da soberania do país e da Europa.

Palavras-Chave: Centros de Dados, Sistemas de Cabos Submarinos, Seleção e Localização, Competitividade da Localização, Conectividade, Transformação Digital, Teoria da decisão; Computação Edge, Computação Cloud, Internet das Coisas

Sistema de Classificação JEL: J08; M10

Abstract

The site selection processes for data centres seek to identify the ideal location for establishing these vital infrastructures for the growth of contemporary societies across a wide range of geographic areas. The analysis of various locations is an extremely complex process that calls for the establishment of multidisciplinary analysis teams and the identification of a comprehensive set of selection criteria that may involve technical, economic, social, environmental, and political issues, sometimes leading to conflicting objectives. The fast pace of global digital transformation is driving increased volumes of data creation, circulation, storage, and usage, forcing data centre operators to seek new locations to keep up with growing demand. The European Union has announced on 2021 a new vision for connectivity strategy, with a commitment to build out its infrastructure to address dependence on large data centres located in the US and Asia. In this context, Portugal gains a new strategic centrality within pan-European connectivity links to the American and African continent. This work aims to contribute to the existing scientific literature and identify the critical success factors for the development of a Digital Hub of data storage infrastructures in Portugal, which are fundamental for the digitalization of the economy and to ensure the sovereignty of the country and Europe.

Keywords: Data Centres, Submarine Cables System, Site Selection, Location Competitiveness, connectivity, Digital Transformation, Decision Theory; Cloud Computing, Edge Computing Internet of Things

JEL Classification System: J08; M10

Lista de abreviaturas acrónimos e siglas

FLAP-D - Frankfurt, Londres, Amsterdão, Paris e Dublin

ZB - Zetabytes

5G - Quinta geração para redes móveis

EU/UE - European Union/ União Europeia

CEF - Connecting Europe Facility

CINEA - European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency

EUA - Estados Unidos da América

PME - Pequena e Média Empresa

SIG - Sistema de Informação Geográfica

MCDM - Multi Criteria – Decision Making

ES - Expert System

AHP - Analytic Hierarchy Process

TIER - Sistema de medidas de segurança

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

IEA/AIE - International Energy Agency/ Agência Internacional de Energia

IDB - International Development Bank

IDC - International Data Corporation

IA - Inteligência Artificial

ML - Machine Learning

IoT - Internet of Things

IDE - Investimento Direto Estrangeiro

C-Level - Cargo a nível de Administração que influenciar as decisões de toda a empresa

CEO - Chief Executive Officer

COO - Chief Operating Officer

VP -Vice President

IaaS - Infrastructure as a Service

SaaS - Service as a Service

PaaS - Platform as a Service

AWS - Amazon Web Services

IBM - International Business Machines Corporation

CAM - Anel de fibra ótica que liga o Continente, Açores e Madeira

PUE - Power Usage Effectiveness

WUE - Water Usage Effectiveness

CUE – Carbon Usage Effectiveness

WRI – World Resource Institute

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development

GEE – Gases de Efeito de Estufa

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

ISO - International Organization for Standardization

PPA - Power Purchase Agreement

VPPA – Virtual Purchase Agreement

PIB – Plano Interno Bruto

RGPD - Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados

OTT - Over-The-Top

CLS – Cable Landing Station

INDICE

1	INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA EM ESTUDO	1
1.1	Introdução.....	1
1.2	Problemática da Investigação	3
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	Abordagens às teorias de localização	4
2.1.1	Abordagem Clássica	4
2.1.2	Abordagem Institucional	6
2.1.3	Abordagem Comportamental	6
2.1.4	Abordagem Contemporânea	6
2.2	Ferramentas de apoio à decisão da localização empresarial.....	7
2.3	Introdução às infraestruturas de Centros de Dados	8
2.3.1	Fatores críticos de sucesso de localização de Centros de Dados.....	9
2.3.2	Sustentabilidade e Transição Energética	10
2.3.3	Conectividade e Transição Digital	11
2.3.4	Localização e Atratividade do Investimento	12
3	ABORDAGEM METODOLÓGICA	13
3.1	Objetivos da investigação	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1	Caracterização da amostra.....	17
4.1.1	Funções e localização geográfica dos entrevistados.....	17
4.1.2	Experiência profissional dos entrevistados.....	18
4.2	Introdução à análise dos resultados.....	19
4.2.1	QI 1: Critérios de Seleção e Localização de Centros de Dados	19
4.2.2	QI 2: Modelos de Centros de Dados.....	23
4.2.3	QI 3: Políticas públicas orientadas para setor de centros de dados	27
4.2.4	QI 4: Infraestruturas críticas para a instalação de um Hub centros de dados	31
4.2.5	QI 5: Impacto dos centros de dados no contexto económico e geopolítico	45
4.2.6	QI 6: Principais tendências do setor de centro de dados	49
4.2.7	Tabela Síntese da Discussão.....	56
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	58
5.1	Conclusões.....	58
5.2	Recomendações e limitações	60
6	BIBLIOGRAFIA.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Volume de dados consumidos mundialmente, com previsões de 2021 a 2025	2
Figura 2: Categorias TIER dos centros de dados	9
Figura 3: Posição hierárquica dos entrevistados	17
Figura 4: Localização geográfica dos entrevistados	18
Figura 5: Número de anos de experiência profissional dos entrevistados	18
Figura 6: Lista de frequência de palavras da questão 1	19
Figura 7: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 1	20
Figura 8: Mapa mundial de centros de dados	22
Figura 9: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 3	24
Figura 10: Mapa de conectividade mundial de cabos submarinos de fibra ótica	28
Figura 11: Relevância da estratégia Digital Europeia na seleção e localização dos DC.	29
Figura 12: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 4	30
Figura 13: Lista de frequência de palavras da questão 5	33
Figura 14: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 5	34
Figura 15: Exemplos de tipos de emissão de carbono na cadeia de valor da Cloud	35
Figura 16: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 6	37
Figura 17: Sistemas de cabos submarinos com ligação a Portugal	39
Figura 18: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 7	40
Figura 19: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 8	42
Figura 20: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 9	43
Figura 21: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 10	47
Figura 22: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 11	48
Figura 23: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 12	51
Figura 24: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 13	53
Figura 25: Largura de banda internacional utilizada por tipologia	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Questões de investigação	14
Tabela 2 – Questões de Investigação	15
Tabela 3: Tipos de Centros de Dados	26
Tabela 4: Tabela explicativa do protocolo de emissões de gases de efeito de estufa.	35
Tabela 5: Síntese da Discussão	56

1 Introdução e Problemática em estudo

1.1 Introdução

Os processos de seleção e localização empresarial visam determinar, dentro de um conjunto vasto de localizações geográficas, o melhor local para a instalação empresarial de acordo com os critérios valorizados por cada atividade económica.

Desta forma, diversos critérios são analisados, comparados e combinados, na ótica de melhorar o processo de decisão dos gestores e técnicos na seleção da melhor localização empresarial e de acordo com os critérios previamente definidos.

De acordo com Porter (2000) as decisões relativas à seleção da localização empresarial podem ter um impacto substancial na capacidade da empresa beneficiar de uma vantagem competitiva. Complementariamente Hunt & Koulamas (1989), defendem que num mundo globalizado e altamente competitivo, é necessário que as empresas tenham vantagem competitiva, principalmente no que diz respeito ao acesso a fontes de matéria-prima e aos mercados emissores.

Deste modo, a análise de diferentes localizações é um processo complexo que exige a criação de equipas de análise multidisciplinar e a identificação de um conjunto holístico de critérios de seleção que podem envolver questões técnicas, económicas, sociais, ambientais e políticas, que por vezes resultam em objetivos contraditórios Williams and Massa (1983). Estes critérios são descritos numa série de indicadores diferentes, que podem ser expressos de forma quantitativa e qualitativa.

De acordo com o relatório "Global Data Center Trends - 2022 to 2026", desenvolvido pela researchandmarket.com, muitas das principais tendências de centros de dados identificadas são universais e ocorrem em todas as regiões geográficas. Prevê-se que o mercado mundial de centro de dados cresça 73% nos próximos três anos.

Os centros de dados e os cabos de fibra ótica são os dois pilares responsáveis pelo funcionamento de toda a arquitetura da Internet. Os cabos de fibra, muitas vezes de diferentes operadores, estabelecem a conectividade internacional que converge para o local do centro de dados e, por esse motivo, são um fator decisor importante na localização de um centro de dados (Saunavaara *et al.*, 2022).

Historicamente, a maioria da capacidade dos centros de dados europeia foi construída na proximidade dos principais centros de negócios e tecnologia localizados em Frankfurt, Londres, Amsterdão, Paris e Dublin – habitualmente referidas por FLAP-D.

No entanto, esta abordagem está a ser alterada, devido a restrições físicas de terrenos disponíveis próximo desses centros urbanos, disponibilidade de água para arrefecimento e disponibilidade de energia, incluindo de fontes renováveis.

O ritmo acelerado da transformação digital global está a impulsionar o aumento dos volumes de criação e circulação, armazenamento e utilização de dados. A figura 1 apresenta o volume total de dados gerado era de 2 Zettabytes¹ (ZB) em 2010, cresceu para 64ZB em 2020 e estima-se que sejam consumidos 181ZB até 2025 (IDC, 2023).

¹ Um Zettabyte é uma unidade de informação ou memória que corresponde a 1.000.000.000.000.000.000 (10²¹) bytes

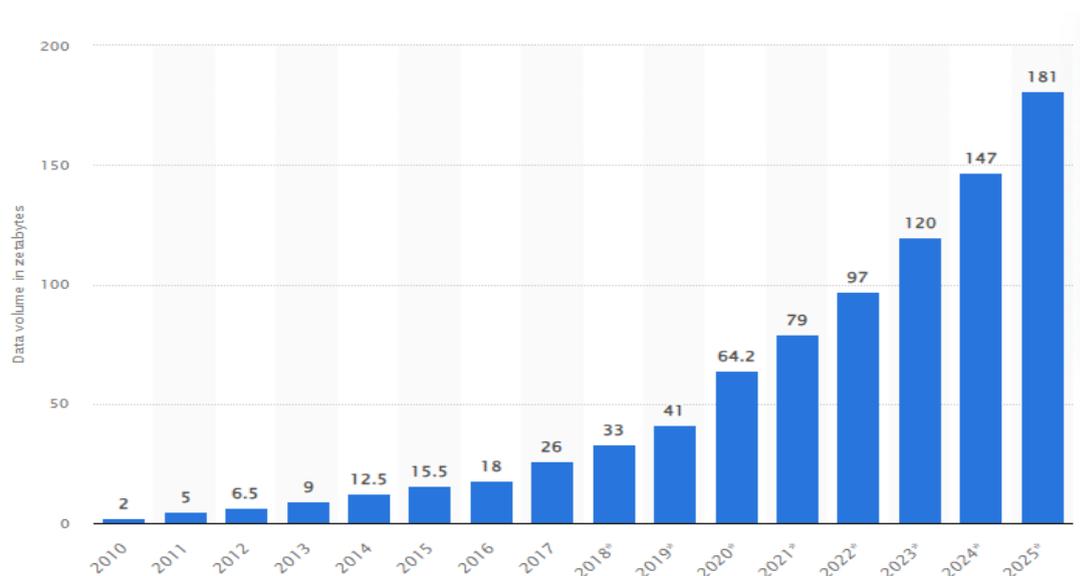


Figura 1: Volume de dados consumidos mundialmente, com previsões de 2021 a 2025

Fonte: IDC 2023 recurso a www.statista.com

O consumo voraz de dados - resultante de tendências da utilização da *Cloud*, da adoção generalizada das redes sociais e conteúdos de *streaming*, dos avanços da Inteligência Artificial (IA), do crescimento de sensores e dispositivos ligados à Internet (IoT) e a adoção da tecnologia de telecomunicações 5G - levou a uma procura crescente de capacidade de centros de dados e a sua adaptação às novas tecnologias e novas infraestruturas.

As pessoas e empresas estão mais conectadas do que nunca. O mercado dos sistemas IoT tem crescido significativamente, motivado por políticas de incentivos de várias entidades, como é o exemplo a União Europeia. A literatura científica recente na área indica que não existem limites ou barreiras ao desenvolvimento destes dispositivos (Wortmann & Flüchter, 2015). Na era digital atual os serviços baseados em IoT estão por todo o lado, tornando-se numa das indústrias que mais cresce no mundo (Tohanean & Vasilescu, 2019).

Neste sentido, os operadores de centros de dados têm a necessidade de procurar novas localizações para acompanharem a procura crescente. É cada vez mais comum a construção de *Hyperscalers*² em localizações secundárias e fora das áreas urbanas - onde podem aproveitar a disponibilidade de terrenos e a proximidade dos parques de produção de energia renovável.

Desta forma, o principal objetivo deste trabalho é contribuir para identificar os fatores críticos de sucesso para a criação de um Hub Digital de infraestruturas de armazenamento de dados em Portugal, fundamentais para a digitalização da economia e garantia da soberania do país e da Europa. O segundo objetivo é definir um roadmap do processo de seleção e localização de centros de dados.

Embora exista uma produção variada de literatura científica sobre centros de dados, o estudo sobre os fatores de seleção e localização dos centros de dados tem sido um tema pouco abordado. Consciente desta realidade, este estudo baseia-se na metodologia de investigação qualitativa, suportada por um trabalho de campo na recolha dos dados com recurso a entrevistas

² Embora não exista uma definição rigorosa de centros de dados de "Hyperscaler", geralmente está associado a um tipo de data center de grande escala que oferece recursos de computação massivos e instalação da "cloud" que permite instalar e gerir aplicações e serviços de grande escala. Estes centros de dados em nuvem são geralmente operados por organizações como Amazon, Microsoft, Google, Facebook, Apple, Alibaba, Tencent, Baidu, IBM

semiestruturadas a profissionais do setor em estudo e observação participativa. A investigação será complementada com a análise de relatórios, artigos de fontes mediáticas de organismos públicos e privados que operam no setor em análise.

A estrutura deste documento inicia-se com a identificação do tipo de tese e introdução ao tema da investigação. Segue-se a revisão de literatura como suporte fundamental para abordagem ao tema proposto. Neste capítulo realiza-se uma análise às principais teorias clássicas e contemporâneas de localização industrial e das principais ferramentas de apoio à tomada de decisão. Em sequência realiza-se uma revisão aos critérios críticos de sucesso de seleção e localização de centros de dados, tendo por referência os principais temas: “Sustentabilidade e Transição Energética”; Conectividade e Transição Digital” e por último a “Localização e Atração de investimento”. Após a revisão literária efetua-se uma reflexão sobre a problemática da investigação que pretende dar uma visão geral do desenvolvimento do setor e colocar as questões que justificam a realização deste trabalho. Por último, apresenta-se a abordagem metodológica, definidos os objetivos da investigação, análise dos resultados obtidos e respetiva discussão da tese.

1.2 Problemática da Investigação

A revisão de literatura realizada vem demonstrar a importância dos centros de dados no ecossistema de infraestruturas essenciais para o funcionamento eficiente da internet e no armazenamento de dados. A União Europeia (UE) anunciou, em 2021, uma nova visão para a estratégia de conectividade, com o compromisso de construir a sua infraestrutura para fazer face à dependência dos grandes centros de dados localizados nos EUA e na Ásia, no âmbito do projeto Connecting Europe Facility – CEF (CINEA, 2021).

Esta iniciativa tem como principais suportes: a conectividade internacional, o apoio e aceleração da digitalização competitiva da economia da UE e o desenvolvimento da capacidade para armazenar e processar dados. A nova visão beneficiará os países com sistemas de ligações globais de cabos submarinos e que possuam uma densa conectividade terrestre com os seus homólogos europeus. No primeiro semestre de 2021, durante a Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia, foi lançada a iniciativa das EU - Data Gateway Platform (CE, 2020), sendo que a Atlantic Data Gateway, permitirá a Portugal dar um contributo importante na implementação da Estratégia Europeia de Dados.

Apesar da localização geográfica estratégica, Portugal não tem sido destino dos investimentos dos principais operadores de centros de dados. No entanto, Portugal continua a ser um dos poucos países do mundo que tem ligações diretas a cinco continentes e existem novos sistemas de cabos submarinos de empresas como a Google, Facebook, EllaLink e Medusa cables que irão adicionar nova capacidade de transmissão de dados com ligações de baixa latência a grandes centros globais.

Concebido para estabelecer uma base transeuropeia numa utilização de dados segura, aberta e soberana, o projeto GAIA X - uma iniciativa privada apoiada pelos governos europeus e pela Comissão Europeia - tem como objetivo desenvolver requisitos comuns para a criação de uma infraestrutura de dados europeia, contribuindo desta forma na transição para um modelo de economias e sociedades mais digitais, de forma descentralizada, aberta e transparente que irão permitir à Europa aumentar a sua soberania de dados.

O estudo “*The economic impact of forthcoming Equiano subsea cable*”, realizado pela Copenhagen Economics, concluiu que o impacto económico potencial de longo prazo da ligação do cabo submarino Equiano (Google), sistema que liga Portugal ao Togo, Nigéria, Namíbia, África do Sul e Santa Helena; o cabo Submarino EllaLink, instalado entre o Brasil e Portugal, de até 500 milhões de euros a mais por ano no PIB português e que está sobretudo associado às melhorias da infraestrutura digital. O estudo levou em consideração a amarração dos dois cabos para perceber o impacto na economia concluindo que Portugal tem uma oportunidade única de desenvolver a sua indústria de tecnologias de informação e comunicação (TIC), tendo referido o seguinte: “**Localizado na costa ocidental da Europa, Portugal aparece como um local atrativo que satisfaz os requisitos de infraestruturas da Europa com uma conectividade competitiva, robusta e de longo alcance**” (Economics, Copenhagen, 2021).

Considerando o forte investimento que irá existir no espaço europeu para o desenvolvimento de uma infraestrutura de armazenamento de dados e melhoria da conectividade pan-europeia, este é o momento oportuno para desenvolver uma investigação sobre o processo de seleção e localização de centros de dados e medir, em simultâneo, o potencial da criação de um hub digital de armazenamento de dados em Portugal.

2 Revisão de Literatura

2.1 Abordagens às teorias de localização

As teorias da localização têm como base a interpretação das decisões pelas quais uma empresa decide implementar as suas atividades económicas numa determinada região. A escolha do melhor local onde uma empresa se deve localizar está na origem de inúmeros estudos sobre localização, tendo merecido uma atenção especial por parte de diversos investigadores, ao longo dos anos (Arauzo-Carod & Viladecans-Marsal, 2006).

Mais tarde, Hayter (1997) propõe-se analisar a localização das atividades económicas através de três abordagens distintas: a abordagem clássica, que se dedica maioritariamente à teoria de localização e centra a sua análise na maximização do lucro e minimização dos custos; a abordagem institucional, que defende a importância não só da empresa que procura uma localização, mas também o meio institucional que a rodeia e, por último; a abordagem comportamental, que aborda situações de incerteza e de falta de informação. Em complemento, analisaremos a abordagem de Castells (1999), principal representante da Teoria Contemporânea, e que defende uma abordagem dinâmica da localização que inclui nas suas análises os elementos tempo e espaço e admite a imperfeição na concorrência.

2.1.1 Abordagem Clássica

A Teoria Clássica, surgiu no século XIX e procura explicar a localização das atividades sociais e económicas através da minimização de custos e maximização de receitas. Os principais fatores tradicionais de localização industrial podem ser resumidos em termos de custo de transporte de matérias-primas e produtos acabados, custo da mão-de-obra e fatores aglomerativos e desaglomerativos.

Um dos precursores desta teoria é Johann Heinrich von Thünen que introduziu uma teoria inicial da localização agrícola no Estado Isolado. O modelo deste autor defende que o fator

distância aos grandes centros (cidades) é o fator mais importante na decisão de uma localização fundiária. Utilizou a abordagem “menos dispendiosa” para a localização (Von Thunen, 1875).

Mais tarde, Alfred Weber desenvolveu uma abordagem mais abrangente e formulou a teoria da localização industrial, dando particular atenção à minimização dos custos. Para Weber (1929) existem três fatores que devem ser considerados numa localização industrial: ponto mínimo de custos de transporte, o custo do trabalho e as vantagens associadas aos fatores de aglomeração e desaglomeração.

Uma vez que os dois primeiros elementos tenham definido a localização de uma empresa, os fatores aglomerativos – economias externas, como aproveitamento de mão de obra já treinada por outras empresas, ou acesso ao know-how na utilização e na manutenção de equipamentos, entre outros – e os fatores desaglomerativos – por exemplo: valor da terra, congestionamentos, poluição – passam a atuar, determinando o grau de proximidade.

A estes autores seguiram-se Christallers (1933) cuja principal contribuição para a disciplina é a “*Teoria do Lugar Central*”; seguido por Lösch (1954) um dos primeiros inovadores no tema da Nova Geografia Económica e contribuições posteriores, como as de Isard (1956) que completam o conjunto das obras em que se encontram os fundamentos da Teoria Clássica da Localização.

A teoria dos Lugares Centrais surge com Christallers (1933), estabelecendo uma hierarquia dos centros urbanos com base nas suas atividades terciárias e serviços prestados à respetiva área de influência. No entanto, esta análise empírica de Christallers (1933) apresenta algumas lacunas, pois a repartição dos aglomerados no espaço também é influenciada pelo princípio do transporte e pelo princípio do abastecimento dos mercados.

Posteriormente Lösch (1954) expandiu o trabalho de Christallers (1933) e desenvolveu uma teoria de localização industrial abrangendo todo o sistema económico, com a intenção de manter o equilíbrio espacial geral. Para Lösch (1954), o importante não é conhecer quais os motivos que levaram os empresários a fixarem-se num determinado local, mas sim determinar, de forma abstrata, quais são as condições ótimas de localização, dado que os princípios tidos em conta por uma empresa são diferentes, quer se trate de um investimento a nível sectorial ou global. Ou seja, que cada localização individual é determinada em função dos fatores de produção e influenciada pelas restantes ao nível da forma e da natureza das atividades económicas e, por isso, determinada de forma a maximizar o lucro individual.

Isard (1956) desenvolveu os princípios para uma teoria geral da localização, combinando o trabalho anteriormente realizado por Von Thunen (1875), Weber (1929), Lösch (1954) e outros teóricos. Explicou a localização da indústria num quadro da economia de produção e usou o efeito de substituição e o conceito de entradas de transporte como ferramentas da sua análise.

Apesar das restrições da Teoria Clássica, uma abordagem mais ampla da questão da localização não deve colocar à margem as suas contribuições, mas reconsiderar os pesos dos fatores tradicionais nas decisões modernas de implantação de indústrias por meio da agregação de novos elementos à análise. Os fatores de localização clássicos ainda possuem significativa força para explicar as vantagens e desvantagens de determinadas localizações para atrair investimento.

2.1.2 Abordagem Institucional

A abordagem institucional defende que o meio envolvente ao local onde a empresa pretende instalar-se é um fator de extrema importância e que deve ser considerado no processo de decisão de localização.

De acordo com Mariotti (2005) a abordagem institucional incide na interação entre as empresas e outras instituições, não se cingindo apenas ao seu comportamento enquanto entidade individual. O comportamento das empresas no processo de decisão do local onde devem implementar as atividades económicas é bastante distinto, porém de acordo com a abordagem institucional, é resultado de estratégias empresariais englobando negociações com fornecedores, governo, sindicatos dos trabalhadores e outras instituições de interesse, em relação ao preço dos produtos ou serviços comercializados, aos salários dos trabalhadores, impostos, subsídios, infraestruturas e outros fatores cruciais na atividade económica da empresa.

A investigação realizada por Elgin (2010), chegou à conclusão que as empresas, atualmente, tendem a confiar e respeitar bastante nos fatores externos, como a ciência e ensino superior, podendo mesmo ser um fator predominante para a localização e implementação da sua atividade.

2.1.3 Abordagem Comportamental

A abordagem comportamental é baseada na análise de situações de incerteza e de falta de informação. Fatores como a personalidade do empresário, naturalidade e residência, são predominantes na tomada de decisão.

Assim, Galbraith (2005) defende que existem três fatores determinantes para a localização de uma empresa segundo a abordagem comportamental, são eles: a caracterização da personalidade do empresário; a cultura, costumes e modo de vida do empresário e o desejo de viver na região onde pretende implementar a empresa. Salientamos o caso das PME que na maioria das vezes são criadas e implementadas numa região, sem uma estratégia ou um plano, relativamente à sua localização, previamente definida

De acordo com Martins (2010), a abordagem comportamental defende que um empresário é incapaz de processar todas as informações necessárias no processo de tomada de decisão. Devido a essa incapacidade, é normal que o empresário opte pela primeira hipótese que cumpra todos os requisitos que procura, no local onde pretende implementar a sua empresa.

Em resumo, a abordagem comportamental defende que a localização das empresas se deve essencialmente ao meio envolvente, qualidade de vida e características pessoais dos empreendedores ou empresários, não se considerando quaisquer fatores económicos.

2.1.4 Abordagem Contemporânea

As teorias dinâmicas da localização surgem através dos estudos desenvolvidos por Castells (1999), e procuram integrar a perspetiva social na análise da organização do espaço reconhecendo a interdependência entre as organizações e reputando às economias de aglomeração uma importância central. Entre os novos fatores de localização são considerados

o comportamento da localização das indústrias modernas face aos incentivos fiscais governamentais, mercados globais, criação de distritos industriais, proximidade de centros de ensino e pesquisa, disponibilidade de capital, cultura empreendedora, integração em redes, motivações pessoais dos empresários, etc (Schmenner, 1982).

A introdução da noção de lucros psicológicos, na teoria das localizações, enfatizou o valor de uma teoria de maximização da satisfação que superasse as limitações da abordagem baseada no homem económico (*Homo Economicus*). Além de ampliar a análise de aspetos relacionados com custos – terra, capital, mão-de-obra, seguro, energia, matéria-prima, transporte, etc., Castells (1999) e outros autores contemporâneos avaliam também aspetos da procura, tais como elasticidade, efeitos de proximidade, serviços oferecidos, localização dos concorrentes etc.

A determinação do ponto ótimo de localização a partir do ponto de lucro máximo passa, assim, a ser considerada vaga, já que, no que concerne à organização do espaço, há uma considerável diferença entre a busca do benefício imediato e a persistência do benefício a longo prazo, que deriva de uma situação de força no mercado.

A literatura inclui, entre os fatores contemporâneos de localização, aspetos como o bom clima, um ambiente social agradável, uma vida cultural dinâmica, proximidade de amenidades urbanas e opções de lazer, ausência de poluição, conjunto urbanístico e arquitetónico harmonioso e ecologicamente integrado ao meio ambiente (Rebello, 1997). Ou seja, elementos capazes de atrair trabalhadores altamente capacitados e possuidores de hábitos de consumo sofisticados.

2.2 Ferramentas de apoio à decisão da localização empresarial

As ferramentas de apoio à decisão permitem a identificação de localizações empresariais mais adequadas a cada realidade. Para tal, enumeramos algumas das ferramentas de apoio aos decisores:

- Sistema de Informação Geográfica (SIG) que é utilizado principalmente para recolher dados geograficamente específicos e suportar a sua apresentação e análise baseadas na localização (Mckeown *et al.*, 2022).
- Análise de decisão de múltiplos critérios MCDM (Multi-Criteria-Decision-Making) que assume dados normalizados, o que se traduz numa grande limitação uma vez que é necessário comparar vários critérios qualitativos e quantitativos num ambiente de grande incerteza (Siksnyte-Butkiene & Streimikiene, 2020); (Gomes & Moreira, 1998).
- O método hierárquico AHP - Analytic Hierarchy Process - é o método de decisão multicritério mais amplamente utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisão na seleção de localizações empresariais. Este método busca tratar a complexidade com a decomposição e divisão do problema em parcelas, que podem ainda ser decompostos em novas parcelas até ao nível mais baixo e dimensionáveis, estabelecendo relações para depois sintetizar (Costa, 2002).
- Perito em Sistemas (ES), que recomenda critérios de adequação com base em experiências anteriores ou conhecimento especializado (Saniuk *et al.*, 2022).

Os SIG têm sido frequentemente utilizados para identificar áreas adequadas para promover

desenvolvimentos económicos. No entanto, embora possuam capacidades ideais para a realização de pesquisas espaciais baseadas em critérios nominalmente mapeados, são de uso limitado quando vários critérios e objetivos contraditórios são considerados na análise (Carver, 1991).

As técnicas de análise de decisão de multicritérios (MCDM) foram concebidas para analisar problemas de decisão, gerar soluções alternativas úteis e avaliar as alternativas baseadas nos valores e preferências de um decisor. As técnicas MCDM têm vindo a ser utilizadas para resolver vários problemas nos processos de seleção e localização empresarial. Para Korpela & Tuominen (1996) o perito especialista (ES) permite humanizar a análise e recorrer as experiências passadas que as outras ferramentas não conseguem distinguir ou correlacionar.

Neste sentido, o método de perito especialista (ES), o método MCDM, o método AHP e o sistema SIG são ferramentas úteis, mas quando utilizadas de forma independente, não são suficientes para resolver problemas complexos de seleção e localização de infraestruturas industriais. Deste modo, quando utilizados de forma complementar, transformam-se em ferramentas muito poderosas que ajudam o decisor a mitigar erros futuros.

2.3 Introdução às infraestruturas de Centros de Dados

Os centros de dados são considerados o motor da Internet. Desde sites de serviços a aplicações móveis, passando por dispositivos IoT fixos e móveis, tudo é suportado por algum tipo de serviço hospedado nestas infraestruturas. Deste modo é necessário que os centros de dados sejam eficazes, fiáveis, eficientes e seguros (Fernández-Cerero *et al* , 2021).

Vivemos uma era verdadeiramente digital. A evolução da tecnologia progride a um ritmo acelerado e os dispositivos que utilizam os serviços da internet das coisas (IoT) estão por todo o lado conforme defende Tohanean & Vasilescu (2019), o que exige infraestruturas mais robustas e seguras. Paralelamente, muitas empresas, motivadas pelos elevados custos de instalação e manutenção dos seus centros de dados, começaram a virtualização das suas infraestruturas, optando por estruturas híbridas como a melhor estratégia para otimizar recursos (Gratner, 2021).

Deste modo, os centros de dados têm de garantir quatro requisitos essenciais: (i) satisfazer as necessidades dos seus utilizadores; (ii) disponibilizar uma alargada oferta de serviço; (iii) garantir a segurança dos dados e (iv) dispor de uma elevada latência, que se traduz no tempo de transmissão dos dados. Conforme mencionado por Covas *et al.* (2012) a definição de critérios para a seleção de uma boa localização de centros de dados pode diferir de acordo com a dimensão e prioridades empresarias do centro de dados.

A figura 2 apresenta a estratificação do nível de segurança e operacionalidade dos centros de dados. Deste modo, os centros de dados categorizam-se em quatro níveis: **TIER 1**- Infraestrutura dedicada, possui uma fonte de energia interrupta e equipamentos de arrefecimento 24h por dia. Deve estar fora de serviço pelo menos uma vez por ano para substituição e manutenção; **TIER 2** – infraestrutura redundante, inclui geradores auxiliares ou UPS refrigerados, requer uma interrupção do serviço sempre que necessário realizar um serviço de manutenção; **TIER 3** - disponibilidade simultânea do centro de dados, ou seja, não

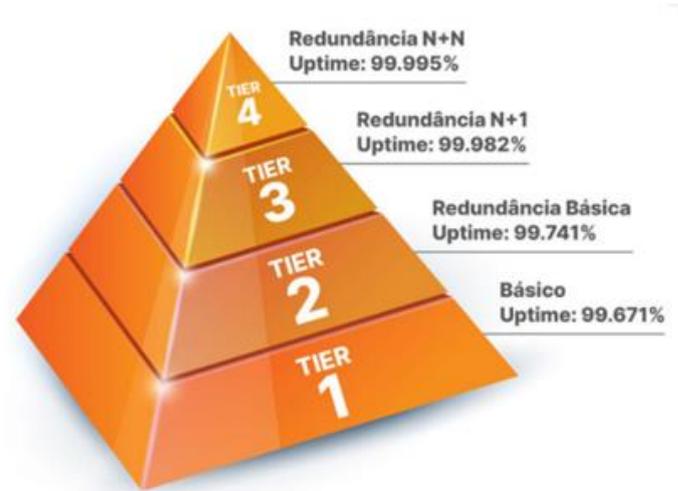


Figura 2: Categorias TIER dos centros de dados

Fonte: Adaptado de Uptime Institute, 2016

requer paragens para substituição e manutenção de equipamentos, possui várias linhas de distribuição elétrica ligadas, mas apenas uma ativa; **TIER 4** - Tolerante a falhas (99,995% de disponibilidade), baseia-se no TIER 3, permite planear as atividades de manutenção sem afetar os serviços críticos de computação e é capaz de suportar pelo menos um evento não planeado de supressão de energia sem impacto crítico na carga de dados (Uptime Institute, 2016).

2.3.1 Fatores críticos de sucesso de localização de Centros de Dados

A revisão de literatura revelou-se muito limitada no que concerne a conteúdos científicos sobre os critérios e processos de seleção e localização de centros de dados. Ainda assim, esta literatura desenvolveu alguma produção através de trabalhos realizados, por exemplo, na análise de modelos multicritério de decisão MCDM de Daim et al. (2013) ou questões que abordam a materialidade da internet colocadas por Parks & Starosielski (2015).

A mudança para tornar visível tudo o que é obscurecido pela metáfora da nuvem é abordado sublinhando as ligações infraestruturais entre geografias globalizadas e impactos locais nos estudos de Johnson & Hogan (2017).

Nesta abordagem, destacam-se os estudos desenvolvidos por Holt & Vonderau (2019) e Vonderau (2017) onde são identificados os principais fatores na seleção e localização de um centro de dados, centrando-se:

- nos riscos naturais (tempestades e terremotos);
- nos riscos humanos (poluição industrial e vibração);
- na disponibilidade de serviços públicos.

Mais tarde, Basu (2016) acrescenta outros critérios relevantes na seleção de localizações com potencial para instalar centros de dados, onde destaca:

- o custo de aquisição de terrenos;
- a eficiência no fornecimento de energia, incluindo energia de fontes renováveis;
- a eficácia do uso da água;

- a conectividade submarina e terrestres;
- a disponibilidade de água e soluções alternativas de arrefecimento;
- a mão de obra qualificada;
- a política fiscal;
- a análise de risco.

Num outro artigo, Daim et al. (2013) definem quatro fatores para selecionar localizações de centros de dados: fator geográfico; fator de custo; fator político e fator social. Com efeito, a escolha da localização deve ter em conta os riscos naturais (tempestades, terremotos), os riscos humanos (poluição industrial, vibração) e ainda os riscos de segurança e a estabilidade política e social.

Conforme Hu (2015) demonstrou recentemente, existe um enorme fosso entre a personificação da nuvem em centros de dados consumidores de energia e a nossa compreensão como efémero e como nuvem.

Este ecossistema infraestrutural não se limita apenas à edificação e gestão de centros de dados, mas inclui uma complexa e ramificada rede de cabos de fibra ótica submarina e terrestre, protocolos e normas de internet, redes de eletricidade de muito alta potência e redundantes, sistemas de arrefecimento, várias formas de mão-de-obra qualificada e não qualificada, dispositivos económicos e modelos e, acima de tudo, formas socioculturais específicas (valores e imaginários) em que todos precisam de funcionar interligados para realizar a tal conectividade planetária.

As decisões de localização de um novo centro de dados são sempre estratégicas, se considerarmos o longo período de vida dos centros de dados, a quantidade de capital alocado à sua implementação e a dificuldade em reverter erros de localização.

Neste sentido, a localização de centros de dados deve ser adaptada para satisfazer a procura de estilos de vida digitais das empresas e das pessoas. Esta procura está a impulsionar uma arquitetura híbrida de centros de dados centrais, regionais e locais, sem que exista uma hierarquia estabelecida entre eles, estando interligados em rede sempre de forma complementar.

Do mesmo modo, a definição de critérios para a seleção de uma boa localização de centros de dados difere de acordo com as prioridades empresariais. Os estudos de Covas et al. (2012) apresentam uma análise de decisão multicritérios para identificar a melhor localização de um centro de dados, tendo em conta as dimensões económicas, sociais, técnicas e ambientais.

2.3.2 Sustentabilidade e Transição Energética

Os investigadores Covas et al. (2012) e Rao et al. (2010) referem nos seus estudos que os centros de dados se caracterizam por um elevado consumo energético. Ou seja, quando um operador decide instalar um novo centro de dados, um dos primeiros critérios a ser avaliado é o custo e disponibilidade energética.

Sempre que realizamos uma ação digital, desde um simples “gosto” no Facebook até ao *streaming* de um episódio da nossa preferência na Netflix, estamos a aceder e a utilizar dados que se encontram armazenados num servidor algures no nosso planeta. Este volume de dados requer elevados recursos energéticos e faz com que os centros de dados sejam ávidos de energia.

De acordo com um relatório "Data Centers and Data Transmission Networks" publicado pela AIE (2019), os centros de dados consomem cerca de 1,5% da energia elétrica do mundo e são responsáveis por cerca de 2% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). Por esse motivo, não é de estranhar que o impacto das emissões de dióxido de carbono nas alterações climáticas e a concentração de serviços de IT em centros de dados tem levantado questões sobre a sua sustentabilidade energética, como referem Koomey et al. (2010), uma vez que o consumo de energia é a parte mais significativa dos custos de um centro de dados.

A revisão de literatura revelou que o consumo energético será um dos grandes desafios por resolver numa economia cada vez mais digital e cada vez mais apoiada em grandes centros de dados, onde os ganhos de eficiência são rapidamente anulados pelo crescimento constante das necessidades de processamento de informação.

Os reguladores europeus estão também a considerar metas ambientais vinculativas para os operadores de centros de dados, em tomo das emissões de carbonos.

Nos últimos anos, os operadores de centros de dados registaram melhorias muito significativas a nível da eficiência energética, que resultaram num consumo total de energia relativamente constante, enquanto as necessidades de consumo, devido ao aumento do número de centros de dados, aumentaram mais de sete vezes (AIE 2020).

Todos os aspetos do desempenho ambiental do centro de dados devem ser considerados durante todo o ciclo de vida total da instalação. Os custos de energia e de controlo climático estimam-se que representem 45% do consumo total de energia de um centro de dados. Como o custo da energia é elevado, os operadores de centros de dados têm investido na utilização de energia de fontes renováveis.

É notória a tendência no surgimento do centro de dados "GREEN", sobretudo nos centros de dados Hyperscaler de nível TIER 4, uma vez que são estes que são capazes de consumir energia equivalente a uma pequena cidade (Uddin & Rahman, 2012).

É importante sublinhar que a sustentabilidade é transversal e todas as ações que melhorem a eficiência do sistema, das quais podemos destacar: reciclar calor residual, minimizar o consumo e água e as emissões de gases de estufa, evitar a utilização de materiais perigosos, reutilizar ou reciclar equipamentos ao longo de todo o ciclo de vida (Inter American Development Bank, 2019).

Em resumo, a economia circular específica do setor, terá impactos diversos e abrangentes, a nível social, económico e ambiental a longo prazo (Andrews & Whitehead, 2021).

2.3.3 Conectividade e Transição Digital

Os centros de dados são um dos principais responsáveis pelo funcionamento de toda a arquitetura da Internet.

O trabalho remoto, o aumento do uso de dispositivos inteligentes, a maior adoção de serviços em nuvem e a dinamização das redes sociais e do *streaming*, acelerados pela pandemia Covid-19, farão com que o consumo de dados aumente não só em Portugal como no resto da Europa e no mundo. Todos os sectores se adaptarão aos meios digitais, sejam eles governamentais, públicos ou privados, industriais, etc (Savills, 2023).

São os cabos submarinos e terrestres de fibra ótica que interligam os vários centros de

dados que, de outra forma, não passariam de edifícios de servidores que comunicariam apenas entre si. Segundo o estudo da IDC até 2023, 60% das empresas irão implementar uma conectividade híbrida e inteligente, efetuando a terciarização do alojamento dos seus dados.

As novas tecnologias, como o Metaverso³, IA, ML, IoT, por exemplo, geram, consomem e armazenam uma quantidade enorme de dados que se estima, crescerá muito nos próximos anos. Além disso, as aplicações de IA, os sensores, câmaras e dispositivos de IoT serão integrados em muitos dos equipamentos que utilizamos no nosso quotidiano, o que obriga a uma infraestrutura de conectividade com maior velocidade e latência. Ou seja, a conectividade está no epicentro de toda a Transformação Digital.

2.3.4 Localização e Atratividade do Investimento

A posição geográfica de Portugal irá trazer uma nova centralidade no panorama da estratégia europeia de conectividade. Portugal surge como um local atrativo para satisfazer as necessidades de distribuição de tráfego entre a Europa, África e América do Norte e do Sul, permitindo a estes mercados ter acesso a conectividade eficiente com toda a Europa.

Portugal continua a ser um dos poucos países do mundo que tem ligações diretas a cinco continentes e continua a reforçar a sua posição estratégica, com a amarração de novos sistemas de cabos submarinos com capacidade muito superior às existentes e com rotas diretas para os principais mercados de consumo.

Os anúncios de amarração na costa portuguesa de novos sistemas de cabos submarinos têm sido cada vez mais frequente, onde se destacam: o cabo submarino EllaLink que liga Portugal ao Brasil; o cabo Submarino Equiano (Google) que ligará Portugal a África do Sul; o cabo submarino 2Africa (Meta) que ligará um total de 33 países, sendo 5 na Europa entre os quais se inclui Portugal, 19 em África, 7 no Médio Oriente e 2 na Ásia, o cabo Nuvem (Google) que ligará Portugal aos Estados Unidos da América e o cabo Medusa que ligará Portugal a 9 países do Mediterrâneo, 4 na Europa e 5 no norte de África

Esta rede, altamente capilar, permite aos operadores dos centros de dados a liberdade de escolher a melhor localização para colocar a sua infraestrutura, garantindo uma grande conectividade neutra e redundante.

Todos estes fatores combinados fazem de Portugal um país capaz de garantir uma conectividade de alta qualidade entre os países europeus e o resto do mundo, com especial ênfase nos mercados emergentes, o que é particularmente relevante para garantir que as empresas europeias possam tirar partido de redes de baixa latência rentáveis (Marques Tavares *et al.*, 2021).

³ Metaverso é a terminologia utilizada para indicar um tipo de mundo virtual que tenta replicar a realidade através de dispositivos digitais. É um espaço coletivo e virtual compartilhado, constituído pela soma de "realidade virtual", "realidade aumentada" e "Internet".

3 Abordagem Metodológica

Neste estudo, o tipo de investigação utilizada será de natureza quantitativa, uma vez que esta se apresenta, no entendimento do investigador, como a melhor forma de compreender um fenómeno numa perspetiva holística. Foi definida, por conveniência, uma amostra representativa da população em estudo, adotando o investigador as necessárias precauções de modo a evitar generalizações, assumindo-se desde já este aspeto como uma limitação a controlar em futuras investigações.

Neste sentido, a recolha de dados foi realizada por meio de 15 entrevistas individuais semiestruturadas junto de especialistas, operadores de telecomunicações, operadores de centros de dados, reguladores e decisores políticos que representam instituições e empresas que detêm grande conhecimento sobre o ecossistema empresarial de armazenamento de dados. O número de entrevistas realizadas foi considerado representativo tendo em conta as funções desempenhadas pelos entrevistados, complementado pelo longo percurso profissional que lhes é reconhecido dentro do setor. Estas entrevistas tiveram uma duração média de uma hora e foram realizadas via plataforma TEAMS⁴, tendo sido solicitado o consentimento dos entrevistados para a gravação das mesmas. A gravação obtida foi, posteriormente, foram transcritas para o Microsoft⁵ Office Word através do software Transkriptor⁶.

Neste sentido, as entrevistas foram realizadas tendo por base um guião com treze questões divididas em três blocos que permitem responder aos objetivos da investigação e da revisão de literatura realizada e que são apresentadas tabela 1. Antes de iniciar cada entrevista foi realizada uma breve introdução de contextualização do entrevistado no âmbito do estudo a desenvolver.

O primeiro bloco de quatro questões exploratórias pretendeu-se identificar os fatores de enquadramento empresarial e geopolítico que determinam a seleção de uma localização de um centro de dados.

No segundo bloco, com sete questões, pretendeu-se validar as necessidades infraestruturais de utilidades e seus impactos na instalação dos centros de dados tendo como referência a revisão da literatura realizada. Neste bloco foram consideradas tanto questões descritivas como interpretativas. Pretendeu-se aferir com este método a sensibilidade dos entrevistados sobre a relação entre o fator energético e as políticas de sustentabilidade implementadas, o impacto da conectividade e sua influência na transição digital das sociedades modernas e por último os fatores de atração de investimento de infraestruturas de armazenamento de dados.

No terceiro e último bloco, foram propostas duas questões igualmente interpretativas que pretendiam identificar futuras tendências e desafio do sector, na perspetiva institucional e na perspetiva empresarial.

Para processamento dos dados obtidos foi desenvolvida uma tabela onde se pretendeu trabalhar o conteúdo de forma rigorosa e organizada segundo os temas propostos, de forma a obter os dados analíticos que permitiram retirar conclusões teóricas e empíricas.

⁴ Microsoft TEAMS – Plataforma colaborativa no local de trabalho: videoconferência e aplicações. Redmond, Washington, EUA: <https://teams.microsoft.com>

⁵ Microsoft Corporation – Redmond, Washington, EUA: www.microsoft.com

⁶ Transkriptor – Middletown, Delaware, USA: www.trankriptor.com

Tabela 1: Questões de investigação

Nº	Dimensão	Questões do Guião de Entrevista	Enquadramento no estudo	Referência Revisão Literatura
Bloco I – Modelos de negócio e enquadramento geopolítico do setor de centros de dados				
1	Enquadramento Empresarial e Geopolítico	Quais são nos fatores determinantes na seleção de uma localização para um Centro de Dados?	Identificar os principais fatores para a seleção de uma localização de centros de dados.	(CINEA, 2021); (EC, 2020); (Widmann, 2021); (Bueger & Liebetrau, 2021); (IDC, 2023) (Gomes & Moreira, 1998) (Costa, 2002) (Daim <i>et al.</i> , 2013) (Vonderau, 2019) (Porter, 2000) (Carver, 1991)
2		Quais as diferenças entre os operadores de Centros de Dados que selecionam localizações dentro ou fora dos grandes centros urbanos?	Identificar as diferenças entre tipos de centros de dados e os principais modelos de negócio do setor.	(Ounifi, <i>et al.</i> 2015) (Holt & Vonderau, 2019) (Fernández-Cerero <i>et al.</i> , 2021)
3		Quais os modelos de negócio mais utilizados no mercado na comercialização dos centros de dados?		(Townsend <i>et al.</i> , 2019) (Gratner, 2021) (Uptime Institute, 2016)
4		Qual o impacto da estratégia digital da EU apresentada em 2021, nomeadamente das EU-Data Gateways, na localização de novos Centros de Dados neste continente?	Identificar o impacto geopolítico do setor.	(Maguire & Winthereik, 2019) (Vonderau, 2019); (Ounifi <i>et al.</i> , 2015) (Nicolae & Roșca, 2021); (Jindal <i>et al.</i> 2018) (IDC, 2023) (CINEA, 2021); (CE, 2020);
Bloco II – Fatores Infraestruturais que condicionam a seleção de uma localização de um centro de dados				
5	Sustentabilidade Energia	Qual o impacto das políticas de sustentabilidade na decisão de localização de um Centro de Dados?	Identificar o impacto do fator energético na tomada de decisão da seleção de uma localização de centros de dados	(Andrews & Whitehead, 2021) (Wang, <i>et al.</i> , 2022) (Avgerinou <i>et al.</i> , 2017) (Małkowska <i>et al.</i> , 2021) (Covas <i>et al.</i> , 2012) (Uddin & Rahman, 2012)
6		Sabendo o peso do fator energético na estrutura de custos de um centro de dados, quais são os principais desafios para a adoção de energias renováveis em grande escala nos Centros de Dados?		(Koronen <i>et al.</i> , 2020) (Sriram, 2022) (Rao <i>et al.</i> , 2010) (Kooimey <i>et al.</i> , 2010)
7	Transição Digital Conectividade	Qual o impacto que a amarração de novos cabos submarinos de fibra ótica terá no desenvolvimento do Hub nacional de Centros de Dados?	Identificar o impacto do fator conectividade na tomada de decisão da seleção de uma localização de centros de dados e a relação do mesmo com o desenvolvimento do tecido empresarial	(Saunavaara, <i>et al.</i> , 2022) (Bueger & Liebetrau, 2021) (IEA, 2020) (Kaushik <i>et al.</i> , 2020)
8		De que forma a proximidade de um Hub de Centros de Dados pode influenciar a eficiência das empresas nos diferentes setores da economia europeia?		(Bueger & Liebetrau, 2021) (Tohanean & Vasilescu, 2019) (Makkonen & Komulainen, 2018)
9		Que medidas os operadores de Centros de Dados podem desenvolver para garantir a segurança cibernética de empresas e pessoas?		(Veale & Brown, 2020)
10	Atração de Investimento Localização	Como define a localização geográfica de Portugal em termos de conectividade aos mercados mais relevantes consumidores de dados?	Identificar as vantagens competitivas da localização de Portugal para o desenvolvimento de um Hub digital de armazenamento de dados.	(Marques <i>et al.</i> , 2021) (Bueger & Liebetrau, 2021)
11		Temos vindo a assistir à instalação de vários centros de inovação e investigação de grandes multinacionais em Portugal (Nokia, BMW, Mercedes, Google, Uber, Claranet, Cloudflare, etc). A criação de um "Hub digital de Armazenamento de dados em Portugal poderá potenciar o desenvolvimento de um "Hub" de desenvolvimento tecnológico?		(Maguire & Winthereik, 2019) (Wortmann & Flüchter, 2015)
Bloco III – Tendências de mercado				
12	Tendências de mercado	Quais as políticas públicas que Portugal deverá implementar para captar novos investimentos de operadores de Centros de Dados?	Identificar as tendências de mercado e pontos de melhoria para a atração de investidores deste setor.	(Widmann, 2021) (Institute & Development, s.d.) (IEA, 2020) (Toporin <i>et al.</i> , 2021) (Goodspeed, <i>et al.</i> , 2011)
13		Quais são as principais tendências na seleção e localização dos centros de dados para fazer face às exigências da nova era digital?		(Widmann, 2021) (IDC, 2023)

Fonte: Produção própria

3.1 Objetivos da investigação

Após a revisão da literatura e expressa a problemática de investigação, esta dissertação pretende apresentar de forma sistemática elementos para o processo de seleção e localização de centros de dados, inspirada pelos teólogos clássicos e contemporâneos referidos na revisão de literatura. Em sequência, este trabalho propõe-se estudar o impacto da criação de um Hub Digital de infraestruturas de armazenamento de dados em Portugal, identificar os fatores críticos de sucesso no processo de seleção e localização de centros de dados, tendo por base as seguintes linhas de investigação expressas na tabela 2:

Tabela 2 – Questões de Investigação

Fatores críticos de sucesso para a instalação de um Hub de centros de dados em Portugal	
Linhas de Investigação (Autores, Ano)	Questões de Investigação
Utilizamos um modelo hierárquico para analisar vários fatores financeiros, ambientais, sociais, políticos e geográficos que uma organização precisa de analisar ao escolher uma cidade para o seu Centro de Dados (Daim <i>et al.</i> 2013).	QI 1: Quais os critérios para seleção de uma localização de Centros de Dados?
A relação entre como os sistemas de TI são projetados e onde eles são colocados entre uma variedade de diferentes opções de centros de dados torna um desafio planejar os níveis apropriados de tempo de atividade para os serviços fornecidos (Townsend <i>et al.</i> 2019).	QI 2: Quais os modelos de centros de dados e como se relacionam entre si?
O IDE é sensível à tributação do país de acolhimento nos países desenvolvidos, mas não nos países em desenvolvimento; o IDE é sensível às medidas de governação do país de acolhimento e à corrupção nos países em desenvolvimento e nos países desenvolvidos, com um impacto um pouco maior para os países em desenvolvimento; e o IDE mostra sensibilidade à qualidade da infraestrutura do país anfitrião nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (Goodspeed <i>et al.</i> 2011).	QI 3: Qual o impacto das políticas públicas na instalação de centros de dados numa determinada localização?
Os locais são cuidadosamente considerados e ligados a numerosas variáveis que refletem o risco natural (por exemplo, o clima e o risco natural de risco) e as realidades sociais (por exemplo, o capital humano, infraestruturas, leis, regulamentos e políticas) num dado contexto espacial. Embora a situação existente e as previsões do futuro desempenhem um papel crucial nas decisões de investimento em relação a novos centros de dados (Saunavaara <i>et al.</i> 2022).	QI 4: Quais as infraestruturas críticas para a instalação de um Hub de Centros de Dados?
A implementação da indústria dos centros de dados no Norte da Suécia desencadeia mudanças sociais e tem efeitos espaciais. No processo de infraestruturas de nuvens, os territórios aumentam; surgem novas subjetividades e formas de governação; e surgem entidades sócio tecnológicas como a "nuvem global", ou a "nação sueca das TI", bem como centros de competência de Norrbotten e Luleå e formam geografias trans-locais do "Pólo dos Nodos" (Vonderau, 2019).	

Fonte: Produção própria

Tabela 2 - Questões de Investigação

Fatores críticos de sucesso para a instalação de um Hub de centros de dados em Portugal	
Linhas de Investigação (Autores, Ano)	Questões de Investigação
<p>O impacto da transformação tecnológica na economia e na sociedade dos países da UE agrupados de acordo com um nível de desenvolvimento semelhante, tais como os países com alto, médio e baixo desempenho. Isto contribuiu para indicar a coesão no desenvolvimento tecnológico alcançada por cada grupo de países e para reconhecer o fosso de digitalização entre os Estados-Membros da UE (Małkowska <i>et al.</i>, 2021).</p>	<p>QI 5: Qual o impacto dos centros de dados no desenvolvimento das empresas e no posicionamento geopolítico dos países?</p>
<p>A “Cloud” é uma das tecnologias que mais cresce no mercado de centro de dados, permite que as empresas tenham mais flexibilidade e escalabilidade em seus serviços, além de reduzir custos e aumentar a eficiência (Yi, 2019). O Edge Computing” está a emergir como uma arquitetura importante para permitir a IoT e a computação distribuída (Zhang, et al. 2018). A eficiência energética é um desafio importante para o mercado de centros de dados, uma vez que o consumo de energia é um dos maiores custos associados à operação de um centro de dados" (Koronen et al., 2020). A conectividade é uma das principais tendências que está a moldar o mercado de centros de dados, com uma procura crescente por ligações de alta velocidade e baixa latência para suportar aplicações e serviços baseados na nuvem (TeleGeography, 2021).</p>	<p>QI 6: Quais as principais tendências e desafios que o setor dos Data Centres irá enfrentar no processo de seleção de novas localizações?</p>

Fonte: Produção própria

4 Resultados e Discussão

O capítulo seguinte pretende fornecer uma caracterização abrangente da população entrevistada e uma análise extensiva das evidências recolhidas, procurando responder a todos os objetivos de investigação propostos, permitindo assim identificar quais são os fatores com maior influência na seleção de uma localização de um centro de dados e qual o seu impacto na criação de um hub de armazenamento de dados em Portugal.

Neste capítulo será apresentada a análise qualitativa relativa às entrevistas realizadas, através do tratamento dos dados recolhidos e respetiva análise dos resultados com vista à validação dos seis objetivos definidos pela investigação. A análise foi realizada através do processamento de dados utilizando o software KH Coder 3 e o Microsoft Office Excel.

4.1 Caracterização da amostra

Esta investigação foi desenvolvida através da realização de entrevistas a um grupo de 15 profissionais, com uma posição relevante em diferentes áreas do setor das telecomunicações e armazenamento de dados ou com responsabilidade na definição das políticas públicas e de regulação da indústria de telecomunicações com impacto no setor das infraestruturas digitais. Neste caso, a caracterização da amostra revela-se de extrema importância de modo a garantir a qualidade, relevância e diversidade de pontos de vista da informação obtida.

Assim, a amostra considerada para este estudo incluiu: empresas que estão na base da infraestrutura digital, entidades com responsabilidades regulatórias e de definição das políticas públicas e no desenvolvimento e captação de investimento e por último a academia.

4.1.1 Funções e localização geográfica dos entrevistados

Relativamente à profissão dos entrevistados, foi feita uma divisão em quatro diferentes categorias: CEO (Chief Executive Officer), COO (Chief Operational Officer), VP (Vice President) e Head of Unit (Diretores de topo). Estes profissionais estão localizados em 6 geografias distintas.

Através da figura 3, é possível observar que a amostra de entrevistados ocupa cargos de gestão e de tomada de decisão bastante elevada, sendo que 67% têm responsabilidades de “Top Management” nas suas organizações.

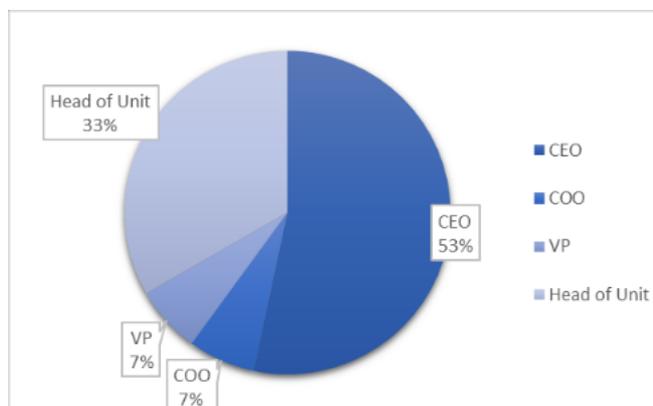


Figura 3: Posição hierárquica dos entrevistados

Fonte: Produção própria

A investigação teve igualmente em consideração a localização da amostra de entrevistados, aspeto essencial para dar uma perspetiva abrangente e independente, sobretudo sobre o potencial da localização de Portugal para o desenvolvimento de um Hub de armazenamento de dados. Assim, conforme identifica a figura 4 os entrevistados estão localizados em 6 geografias distintas.

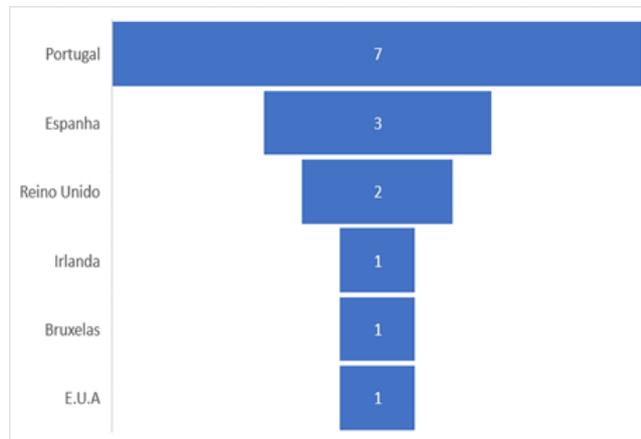


Figura 4: Localização geográfica dos entrevistados

Fonte: Produção própria

4.1.2 Experiência profissional dos entrevistados

Em relação à experiência profissional dos entrevistados, é possível observar, através da figura 5, que todos os entrevistados apresentam mais de 10 anos de experiência dentro do setor, sendo que 73,3%, apresenta mesmo uma carreira profissional superior a 20 anos.

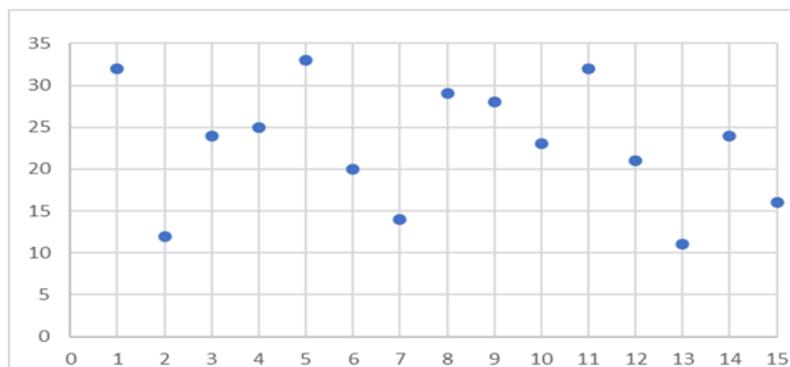


Figura 5: Número de anos de experiência profissional dos entrevistados

Fonte: Produção própria

4.2 Introdução à análise dos resultados

Após coligidos todos os dados e efetuada a respetiva análise qualitativa, este capítulo pretende responder aos objetivos definidos para a investigação através da análise dos conceitos expressos pelos entrevistados em cada uma das questões da investigação (QI) das respostas às questões do guião de entrevista (RG) e, conseqüente discussão dos resultados (DRQI) que suportam a dissertação desta tese. Assim, as questões do guião (QG) foram estrategicamente agregadas de acordo com a dimensão e enquadramento do estudo expressos na tabela 1 e que permitiram responder e discutir as questões da investigação (QI), na tabela 2, que se passa a detalhar:

4.2.1 QI 1: Critérios de Seleção e Localização de Centros de Dados

Os centros de dados fornecem a infraestrutura necessária para armazenar e processar grandes quantidades de dados, além de garantir a disponibilidade e a segurança dos sistemas TIC. Deste modo, a localização destas infraestruturas é uma decisão estratégica crítica que impacta no dia a dia das pessoas e pode influenciar as relações entre países e empresas.

Para selecionar a localização de um centro de dados, há vários fatores que devem ser considerados para garantir a segurança, eficiência e fiabilidade destas infraestruturas o que induz esta investigação a formular a primeira questão de investigação (QI 1): Quais são os critérios para seleção de uma localização de centros de dados?

4.2.1.1 RG 1: Quais os Fatores que determinam a seleção de uma localização de Centros de Dados?

A seleção de uma localização de centros de dados é um processo complexo que envolve equipas multidisciplinares e a análise de uma série de fatores determinantes para garantir a eficiência, segurança e acessibilidade dos recursos digitais.

Deste modo, a primeira questão colocada à amostra de entrevistados, pretendia identificar e priorizar os fatores mais relevantes no processo de seleção e localização de centros de dados.

Utilizando o software KH Coder 3, ferramenta de *text mining*, na sua vertente de “*Word Frequency List*”, foi possível efetuar uma lista de palavras utilizadas com maior frequência pela amostra de entrevistados, no decorrer das entrevistas.

Desta forma, torna-se evidente pela análise da figura 6 que a palavra mais utilizada pela amostra foi energia, “POWER”, uma vez que é um fator determinante nas operações dos centros de dados e conseqüentemente limitador no processo de decisão na seleção de uma localização.

A segunda e terceira palavras mais frequentes foram centro de dados, “DATA”, e, “CENTRE”, por representar a infraestrutura central deste estudo. De seguida a palavra com maior frequência foi conectividade, “CONNECTIVITY”.

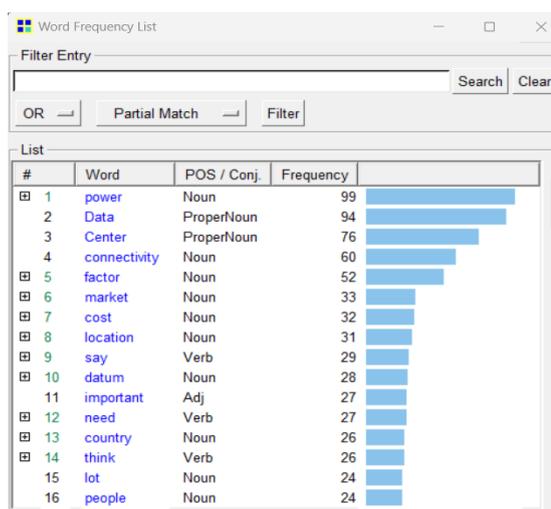


Figura 6: Lista de frequência de palavras da questão 1

Fonte: KH Coder 3

a seleção de uma localização, embora de forma secundária.

4.2.1.2 Discussão dos Resultados QI 1

A seleção da localização de um centro de dados é um processo crucial para garantir a eficiência, segurança e disponibilidade das operações de TIC destas infraestruturas.

Os centros de dados tendem a instalarem-se próximo dos pontos de consumo. No entanto, dependendo da tipologia de centro de dados, esta premissa poderá ter um peso relativo muito distinto. Por exemplo, um centro de dados “Colocation” privilegia uma localização dentro do centro urbano e próximo do centro de consumo devido à conectividade de alta velocidade que reduz as latências das comunicações dos seus clientes. Em oposição, um centro de dados de grandes dimensões, “Hyperscaler”, onde estão hospedados grande parte dos conteúdos streaming e backups e que são grandes consumidor de energia, procuram disponibilidade de terrenos fora dos centros urbanos e privilegiam o acesso a fontes de energia abundantes e redundantes em detrimento da proximidade dos consumidores (Covas *et al.*, 2012).

Conforme defende Ounifi *et al.* (2015) a seleção de uma localização de centros de dados considera diversos fatores que incluem as condições climáticas locais, a disponibilidade de recursos humanos qualificados, a proximidade de parceiros e clientes, bem como a estabilidade política e económica da região.

Deste modo, em sequência da análise dos resultados da amostra selecionada, concluiu-se que existem três fatores que são determinantes, e em alguns casos eliminatórios, na seleção de uma determinada localização para um centro de dados, ou seja:

- a) **Dimensão do mercado:** De acordo com o estudo de Makkonen & Komulainen, (2018), as tendências de mercado e o crescimento futuro da procura devem ser considerados na escolha da localização do centro de dados. Para Islam (2021) além da dimensão do mercado é importante aferir a eficiência energética, a sustentabilidade ambiental e a segurança na seleção de localização de centros de dados.
- b) **Acesso a fontes de energia:** Um centro de dados requer uma grande quantidade de energia elétrica para funcionar. De acordo com o estudo de Mishra *et al.* (2022) a disponibilidade de energia elétrica e a qualidade da infraestrutura de rede são os fatores mais importantes na seleção de uma localização para um centro de dados. Paralelamente esta energia deverá ter fontes preferencialmente renováveis e com preços competitivos para assegurar a rentabilidade da operação (Agarwal *et al.*, 2021).
- c) **Acesso a conectividade:** A localização do centro de dados deve estar próxima das rotas das redes de fibra ótica de alta velocidade submarina e terrestres e integrada com os pontos de troca de tráfego para garantir a conectividade rápida, fiável e neutra. De acordo com o estudo de Kaushik *et al.* (2020) a disponibilidade de redes de alta velocidade, como fibra ótica, pode aumentar significativamente a capacidade de transmissão de dados do centro de dados e garantir uma conexão estável e fiável.

No entanto, existem outros fatores de ordem financeira, ambiental, social, política e geográfica que devem ser considerados, conforme referido por Daim *et al.* (2013), que destaca os seguintes:

- **Custo imobiliário:** É importante avaliar o custo do mercado imobiliário. Avaliar o custo de aquisição de um edifício ou o custo e disponibilidade de solos para uso apropriado, que sejam escaláveis, próximos das infraestruturas de suporte e com processos simples de licenciamento em custo e duração.
- **Clima:** O clima da região pode afetar a eficiência do centro de dados. Selecionar, por exemplo, uma localização com clima mais frio pode ajudar a reduzir os custos de refrigeração do centro de dados (Brodie, 2020).
- **Riscos naturais de catástrofes:** É importante avaliar os riscos naturais, como terremotos, inundações e tempestades, ou seja, selecionar uma localização com menor probabilidade de ser afetada por esses eventos climáticos.
- **Segurança:** A segurança física da localização deve ser avaliada incluindo a proximidade de áreas de alto risco, existência de planos de segurança e a facilidade de acesso aos locais.
- **Regulamentação e estabilidade política e social:** o estudo desenvolvido por Topornin *et al.* (2021) destaca a importância de considerar as regulamentações governamentais. As leis nacionais e estabilidade regulatória do local devem ser avaliados de forma a garantir que o centro de dados esteja em conformidade e garanta as normas de segurança e privacidade dos dados. Noutra perspetiva, é fundamental envolver a comunidade local e apresentar de forma clara os benefícios e impactos do projeto.
- **Recursos Humanos:** Avaliar os recursos humanos disponíveis no local. É importante identificar localmente profissionais em quantidade e qualidade nas mais diversas áreas técnicas que permitem garantir as operações do centro de dados sem interrupções.

Em suma, como demonstra a figura 8 a dispersão de centros de dados a nível mundial não é uniforme e a seleção das suas localizações deve ser suportada pela análise criteriosa dos objetivos comerciais específicos e pela avaliação ponderada dos diversos fatores técnicos.



Figura 8: Mapa mundial de centros de dados

Fonte: Adaptada de DataCenterMap.com

Os objetivos comerciais são definidos de acordo com a avaliação da dimensão do mercado e respetivo potencial de crescimento, modelos de negócio e serviços disponibilizados. Os fatores técnicos a ponderar incluem o acesso à rede e disponibilidade de energia elétrica, acesso a conectividade através da rede de fibra ótica submarinas e terrestres, segurança física, análise das condições climáticas locais, acesso a recursos humanos qualificados, estabilidade política e económica, regulamentações governamentais, disponibilidade de serviços de suporte e acessos ao local de implantação.

4.2.2 QI 2: Modelos de Centros de Dados

Existem várias tipologia e modelos de negócio de centros de dados, que se diferenciam principalmente pela sua dimensão, propriedade, tecnologias usadas, eficiência energética e pelos serviços que oferecem. O crescimento exponencial de consumo de dados requer a instalação de novas capacidades de armazenamento para satisfazer a procura, que não deverá abrandar nos próximos anos. Os centros de dados estão cada vez mais ligados entre si de diversas formas para dar resposta às necessidades dos consumidores privados e empresariais. Com base neste conceito e no seguimento da revisão de literatura efetuada, esta investigação formulou a segunda questão de investigação (QI 2): Quais os modelos de centros de dados e como se relacionam entre si?

4.2.2.1 RG 2: Quais as diferenças entre os operadores de centros de dados que selecionam localizações dentro e fora dos centros urbanos?

A segunda questão do guião proposto, pretendia aferir as motivações dos operadores para optarem por instalar os seus centros de dados, dentro ou fora dos grandes centros urbanos, e identificar como hierarquizam os fatores de decisão para selecionar uma localização ideal.

Colocar um centro de dados dentro de um centro urbano pode ter a vantagem de estar próximo do consumo de dados e beneficiar das baixas latências. Em contrapartida o elevado preço do imobiliário e ausência de terrenos disponíveis pode aumentar os custos de construção e operação do centro de dados. Além disso, as áreas urbanas podem ser mais vulneráveis a acidentes provocados pela proximidade da malha urbana, falhas de energia e ataques cibernéticos, o que aumenta os riscos de interrupções no serviço.

Por outro lado, colocar um centro de dados fora de uma área urbana pode ser menos dispendioso, mais seguro e mais fácil de expandir. No entanto, a distância do centro de dados ao local de consumo pode aumentar os custos de comunicação e transporte de dados.

Desta forma, a seleção e localização do centro de dados deverá ser ajustada às necessidades do mercado e latências solicitadas. Por conseguinte, podemos identificar as diferentes tipologias de centros de dados de acordo com a sua localização ideal, do seguinte modo:

- **Dentro dos centros urbanos:** Os centros de dados localizados dentro das áreas urbanas são habitualmente do tipo “Entreprise”, “Colocation” ou “Edge”, uma vez que podem beneficiar do acesso a uma infraestrutura avançada, como energia elétrica estável, conectividade de alta velocidade, de baixa latência e serviços públicos diversos.
- **Fora dos centros urbanos:** Os centros de dados instalados fora dos centros urbanos

Assim, as diferentes tipologias de centros de dados oferecem uma variedade de serviços distintos para responder às necessidades específicas das empresas e organizações, dos quais se destacam:

Hospedagem de servidores: Os centros de dados “Colocation” fornecem espaço físico e infraestrutura para empresas que desejam hospedar seus servidores e equipamentos de TI. Os clientes compartilham o espaço e os recursos fornecidos pelo centro de dados.

Gestão de Serviços: os centros de dados disponibilizam diversos serviços que permitem às empresas ajustar os seus investimentos de acordo com os recursos que efetivamente utilizam. Assim, os utilizadores dos serviços IaaS, SaaS e PaaS podem escolher o nível de serviço que precisam, sem se preocuparem com a manutenção dos sistemas e contam com o suporte de serviços de TI de um operador externo. O modelo de infraestrutura como serviço (IaaS), permite às empresas alugar recursos de TI, como servidores, armazenamento e recursos de rede, para hospedar as suas aplicações e serviços. O modelo de software como serviço (SaaS) oferece às empresas o poder da infraestrutura de um centro de dados físico, onde podem aceder a aplicações e serviços suportados pela Cloud, como gestão de dados e aplicações de colaboração e produtividade. O modelo de plataforma como serviço (PaaS), permite que as empresas acedam a plataformas de desenvolvimento e hospedagem, permitindo que desenvolvam suas próprias aplicações.

Nuvem privada: é regularmente referida por “Cloud Privada”. Consiste nos recursos informáticos utilizados exclusivamente por uma empresa ou organização. A Cloud privada pode estar fisicamente localizada no centro de dados da organização ou pode estar alojada num fornecedor externo. No entanto, os serviços e a infraestrutura são sempre mantidos numa rede privada, e o hardware e software são dedicados exclusivamente à organização. Desta forma, uma Cloud privada pode tornar mais fácil a uma organização personalizar os respetivos recursos para corresponder a requisitos de TI específicos. As Clouds privadas são, muitas vezes, utilizadas por departamentos governamentais, instituições financeiras e outras organizações de média e grande dimensão, com exigências de executar operações críticas e que procuram um controlo total do ambiente de TI.

Nuvem Pública: são caracterizadas pelos baixos custos, não requerem manutenção, permitem uma escalabilidade quase ilimitada e disponibilizam um elevado grau de fiabilidade. Neste tipo de serviço é habitual o hardware, o software e as outras infraestruturas de apoio serem detidos e geridos pelo fornecedor externo que disponibiliza geralmente as tecnologias mais modernas. A nuvem pública é dominada pelos Hyperscalers (AWS-Amazon Web Services, Google Cloud, Microsoft Azure, IBM Cloud e Alibaba Cloud), que fornecem recursos e serviços de TI (IaaS, PaaS e SaaS) pela internet. Geralmente é uma infraestrutura dedicada exclusivamente a uma única organização. Este modelo oferece maior controle e segurança, mas requer investimentos significativos em hardware e manutenção.

A correta tipologia de centro de dados a seleccionar é um elemento essencial na jornada de transformação digital de cada organização. Por conseguinte, é relevante conhecer os diversos modelos de centros de dados. A tabela 3, agrega as quatro tipologias de centros de dados mais comuns, descrevendo o seu modelo de negócio, estratégia de localização, mercado de alcance e a sua função no ecossistema de armazenamento de dados.

Tabela 3: Tipos de Centros de Dados

Tipologia	Mercado	Local	Descrição	Tipo de Função
Enterprise	Interno	Empresa	Centros de dados “enterprise” são propriedade de uma empresa.	Armazenamento local de dados e servem para hospedar aplicações próprias.
Edge	Local	Cidades	Os Centros de dados “Edge” são a tipologia com maior crescimento no mercado dos centros de dados. Estão especialmente vocacionados para gestão mais ágil dos dados entre os utilizadores e os servidores para solucionar o problema da latência.	“Cloud Publica”. A sua localização dentro dos centros urbanos possibilita disponibilizar serviços específicos, de streaming de música e vídeo, diversas aplicações Cloud, gestão de Big Data, e suporte a tecnologias de 5G, IA, ML, IoT, IoMT.
Colocation	Pontos de agregação Locais ou regionais	Cidades ou Locais Limítrofes	Os centros de dados “Colocation” são a tipologia com maior presença no mercado. São projetados para fornecer infraestrutura e garantir que os dados e os sistemas de computação dos clientes estejam protegidos e disponíveis. Habitualmente o operador desta tipologia fornece a infraestrutura: construção, refrigeração, conectividade e segurança física. O cliente é responsável pela gestão e colocação dos componentes e equipamentos, incluindo os servidores, armazenamento e firewalls.	“Hospedagem” ou “Cloud Privada” Neste tipo centro de dados existem clientes de todas as dimensões e setores (setor público, setor privado, setor financeiro, mas também operadoras telecomunicações, fornecedores de serviços digitais e fornecedores de cloud). Muitas empresas de Software as a Service (SaaS) ou Platform as a Service (PaaS) usam esse tipo de centros de dados como base para fornecer os seus serviços.
Hyperscaler	Regional transnacional Intercontinental	Fora das cidades	Os centros de dados “Hyperscaler” têm por norma uma capacidade superior a 100Mw. Esta tipologia está a aumentar no mercado em número e capacidade de forma a solucionar o problema do elevado volume dados gerado pelas novas tecnologias. A oferta comercial é geralmente personalizada e negociada caso a caso. Estão normalmente distantes do local de consumo dos dados.	“Cloud Publica”. Os dados e aplicações são hospedados por um fornecedor de serviços em nuvem “Cloud”. Este tipo de centro de dados oferece serviços como computação e armazenamento em escala empresarial. Dão suporte a serviços Cloud, redes sociais, comércio eletrónico e outras operações digitais em larga escala.

Fonte: Produção própria

O modelo de negócio dos centros de dados tem diferentes abordagens em relação à sua política comercial:

- **Preço por espaço físico:** Alguns centros de dados cobram aos clientes com base no espaço físico ocupado, ou seja, por número de racks instaladas, gabinetes ou salas contratadas. O preço pode variar de acordo com a localização, capacidade disponível de energia e outros recursos adicionais fornecidos.
- **Preço por consumo de energia:** Neste modelo, os clientes pagam o serviço com base no consumo de energia necessário para alimentar os seus servidores e equipamentos. É uma abordagem mais granular que leva em consideração o uso real de recursos.

- **Preço por transferência de dados:** Alguns fornecedores de serviços em nuvem cobram com base na quantidade de dados transferidos dentro e fora do centro de dados. Isto é relevante especialmente para empresas que lidam com grandes volumes de tráfego.

4.2.2.3 Discussão dos Resultados QI 2

Os centros de dados são uma infraestrutura importante da nossa economia digital. São responsáveis por armazenar e gerir os dados que controlam as nossas aplicações e sistemas que utilizamos diariamente.

O resultado obtido através da amostra de entrevistadas conclui-se que a seleção e localização de um centro de dados é determinada pela sua tipologia e objetivos comerciais. No entanto, as diferentes tipologias de centros de dados fazem parte de um ecossistema único que se complementa, de forma a oferecer um serviço consistente e eficiente aos seus utilizadores.

Este ecossistema é responsável pela forma como os sistemas de TI são concebidos e hospedados entre um conjunto de diferentes opções de centros de dados, o que torna um desafio planejar níveis adequados de tempo de utilização dos serviços prestados (Townsend *et al.*, 2019).

Assim, mesmo que existam cada vez mais organizações que migram para a Cloud ou optem por um ambiente de infraestrutura de TI híbrida, haverá muitas organizações que ainda beneficiam da opção do centro de dados dedicado e personalizado. Isto é particularmente verdadeiro para grandes empresas com infraestruturas altamente especializadas, como é o caso dos Hyperscalers ou organizações governamentais que têm de cumprir requisitos muito rigorosos de conformidade e segurança (Floerecke *et al.*, 2023).

Embora existam muitas complexidades associadas à avaliação de potenciais localizações de centros de dados, é possível identificar locais que oferecem uma combinação única de características desejáveis para determinadas tipologias de centros de dados. É frequente, uma localização urbana oferecer um bom acesso a uma rede elétrica já existente, mas pode não fornecer uma fonte de alimentação fiável e disponível. Um centro de dados localizado fora de um centro urbano, normalmente é construído para o efeito e consegue coordenar com os fornecedores de utilidades as infraestruturas necessárias para garantir a redundância de conectividade e de suprimento de energia de forma robusta.

Em resumo, para Arora *et al.* (2018) selecionar um local ideal para um centro de dados depende do tipo de conteúdos hospedados, já Gantz (2001) refere o acesso e dimensão dos mercado-alvo e Syed (2023) as prioridades empresariais para maximizar o investimento. Em complemento, Covas *et al.* (2012) referiu que o processo de seleção de uma localização de centros de dados deve considerar que todas as necessidades dos utilizadores devem ser satisfeitas e que a tipologia e modelo de negócio devem ser otimizadas de forma a garantir um elevado grau de satisfação no que concerne à disponibilidade de serviços, à segurança dos dados e à rapidez de resposta (baixa latência) da transferência dos dados.

4.2.3 QI 3: Políticas públicas orientadas para setor de centros de dados

As políticas públicas orientadas para o ecossistema digital, onde se incluem os centros de dados e cabos de fibra ótica submarinos e terrestres, visam fomentar o desenvolvimento e a expansão dessas infraestruturas essenciais para o funcionamento da internet e das comunicações digitais.

Assim, cabe aos governos e reguladores promover um clima político, económico e social favorável à expansão das infraestruturas digitais de forma a promover uma transição digital sustentável e igualitária. De forma a aprofundar o estudo da observação anterior, formulou-se a terceira questão de investigação (QI 3): Qual o impacto das políticas públicas na instalação de centros de dados numa determinada localização?

4.2.3.1 RG 4 Qual o impacto da estratégia digital da EU apresentada em 2021, nomeadamente das EU-Data Gateways, na localização de novos centros de dados neste continente?

Estão atualmente no ativo ou em construção, 529 sistemas de cabos submarinos no total de 1.400 milhões de quilómetros de cabos estendidos em todo o mundo (figura10). Através destes cabos circulam 95% do tráfego intercontinental de internet (Sherman, 2021)

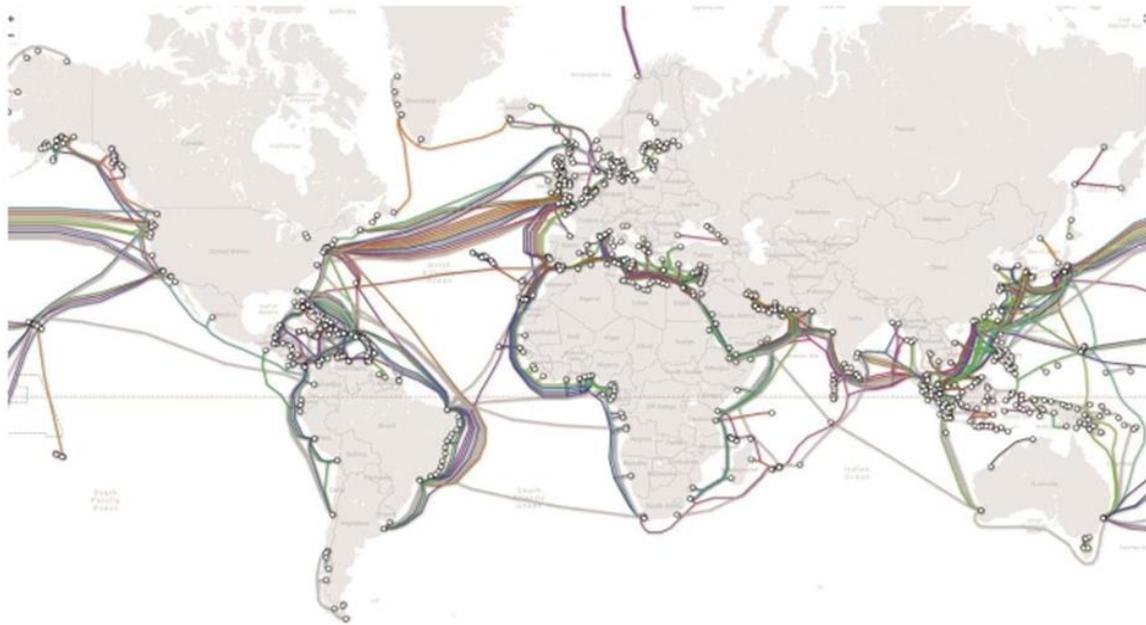


Figura 10: Mapa de conectividade mundial de cabos submarinos de fibra ótica

Fonte: Adaptado do mapa de cabos submarinos 2023 da TeleGeography,

A iniciativa “EU-Data Gateways” da comissão europeia pretendeu garantir a soberania dos dados europeus e robustecer a infraestrutura de conectividade entre a Europa e o mundo com vista a liderar a economia digital, assegurando as ligações com outros mercados, onde possa depois promover os seus serviços e produtos digitais. Desta forma, esta iniciativa tenta recentrar a Europa considerando as estratégias da conectividade internacional, dividindo o Continente em quatro plataformas distintas: a do Mar Negro, a do Mediterrâneo, a do Atlântico e a do Mar do Norte. Uma delas identificada claramente por motivos geoestratégicos, do ponto de vista político e de segurança. E as outras três considerando a componente mais economicista do negócio de transporte e armazenamento de dados.

De forma mais concreta, a plataforma do mar negro é aquela que se enquadra sobretudo na perspetiva da segurança e da estratégia de defesa europeia. A plataforma do mediterrâneo, assegura uma ligação importante de toda a bacia mediterrânea do sul da Europa com o norte de África e com o Canal de Suez através da passagem dos cabos submarinos para a Ásia. A plataforma do mar do norte assegura as ligações ao Japão e a todo o atlântico norte.

Por fim, a plataforma atlântica, onde Portugal obviamente tem uma posição preferencial, que assegura a ligação com o atlântico sul e atlântico norte, robustecida pelo anel CAM, cabo que liga Portugal Continental, Açores e Madeira.

Deste modo, Portugal posiciona-se como uma localização estratégica de conectividade europeia principalmente com o atlântico sul, nomeadamente com as ligações à América do Sul e à costa ocidental de África. As ligações do atlântico norte, nomeadamente com os EUA são obviamente divididas por um lado com a Irlanda, pela proximidade geográfica e ligações históricas e culturais com os Estados Unidos da América e com o norte de Espanha, através das ligações do golfo da Biscaia.

No entanto, Portugal tem a vantagem da sua ligação histórica e linguística com o Brasil e com muitos países africanos, além do posicionamento estratégico dos Açores que poderá encurtar rotas e custos de implementação com o continente norte-americano.

A opinião da amostra entrevistada dividiu-se em relação ao impacto da EU-Data Gateways no desenvolvimento do setor de armazenamento de dados na europa. Embora, conforme demonstra a figura 11, 60% dos entrevistados considerou relevante que a Europa tenha uma Estratégia Digital bem definida, nomeadamente na definição das quatro EU- Data Gateways já mencionadas.

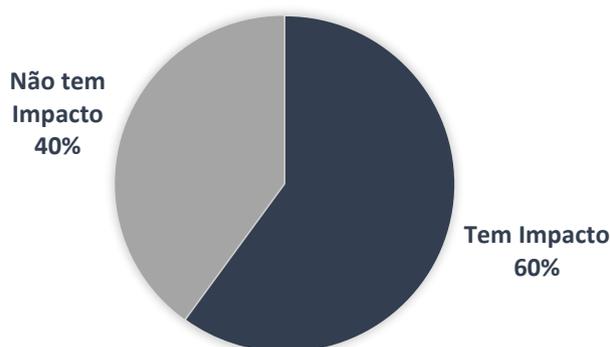


Figura 11: Relevância da estratégia Digital Europeia na seleção e localização dos DC.

Fonte: Investigação própria

Embora o impacto da iniciativa da EU não seja reconhecido por todos os membros da amostra entrevistada, a maioria reconheceu o mérito e a importância estratégica deste tipo de iniciativas para o desenvolvimento do setor, nomeadamente do trabalho já desenvolvido por diversas geografias, como são exemplo as localizações FLAP (Frankfurt, Londres, Amsterdão e Paris), Dublin, Países Nórdicos, França e Grécia.

A amostra entrevistada realçou, ainda, que as políticas europeias de soberania digital e da salvaguarda da informação dos seus cidadãos, obrigou os gigantes norte-americanos que dominam o mercado de centro de dados e internet, a uma realocação dos seus serviços na Europa. Da qual, o Reino Unido, onde estava concentrada uma parte significativa do armazenamento dos dados europeus, após o Brexit, obriga naturalmente a uma nova realocação para outros estados-membros dessa informação.

A amostra considerou que, para as ambições de Portugal, é importante a referenciação da EU Gateway - Atlântica numa ótica de reconfirmação da sua importância estratégica neste setor, uma vez que a sua localização já é reconhecida como uma interface no trânsito de dados entre a

(CLS) a sistemas de gestão remota da rede, o que expõe os cabos a hackers e a interrupções de sinal indesejadas. Em terceiro lugar, surge o aumento do volume e sensibilidade dos dados gerados diariamente na internet, predominantemente ligada ao aumento da computação em nuvem.

Na declaração “EU-Data Gateways”, os estados-membros da UE declaram o objetivo comum de promover a inovação, a competitividade e a segurança através do reforço da conectividade internacional entre a Europa e os seus parceiros em África, na Ásia, nos Balcãs Ocidentais e na América Latina (CE, 2020). Assim, os objetivos da Comissão Europeia para a Década Digital aprovados em 2021 incluem o reforço das parcerias mundiais da Europa e visam criar um fundo para a conectividade digital de forma a impulsionar o investimento estratégico em redes de conectividade e na melhoria das infraestruturas que ligam a Europa a estas regiões. Esta estratégia permitirá à Europa oferecer mais serviços de dados e tornar-se numa potência mundial do setor. Ao mesmo tempo, os parceiros da Europa podem beneficiar de um tratamento seguro dos seus dados fruto das rigorosas normas de proteção de dados da UE.

Embora os resultados obtidos através das entrevistas realizadas revelem uma opinião quase neutra da amostra em relação ao impacto das iniciativas políticas da UE para o setor, a maioria dos profissionais entrevistados considerou incontornável o envolvimento das entidades oficiais, nacionais e locais, tanto no processo de instalação de novos centros de dados, como na instalação de novas estações de amarração de cabos submarinos (CLS) ou ainda na aprovação de um corredor marítimo pré-licenciado para amarração de cabos de fibra ótica submarina.

Em suma, a investigação concluiu que as políticas públicas podem incluir: incentivos fiscais e financeiros para a instalação de novas empresas do setor, definição de regulamentação específica que garanta a segurança e a privacidade dos dados e apoios aos investimentos em infraestrutura de rede para aumentar a disponibilidade e a qualidade dos serviços de internet e comunicação. Além disso, essas políticas devem garantir uma instalação responsável e sustentável, promover uma inclusão digital e acesso igualitário à infraestrutura de rede e aos serviços de internet e comunicação.

4.2.4 QI 4: Infraestruturas críticas para a instalação de um Hub centros de dados

A instalação de um Hub de centros de dados requer um planeamento e implementação rigorosa das infraestruturas críticas para garantir a disponibilidade, fiabilidade e segurança dos serviços prestados. Em sequência, desenvolveu-se uma nova linha de discussão desta dissertação com a formulação da quarta questão de investigação (QI 4): Quais as infraestruturas críticas para a instalação de um Hub de Centros de Dados?

Assim, após a revisão de literatura e da análise dos resultados da amostra entrevistada, serão relacionados neste capítulo os conceitos de infraestruturas críticas de armazenamento de dados, com as políticas de sustentabilidade e transição energética, assim como as necessidades de conectividade com a transição digital, procurando entender de que forma estas abordagens podem ser integradas para garantir um desenvolvimento sustentável e eficiente das infraestruturas de centros de dados, sem comprometer o meio ambiente e a sociedade.

4.2.4.1 RG 5 Qual o impacto das políticas de sustentabilidade na decisão de localizações de centros de dados?

A sustentabilidade tornou-se uma preocupação crítica em todas as áreas da sociedade, incluindo o setor dos centros de dados. Os centros de dados e os operadores de TIC precisam de implementar estratégias de sustentabilidade abrangentes para reduzir o seu impacto ambiental e social. Uma estratégia de sustentabilidade apenas terá sucesso se tiver igual importância a outros imperativos empresariais.

As estratégias de sustentabilidade dos centros de dados têm como objetivo alcançar uma melhoria contínua, mensurável e significativa na eficiência operacional e minimizar os impactos ambientais. Estes esforços podem ajudar a melhorar a fiabilidade e a resiliência das operações de TIC, reduzir os custos operacionais e preparar o operador para antecipar os requisitos emergentes de sustentabilidade.

Assim, o acesso às redes e disponibilidade de energia é um dos principais desafios que os centros de dados enfrentam na implementação das políticas de sustentabilidade. Por este motivo, é necessário permanentemente implementar medidas para aumentar a eficiência energética e reduzir a pegada de carbono. Segundo o relatório da Agência Internacional de Energia (AIE, 2020) os centros de dados são responsáveis por cerca de 1% do consumo mundial de energia elétrica e emitem aproximadamente 0,3% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂). Portanto, é urgente monitorizar os parâmetros e adotar medidas para aumentar a eficiência energética e reduzir a pegada de carbono dos centros de dados.

Deste modo, os centros de dados utilizam métricas standard de forma a medir e comparar a sua eficácia de uso de energia. A métrica mais utilizada é o PUE⁷ - Power Usage Effectiveness, que mede a proporção de energia total da instalação e energia consumida por equipamentos de TI. No entanto, a indústria de centros de dados utiliza outras métricas complementares para medir a sua eficiência da instalação, como é exemplo o CUE⁸ - Carbon Usage Effectiveness e o WUE⁹ - Water Usage Effectiveness. O indicador CUE, mede as emissões diárias de carbono de um centro de dados, enquanto o WUE mede a eficácia da utilização de água, ou seja, a proporção entre o uso anual de água no local e a energia consumida pelo equipamento de TI.

Além da utilização de energias renováveis, existem tecnologias que podem ser adotadas para melhorar a eficiência energética dos centros de dados, como é exemplo, a virtualização de servidores, a implementação de sistemas avançados de Inteligência Artificial (IA) e o recurso a Machine Learning (ML) capazes de aprender, relacionar e adaptar os dados relativos às temperaturas e potências dos diversos equipamentos dentro do centro de dados, otimizando deste modo os modelos de PUE que gerem os fluxos de cargas de dados entre centros de dados e que recomendam parâmetros operacionais ideais.

No âmbito das políticas de sustentabilidade existe também uma preocupação na gestão responsável dos resíduos eletrónicos. Reciclar materiais e reutilizar componentes sempre que possível contribui para a redução do desperdício e a conservação dos recursos naturais.

⁷ Power Usage Effectiveness (PUE) é um importante indicador para medir a eficiência energética de um data center. A interpretação de valores de PUE: 3 (muito ineficiente) vs 1.2 (muito eficiente)

⁸ CUE - Carbon Usage Effectiveness. Medida de desempenho que ajuda a determinar a quantidade de emissões de gases de efeito estufa (GEE) produzidas por unidade de energia de TI consumida em um data center

⁹ WUE - Water Usage Effectiveness. Quanto menor for o índice WUE de um data center, mais eficiente será o uso dos recursos hídricos. O data center médio tem um WUE de 1,8L por 1kWh.

Recorrendo ao software KH Coder 3, conforme demonstrado na figura 13, as palavras mencionadas com maior frequência pela amostra selecionada foram: “POWER”, “SUSTAINABILITY”, RENEWABLE”, “COST”, “WATER” e “POLICY”, numa clara referência à importância do fator da energia, nomeadamente de fontes renováveis e da gestão eficiente da água como pilares das políticas de sustentabilidade e de eficiência das suas infraestruturas.

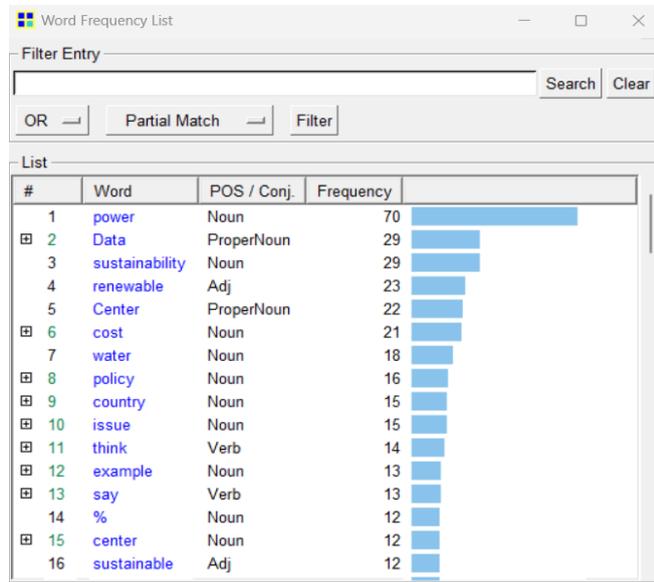


Figura 13: Lista de frequência de palavras da questão 5

Fonte: KH Coder 3

Os profissionais entrevistados referiram que as suas organizações mantêm uma permanente vigilância na neutralização ou compensação de suas emissões de carbono. Sentem, também, uma crescente pressão dos governos, investidores e clientes para atingir altos padrões de sustentabilidade e cumprirem as metas de emissões do GHG - Greenhouse Gas Emission Protocol (Institute & Development, s.d.).

A amostra do estudo referiu que os aspetos de sustentabilidade estão a ser incluídos desde os primeiros passos na definição da arquitetura dos centros de dados. Na fase de construção existe uma preocupação cada vez mais crescente na seleção dos equipamentos e materiais de construção que permitam obter um menor impacto ambiental e uma otimização das fontes de abastecimento energética. Muitos referiram utilizarem várias certificações ambientais reconhecidas, como LEED, BREEAM ou ISO 14001, que certificam o seu compromisso com práticas sustentáveis e que lhes permitem obter uma vantagem competitiva no mercado.

A indústria dos centros de dados está a adotar soluções inovadoras e sustentáveis para reduzir as emissões e minimizar o impacto ambiental, assim como para integrar as suas atividades com as comunidades locais ao seu redor. Isso envolve uma análise detalhada de todos os aspetos da infraestrutura e das operações, incluindo o ciclo de vida do centro de dados para encontrar oportunidades de maior eficiência e sustentabilidade.

Os centros e dados geram uma quantidade significativa de calor, o que requer sistemas de refrigeração muito eficientes para manter as temperaturas dos seus servidores dentro de limites aceitáveis. Uma abordagem sustentável é reaproveitar o calor gerado pelo centro de dados que pode ser reutilizado para aquecer edifícios ou redes de água em instalações próximas, reduzindo a necessidade de energia adicional para esse efeito.

A Figura 14 apresenta o mapa “Co-Occurrence Network”, produzido recorrendo ao software KH Coder 3, que corrobora as informações transmitidas pela amostra de entrevistados e estabelece as relações das palavras listadas na tabela de frequência. Na mancha vermelha é possível identificar a relação da política de sustentabilidade e o impacto ambiental, nomeadamente das estratégias de eficiência energética e de consumo de água. Enquanto na mancha verde destacam-se os projetos de sustentabilidade no âmbito social.

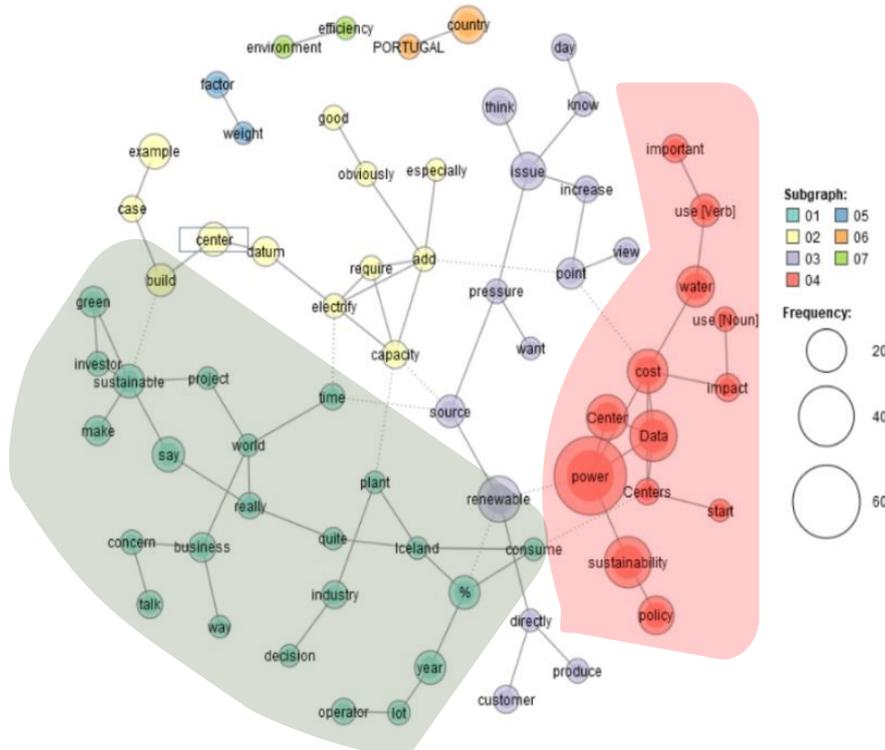


Figura 14: Mapa "Co-Occurrence Network" de palavras da questão 5
 Fonte: KH Coder 3

O Protocolo de Gases de Efeito Estufa (GEE) desenvolvido pelo World Resources Institute (WRI) e pelo World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) definiu 3 grupos (scopes) de emissões que permitem identificar e medir as emissões produzidas diretamente e indiretamente pelos operadores de centros de dados. Os Scopes 1 e 2 são de notificação obrigatória, enquanto o Scope 3 é voluntário, por ser o mais difícil de monitorizar.

Deste modo, é relevante entender o enquadramento de cada um dos grupos (scopes), percebendo a forma como estão relacionados e quem são os responsáveis por essas emissões, assim como o nível de controle aplicável à mudança desses níveis em cada etapa. Ou seja, os três scopes são uma forma de categorizar os diferentes tipos de emissões que um centro de dados gera nas suas operações internas e na sua ampla cadeia de valor (fornecedores e clientes). Por exemplo, os operadores de centros de dados “Colocation” que conseguirem reportar os três grupos terão uma vantagem competitiva neste mercado altamente disputado, sendo desta forma importante saber a diferença entre cada grupo e como impactam na pegada de carbono global de uma organização, quando combinados.

De forma mais concreta, o protocolo de gases de efeito de estufa refere que é necessário realizar um inventário completo das emissões de gases de efeito estufa – incorporando as emissões do Scope 1, Scope 2 e Scope 3 – de forma a permitir que os centros de dados entendam toda a cadeia de valor das suas emissões e concentrem os seus esforços nas áreas onde podem

alcançar maior redução. A Tabela 4 apresenta o âmbito de cada um dos scopes e respetiva sugestão de ação de mitigação para alcançar a neutralidade.

Tabela 4: Tabela explicativa do protocolo de emissões de gases de efeito de estufa.

Scope	Tipo de Emissões	Âmbito	Ação de mitigação
Scope 1	Direta	Responsabilidade pelas emissões diretas resultantes das operações dos centros de dados, incluindo o uso de eletricidade para arrefecimento e operação de equipamentos de TI e outros.	Aumentando a Eficiência energética do centro de dados.
Scope 2	Indireta	Responsabilidade pelas emissões indiretas que desempenham um papel importante no impacto ambiental de um centro de dados, ou seja, são emissões geradas pela produção da energia produzida ou comprada - consumo de eletricidade, calor ou vapor.	Selecionar fontes de energia mais sustentáveis. (solar, eólica e hidroelétrica)
Scope 3		Abrange as emissões que não são produzidas pelo próprio centro de dados - relacionadas à cadeia de fornecedores. Inclui a sua cadeia de suprimentos, processos de fabricação, uso de matérias-primas, logística, reciclagem de componentes, etc.	Permanente monitorização dos fornecedores e parceiros. É um processo contínuo porque acompanha todo o ciclo de vida do centro de dados.

Fonte: Produção Própria

No passado os operadores focaram-se fundamentalmente no Scope 1. No entanto, por via das pressões dos governos, dos investidores e dos clientes foram obrigados a abranger as especificações do scope 3, incluindo as suas cadeias de fornecimento no controlo das emissões totais. (figura 15).

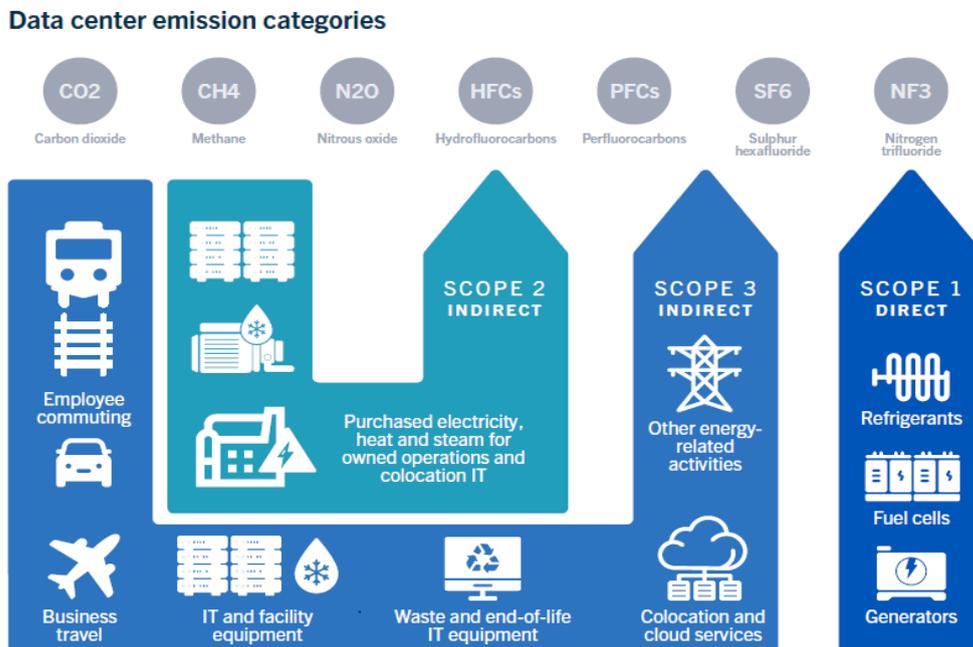


Figura 15: Exemplos de tipos de emissão de carbono na cadeia de valor da Cloud

Fonte: Adaptado de Uptime Institute

4.2.4.2 RG 6 Sabendo o peso do fator energético na estrutura de custos de um centro de dados, quais são os principais desafios para a adoção de energias renováveis em grande escala nos Centros de Dados?

O estudo “Study on Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-

friendly Cloud Market”, promovido pela Comissão Europeia (CE, 2020), estima que o conjunto de todas as tecnologias digitais representam entre 5 a 9% do consumo global de eletricidade. É previsível que o consumo energético aumente com a digitalização da economia e a adoção de tecnologias emergentes, como a Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (IoT), o Machine Learning (ML) e a Blockchain.

O setor tem revelado uma tendência crescente na adoção da computação em nuvem (Cloud) o que exige a construção de novos centros de dados Hyperscalers. Complementarmente, a adoção de tecnologia como o 5G, realidade virtual, carros autónomos, saúde remota, agricultura de precisão e digitalização da logística, irão exigir uma infraestrutura digital robusta e que ofereça baixas latências para um funcionamento eficiente desses sistemas. Este movimento resultará no crescimento de centros de dados para a computação “Edge” e “Micro Edge”. As previsões de crescimento atuais preveem que os consumos de energia dos centros de dados possam passar dos atuais 1% para 13% do consumo de eletricidade global até 2030. (AIE, 2020)

Desta forma, a adoção de energias renováveis em grande escala nos centros de dados é imperativa, mas em simultâneo um desafio complexo. Embora a consciência ambiental e a implementação de processos sustentáveis pelos operadores do setor estejam a impulsionar a transição energética para utilização de fontes limpas de energia, existem algumas dificuldades significativas que precisam ser enfrentadas para garantir a viabilidade e efetividade dessas iniciativas

O principal desafio da indústria consiste na intermitência e disponibilidade de energias renováveis (solar e eólica) que são intrinsecamente intermitentes. Ou seja, a geração de eletricidade depende das condições climáticas. Estas variações na estabilidade da rede para fornecer energia de forma contínua, é problemático para a operação ininterrupta de um centro de dados que requer suprimento de energia estável e contínuo.

Para superar a intermitência das fontes renováveis é necessário complementar o suprimento elétrico com o fornecimento por outras fontes mais constantes, como é exemplo de origem hídrica ou nuclear ou, em alternativa, dispor de sistemas eficientes de armazenamento de energia, como baterias ou células de hidrogénio verde. Estas tecnologias de armazenamento ainda estão em desenvolvimento e, atualmente, podem ser muito caras e não escaláveis, o que dificulta a viabilidade económica da transição para energias renováveis em grande escala.

Em complemento, os operadores de centros de dados podem explorar outras opções de forma a mitigar o suprimento energético das suas infraestruturas: (i) acordar o fornecimento de energia com uma comercializadora local que garanta fontes de fornecimento de origem renovável; (ii) adquirir certificados de energia renovável agregados a terceiros; (iii) adquirir blocos de energia renovável diretamente de um produtor que explore parques solares ou eólicos - contratos geralmente designados por PPA (Power Purchase Agreement) ou VPPA (Virtual Power Purchase Agreement), que consistem em acordos financeiros de longo prazo estruturados normalmente para 10 a 20 anos; por ultimo, (iv) construir e operar as próprias produções de energia renovável instalando painéis solares, turbinas eólicas ou células de combustível nas suas instalações ou na sua proximidade.

atraente para empresas que buscam operar centros de dados com baixo impacto ambiental e custos controlados, contribuindo para a sustentabilidade do seu negócio.

Em resumo, os avanços tecnológicos e as políticas governamentais estão a impulsionar a transição energética deste setor, promovendo a utilização de energias mais verdes e amigas do meio ambiente, desenvolvendo estratégias para superar gradualmente os desafios da intermitência das novas fontes de energia, promovendo a economia circular e a integração com as comunidades envolventes.

4.2.4.3 RG 7 Qual o impacto que a amarração de novos cabos submarinos de fibra ótica terá no desenvolvimento do Hub nacional de centros de dados?

A conectividade desempenha um papel fundamental na transição digital, permitindo a adoção de tecnologias digitais e automatizadas para melhorar a eficiência operacional e a capacidade de oferecer serviços inovadores.

No contexto de um Hub digital de armazenamento de dados, a conectividade através de sistemas de cabos de fibra ótica de alta velocidade submarina e terrestre formam os vasos comunicantes de uma infraestrutura de suporte essencial na eficiência das operações dos centros de dados e que permitem uma comunicação mais rápida e fiável entre centros de dados e utilizadores finais.

Através da conectividade é possível ter acesso a uma ampla gama de serviços e oportunidades oferecidos pela transformação digital, como e-commerce, e-learning, telemedicina, trabalho remoto, entre outros. Isto pode trazer benefícios tanto para os indivíduos, ao possibilitar maior conveniência e acesso a novas oportunidades, como para as empresas e instituições, ao permitir a criação de novos modelos de negócios e a otimização de processos.

Deste modo, investir em infraestruturas de conectividade de qualidade é um aspeto essencial para garantir uma transição digital abrangente e benéfica para a sociedade e economia.

Todos os entrevistados referiram que os cabos submarinos de fibra ótica são fundamentais no desenvolvimento dos centros de dados, como o seu contrário também se verifica. Assim a competitividade de uma localização dependerá de vários fatores, incluindo a capacidade de atrair novos sistemas de cabos submarinos em segurança, da capacidade de transmissão desses sistemas, do alcance geográfico da sua cobertura, da infraestrutura existente e das políticas governamentais relacionadas com o setor de TIC.

Portugal é historicamente um Hub de inter-conectividade, mas nunca se afirmou como um Hub de armazenamento de dados. A Península Ibérica, e em particular Portugal, adquiriu uma nova centralidade, tornando-se um ponto de interligação entre mercados de grande consumo do continente norte americano e o mercado europeu, complementado com a ligação a mercados em franco crescimento da América do Sul e África.

Existem atualmente 16 sistemas de cabos submarinos amarrados nas 4 CLS instaladas na costa portuguesa (figura 17), incluindo as recentes amarrações do cabo submarino de fibra ótica “EllaLink”, que liga o Brasil à Europa com a sua amarração em Portugal e do cabo “Equiano”, da Google, que liga Portugal à África do Sul - incluindo várias “*branching units*” ao longo da costa ocidental africana. Recentemente foram anunciadas novas amarrações de sistemas submarinos, como é exemplo o cabo submarino “2Africa”, do consórcio liderado pela Meta, que liga a Europa a 19 países em África, 7 países no Médio Oriente e 2 países na Ásia, o cabo

submarino “Medusa” que liga Portugal a 9 países europeus e africanos do mediterrâneo, o cabo submarino “Nuvem” que liga Portugal aos EUA e o cabo Submarino “Olissipo” que será instalado pela EllaLink e que ligará Sines a Lisboa. Estes são exemplos de novas adições de conectividade que aumentaram a competitividade de Portugal para atrair mais operadores de centros de dados.

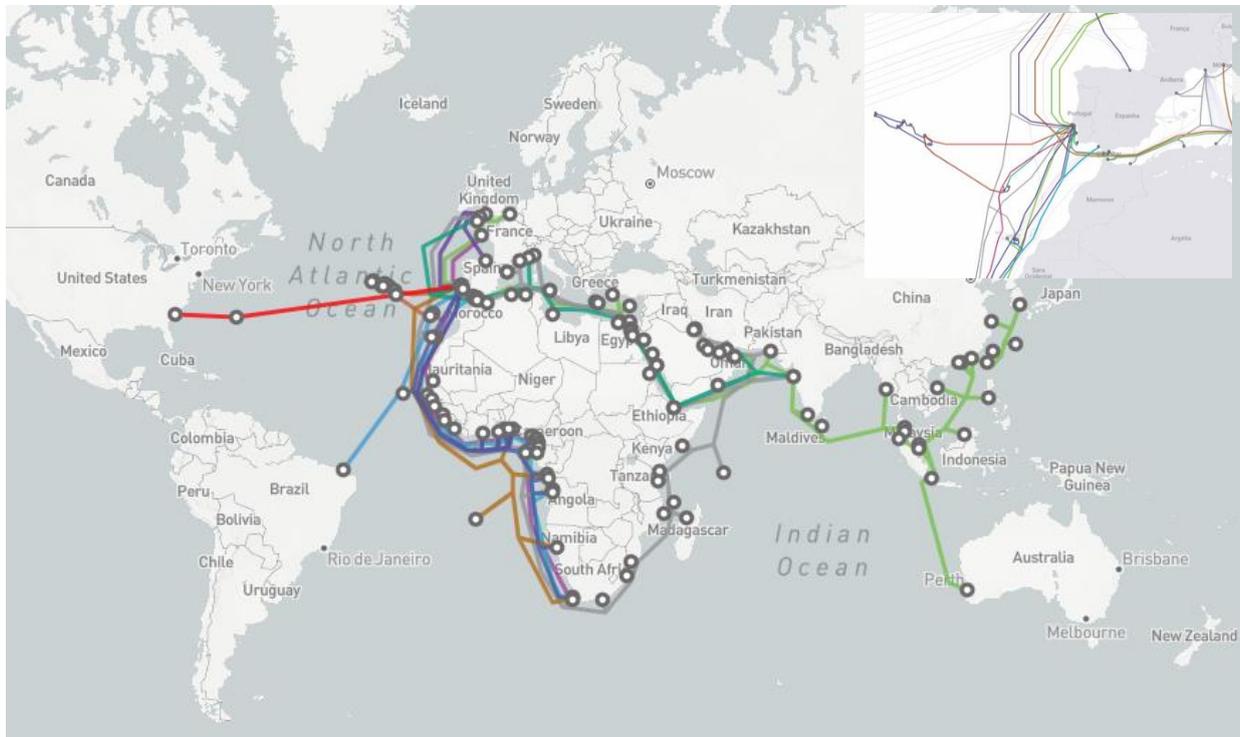


Figura 17: Sistemas de cabos submarinos com ligações a Portugal

Fonte: Adaptado de Submarine Cable Map: www.submarinecablemap.com

Associado a esta nova capacidade tem existido um aumento da capacidade de armazenamento de dados, onde se destaca o projeto da Start Campus em Sines com a instalação de um campus de centros de dados com capacidade de processamento de 495Mw e que representa um investimento total de 4,2 mil milhões de euros.

Além da diversidade e neutralidade de conectividade submarina é necessário complementar a rede com conectividade terrestre para garantir diversidade de rotas de acesso ao Hinterland da logística de dados. Ou seja, quanto maior for o número de cabos de fibra ótica, maior diversidade de interligações irá existir. Este efeito multiplicador irá criar tipicamente uma necessidade de instalação de Hubs de proximidade com pontos de agregação de dados ou armazenamento em larga escala - no caso dos Hyperscalers - e dessa forma alargar-se o ecossistema e naturalmente o Hub digital de armazenamento de dados irá crescer.

Analisando o Hub de Marselha como referência, verificamos que muitos dos cabos submarinos que amarram nesta localização, fizeram-no inicialmente com o objetivo de realizar apenas trânsito de dados para a Europa Central. No entanto, passados vários anos foram instalados centros de dados de conteúdo que servem de plataformas de computação e/ou serviços de software para a Europa, mas sobretudo para as regiões no norte de África ou no Médio Oriente, onde a regulação não é estável, não existem infraestruturas de suporte e onde o risco de abrir um centro de dados é muito grande.

A amostra entrevistada foi unânime em considerar que Portugal poderá desempenhar um

processem dados com maior rapidez e melhorem a eficiência em geral. Além disso, a proximidade pode reduzir o tempo de latência, que é o atraso que ocorre quando os dados precisam ser transmitidos a longas distâncias entre o servidor e o utilizador final.

Simultaneamente, a proximidade de um Hub de centros de dados aumenta a segurança das operações de uma empresa. Isso ocorre porque os centros de dados implementam protocolos de segurança avançados, como sistemas de backup de energia, protocolos de segurança física e cibersegurança que protegem os dados armazenados e processados. Ao estarem mais próximas do centro de dados, as empresas podem beneficiar dessas medidas de segurança em permanente atualização. Por fim, a proximidade a um destes Hubs pode reduzir os custos operacionais de uma empresa. Ao estar mais próximo fisicamente dos centros de dados, a empresa pode reduzir os custos de largura de banda e de transporte de dados, além de poder beneficiar de economias de escala em termos de contratação de serviços IaaS, PaaS e SaaS.

A amostra entrevistada considerou que Portugal possui uma infraestrutura de telecomunicações avançada, com uma rede de fibra ótica de alta velocidade e ampla cobertura. O país tem investido na expansão de redes 5G, o que impulsiona a conectividade e facilita a transição digital. Esses fatores são essenciais para garantir uma operação eficiente dos centros de dados e uma conexão rápida e fiável para os utilizadores finais e com outros centros de dados na Europa, continente africano e americano.

A figura 19 demonstra através do mapa de “Co-Occurrence Network”, realizado com recurso ao software KH Coder 3, que a proximidade de um Hub de centro de dados impacta na latência, segurança e redução dos custos operacionais. Este ecossistema permitirá disponibilizar mais serviços e a transição da informação de um maior número de empresas para a Cloud, sobretudo PMEs, com maior segurança e conseqüente aumento de eficiência tecnológica e competitividade.

Analisando os conceitos refletidos na figura 20 do mapa de “Co-Occurrence Network”, realizado com recurso ao software KH Coder 3, é possível observar na mancha roxa a relação entre os dois níveis de responsabilidade sobre a segurança dos dados, conforme descrito. É também perceptível na mancha amarela a importância do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), como um fator de estabilização e credibilização da zona euro para o armazenamento de seguro dos dados privados.

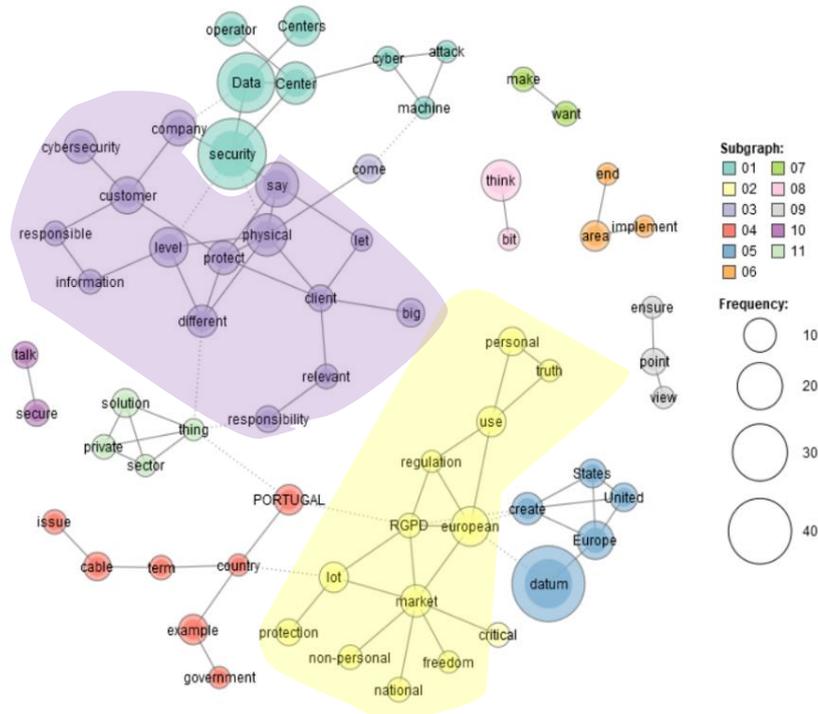


Figura 20: Mapa "Co-Occurrence Network" de palavras da questão 9

Fonte: KH Coder 3

Contudo, existem centros de dados que consoante o seu modelo de negócio podem incluir ou disponibilizar como oferta comercial, os seguintes serviços:

- **Criptografia de dados:** a criptografia é uma técnica que permite tornar os dados ilegíveis para quem não possui a chave de descryptografia correta. Os operadores de centros de dados podem implementar criptografia de dados para proteger as informações armazenadas e processadas em seus sistemas.
- **Firewalls:** uma firewall é um dispositivo de segurança que bloqueia tráfego não autorizado de entrar ou sair da rede de um centro de dados. Os operadores de centros de dados podem implementar firewalls para proteger seus sistemas de ataques cibernéticos.
- **Deteção de intrusões:** a deteção de intrusões é um conjunto de técnicas que permite identificar atividades maliciosas na rede de um centro de dados. Os operadores de centros de dados podem implementar sistemas de deteção de intrusões para identificar e prevenir ataques cibernéticos.
- **Backup e recuperação de dados:** o backup e a recuperação de dados são processos que permitem criar cópias de segurança dos dados armazenados em um centro de dados e recuperá-los em caso de perda ou dano. Os operadores de

centros de dados podem implementar processos de backup e recuperação de dados para garantir a disponibilidade e integridade das informações.

A segurança cibernética abrange uma ampla gama de questões técnicas e sociais que devem ser consideradas para proteger os sistemas de informação em rede. A importância do conceito aumentou à medida que muitas atividades governamentais, empresariais e privadas em todo o mundo passaram a ser on-line (Veale & Brown, 2020).

Além dos aspectos mais operacionais, existem também aspectos regulatórios de proteção de dados. Como é exemplo o regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, que é o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) da União Europeia (UE) e que estabelece as regras relativas ao tratamento, por uma pessoa, uma empresa ou uma organização, de dados pessoais relativos a uma determinada pessoa na UE.

Cabe aos gestores de infraestruturas e operadores de telecomunicações realizar uma análise de risco transversal, identificar as ameaças e o nível de suscetibilidade às mesmas e mediante o potencial impacto, definir medidas de mitigação. Do ponto de vista empresarial, a adoção da norma Standard Internacional ISO 27001¹⁰ é incontornável, enquanto do ponto de vista pessoal, os utilizadores devem procurar incrementar os seus conhecimentos e nível de resiliência, através de conhecimento geral ou através de cursos de consciencialização em segurança da informação.

É expectável, com a crescente utilização das tecnologias da informação, que o cibercrime também acompanhe esta tendência e diversifique as suas práticas muito para além das áreas-alvo corporativas, da banca e seguros, sendo que atualmente qualquer entidade ou pessoa pode ser alvo de cibercrime.

4.2.4.6 Discussão dos Resultados QI 4

Os centros de dados e as infraestruturas de telecomunicações digitais de suporte tornaram-se uma utilidade crítica, comparável com as redes de telecomunicações, água, eletricidade e gás.

A indústria do centro de dados enfrenta uma pressão crescente para se tornar mais sustentável, ecológica e eficiente em termos de energia, enquanto tem de registar, processar, armazenar e transmitir crescentes volumes de dados para dar resposta às necessidades de uma transição digital em curso em todo o mundo. (Sriram, 2022)

O fator energia é um dos principais desafios que os centros de dados enfrentam na implementação das suas políticas de sustentabilidade. Devido ao grande consumo de energia dos centros de dados, é necessário adotar medidas para aumentar a eficiência energética e reduzir a pegada de carbono. Isso pode ser feito por meio da implementação de tecnologias eficientes, como a virtualização de servidores, utilização de AI e ML para controlo dos equipamentos e o uso de energias renováveis. (Kez *et al.* 2022)

Os autores Koronen *et al.* (2020) referem que são necessárias políticas para captar os potenciais benefícios sociais da integração de sistemas energéticos de centros de dados. Na UE, tais políticas são muito recentes e centram-se principalmente na eficiência energética através do Código de Conduta e critérios voluntários, ao abrigo da Diretiva de Conceção Ecológica da EU.

¹⁰ A ISO 27001 é a norma de referência internacional que providencia um modelo para estabelecer, implementar, operar, monitorizar, analisar, manter e melhorar um Sistema de Gestão de Segurança da Informação (SGSI) no contexto da organização.

Já o fator conectividade desempenha um papel crucial na transição digital. A conectividade é fundamental para garantir o acesso à informação e permitir a comunicação e colaboração entre indivíduos e organizações em todo o mundo. A falta de conectividade pode limitar o acesso a serviços e recursos online, impedindo o desenvolvimento económico e social de uma determinada região.

Assim, a conectividade é um conceito multicamadas, que combina aspetos de cooperação, posicionamento geopolítico, bem como tremendas oportunidades e desafios económicos e estratégicos (Islam *et al.*, 2019). Essencialmente, a conectividade pode ser considerada como uma forma de moldar os fluxos da globalização através de investimentos estratégicos em infraestruturas (Stec & Jakóbowski., 2020).

Os estudos realizados por Bueger & Liebetrau (2021) referem que as redes de cabos de fibra ótica submarinos da EU são tanto vitais para a conectividade global como vulneráveis. Ou seja, a conectividade não deve ser vista apenas como a disponibilidade de acesso à internet, mas também uma afirmação de soberania dos países e um fator de inclusão digital, ou seja, a capacidade dos países, organizações e pessoas utilizarem efetivamente as tecnologias digitais em seu proveito. Dessa forma, é necessário também investir na alfabetização digital e no desenvolvimento de habilidades tecnológicas para garantir que todos possam usufruir dos benefícios da transição digital.

A segurança cibernética e a proteção de dados são uma preocupação importante para as empresas clientes e operadores de centros de dados. Segundo o relatório "O RGPD e a Economia Digital" (CE, 2019), promovido pela Comissão Europeia, o RGPD tem como objetivo proteger a privacidade dos cidadãos e empresas europeias e estabelecer um ambiente de confiança para a economia digital. Suportado por este regulamento os centros de dados europeus podem destacar-se no mercado global altamente competitivo, oferecendo um alto nível de proteção de dados pessoais que outras regiões não disponibilizam.

Assim, é necessário encontrar um equilíbrio entre as necessidades de conectividade e a responsabilidade de reduzir o consumo de energia, de água e as emissões de carbono. As políticas de sustentabilidade devem ser implementadas em conjunto com o aumento do acesso à conectividade com a garantia que todos tenham acesso aos benefícios da era digital.

4.2.5 QI 5: Impacto dos centros de dados no contexto económico e geopolítico

Os centros de dados são infraestruturas críticas que garantem o funcionamento da economia digital e o seu impacto, no contexto económico e geopolítico, é relevante. Estas infraestruturas são responsáveis pelo armazenamento e processamento de enormes quantidades de dados, que permitem a qualquer cidadão, por exemplo, ter acesso às redes sociais, efetuar compras online ou realizar transações financeiras e permitem às empresas aceder a uma enorme quantidade de informações que as ajudam a tomar decisões mais informadas, expandir os seus negócios, melhorar a sua eficiência e aumentar a sua competitividade no mercado global.

No entanto, o impacto dos centros de dados não se limita a influenciar a vida dos cidadãos ou das empresas. A localização dos centros de dados também tem implicações geopolíticas importantes. Os países que possuem um elevado número de centros de dados têm uma vantagem estratégica em termos de acesso a informações e controle de dados. Além disso, a segurança dos centros de dados é uma preocupação crescente, uma vez que eles podem tornar-se alvos em

conflitos cibernéticos.

Neste sentido, é necessário aprofundar os conhecimentos sobre como os centros de dados afetam a economia e a política globalmente. Seguindo esta reflexão, a investigação formulou a quinta questão de investigação (QI 5) que pretende estudar, qual o impacto dos centros de dados no desenvolvimento das empresas e no posicionamento geopolítico dos países.

4.2.5.1 RG 10 Como define a localização geográfica de Portugal em termos de conectividade aos mercados mais relevantes consumidores de dados?

Todos os entrevistados consideram que Portugal tem uma localização estratégica para a criação de um Hub digital que permitirá servir de pivot das comunicações digitais entre o continente europeu, americano e africano. A sua localização na costa mais ocidental da Europa possui uma posição geográfica privilegiada em termos de conectividade aos mercados consumidores de dados mais relevantes.

Esta localização oferece acesso direto aos mercados europeus, com conexões de fibra ótica que se estendem até aos principais centros de dados do centro da Europa, os FLAP-D. Portugal é também um ponto de trânsito importante para as rotas de cabos submarinos que ligam a Europa com a África e a América do Sul, o que permite uma conexão rápida e fiável com esses mercados.

Além disso, tem-se assistido a uma tendência na construção de novos centros de dados em mercados ditos secundários, devido à necessidade de aumentar a capacidade disponível de armazenamento de dados, pelas restrições impostas nas principais regiões (escassez de energia e terra disponível) e à necessidade de alargar a cobertura do ponto de vista da latência, considerando o aumento da utilização de dispositivos que impulsionam o aumento de consumo e criação de dados.

Portugal tem investido em infraestruturas digitais e tem implementado políticas e iniciativas para atrair investimentos num ecossistema de startups tecnológicas em rápido crescimento, o que o torna um destino atraente para empresas de TIC que buscam uma localização estratégica para seus centros de dados. Isso inclui facilidade nos licenciamentos, acesso a áreas pré-licenciadas para instalação de cabos submarinos, programas de apoio e parcerias com empresas e instituições de ensino. Estas medidas visam impulsionar o setor, gerar empregos qualificados e promover a inovação tecnológica.

Analisando o mapa de “Co-Ocurrence Network” gerado pelo software KH Coder 3 (figura 21), é possível corroborar, na mancha vermelha, as observações dos entrevistados sobre o posicionamento estratégico da localização de Portugal e sua vocação atlântica na ligação aos principais mercados de consumo de dados do continente Sul e Norte Americano, África e Europa. A mancha verde destaca a relação estratégica de Portugal e Espanha como uma grande “Cloud Region” que se está a afirmar no setor europeu de armazenamento de dados.

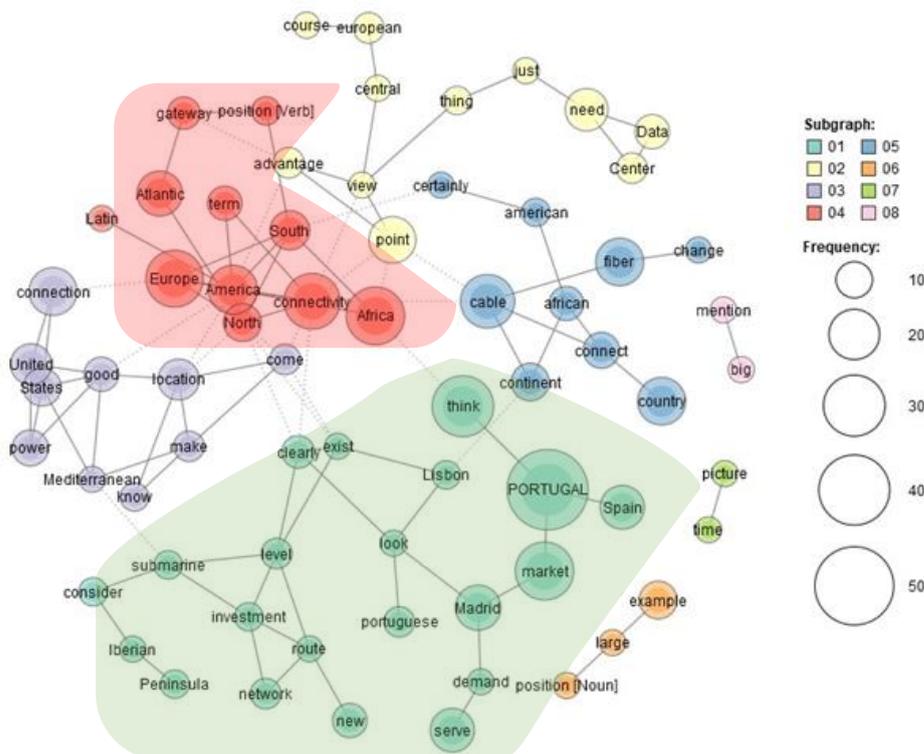


Figura 21: Mapa "Co-Ocurrence Network" de palavras da questão 10

Fonte: KH Coder 3

4.2.5.2 RG 11 Temos vindo a assistir à instalação de vários centros de inovação e investigação de grandes multinacionais em Portugal (Nokia, BMW, Mercedes, Google, Uber, Claranet, Cloudflare, etc). A criação de um “Hub digital de Armazenamento de dados em Portugal” poderá potenciar o desenvolvimento de um "Hub" de desenvolvimento tecnológico?

A presença de um Hub digital de armazenamento de dados pode promover a criação de um Hub de desenvolvimento tecnológico no país e criar um ecossistema dinâmico de indústrias de TI. Além disso, pode existir um efeito multiplicador na economia portuguesa, criando novas oportunidades de emprego na área da engenharia, tecnologia da informação, segurança cibernética e gestão de dados. Estes factos podem ajudar a impulsionar o crescimento económico e a competitividade do país em escala global.

Outro fator a considerar, refere-se à presença de grandes multinacionais de tecnologia em Portugal, como a Nokia, BMW, Mercedes, Google, Uber, Claranet, Cloudflare, entre outras, que podem criar sinergias, gerando oportunidades de colaboração e consequentemente potenciar o Hub de armazenamento de dados.

Analisando a figura 22 que apresenta as relações de conceitos mencionados pela amostra em estudo, é possível observar as relações que impactam na criação de um Hub digital de armazenamento de dados, no desenvolvimento tecnológico, na atração de investimento direto estrangeiro (IDE).

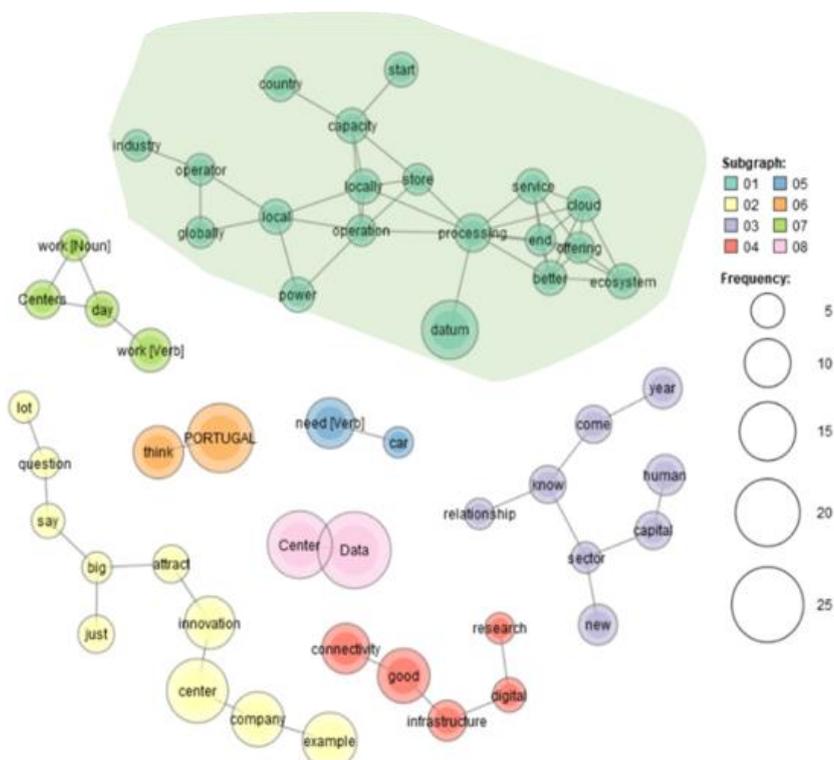


Figura 22: Mapa "Co-Occurrence Network" de palavras da questão 11

Fonte: KH Coder 3

4.2.5.3 Discussão dos Resultados QI 5

Conforme destacado por Bower *et al.* (2021), os centros de dados permitem o processamento e análise de grandes quantidades de dados em tempo real, o que pode ser usado para melhorar a eficiência operacional das empresas, acelerar os processos de tomada de decisão e nos processos de inovação e desenvolvimento. Além disso, permitem a criação de serviços digitais, como computação em nuvem, que podem ser escalados e personalizados conforme as necessidades das empresas. Desta forma, os centros de dados podem ajudar as empresas a tornarem-se mais competitivas e adaptarem-se às rápidas mudanças no mercado.

Em termos geopolíticos, os centros de dados têm o potencial de proporcionar uma vantagem competitiva para quem os controla. Conforme destacado por Shin e Park (2020), as infraestruturas digitais - centros de dados e cabos de fibra ótica terrestres e submarinos - são críticas para o desenvolvimento da economia digital e para a soberania dos estados. Por outro lado, a ausência destas infraestruturas digitais pode limitar a capacidade dos países de beneficiarem da economia digital e da inovação tecnológica, além da falta de controle sobre a segurança dos dados e vulnerabilidade em relação a ataques cibernéticos e privacidade.

Nesse sentido, a localização dos centros de dados revela-se, uma vez mais, uma decisão estratégica que pode afetar a eficiência, a flexibilidade e a segurança das operações das empresas, com consequências diretas nas latências, no custo e na segurança das operações que dependem deles. Conforme apontado por Castro *et al.* (2019), a localização de um centro de dados pode ter um impacto significativo no desenvolvimento económico das regiões em que estão localizados e no posicionamento geopolítico dos países.

Paralelamente, os governos e as empresas enfrentam um grande desafio para atrair investimentos em centros de dados. Conforme destacado por Hossain *et al.* (2020), este esforço envolve a criação de um ambiente favorável e competitivo para investidores estrangeiros,

incluindo incentivos fiscais, sistemas regulatórios de proteção de dados, infraestrutura de telecomunicações, mão de obra qualificada, estabilidade política e legal, parcerias e incentivos público-privados.

Portugal está muito bem posicionado para ser uma peça chave na estratégia europeia de armazenamento de dados porque reúne um conjunto de condições únicas infraestruturais, para ligar a Europa a mercados nos continentes Sul e Norte Americano, África e Médio Oriente/Ásia (Marques et al., 2021).

A presença de infraestruturas de telecomunicações modernas e eficientes, o baixo custo e acesso a energias renováveis e os elevados índices de segurança favorecem o país para atrair empresas que buscam expandir os seus negócios para a Europa ou dentro da Europa.

A localização de Portugal surge assim naturalmente como um local com fortes argumentos na atração de centros de investigação e desenvolvimento digitais. Empresas como a Google, a Microsoft, a Nokia, a BMW e a Cisco têm estabelecido centros de investigação e desenvolvimento em Portugal, devido à sua localização estratégica, à mão de obra qualificada e à cultura empreendedora vigente.

Em complemento, Portugal tem uma forte tradição académica e está comprometido com a inovação e o desenvolvimento tecnológico. O país tem investido em programas de educação e formação nas áreas da ciência, tecnologia, engenharia e matemática, o que tem contribuído para a formação de mão de obra altamente qualificada na área digital.

Concluindo, os centros de dados são uma infraestrutura crítica para a economia digital e para a sociedade em geral, com impactos significativos no desenvolvimento das empresas e no posicionamento geopolítico dos países. Assim, Portugal goza de uma localização estratégica em termos de conectividade com os principais mercados consumidores e dispõe de condições únicas de acesso a utilidades que têm sido fatores importantes na atração de empresas de tecnologia e que permitem a expansão dos seus negócios para outros mercados consumidores.

4.2.6 QI 6: Principais tendências do setor de centro de dados

O mercado de centros de dados atravessa um momento onde surgem grandes oportunidades num mundo em transformação digital acelerada, mas também existem grandes desafios a superar em sequência da transição energética e da rápida evolução das tecnologias, como é exemplo a virtualização de servidores na nuvem, a Inteligência Artificial (AI), o Machine Learning (ML), o Edge Computing, a Internet das Coisas (IoT) nas suas inúmeras vertentes, a segurança cibernética e a automação. Estas tendências estão a mudar a forma como os centros de dados são localizados, projetados, geridos e utilizados, o que obriga a uma rápida adaptação de operadores e clientes.

Com a maior transversalidade da digitalização em todos os setores da economia, os centros de dados sofrem uma enorme pressão para dar resposta à gestão de um elevado volume de dados, o que exige uma adaptação permanente das infraestruturas existentes, dos processos regulatórios, das políticas públicas e das tendências tecnológicas deste setor. Assim, é formulada a sexta, e última, questão de investigação (QI 6): Quais as principais tendências e desafios que o setor dos Data Centres irá enfrentar no processo de seleção de novas localizações?

4.2.6.1 RG 12 Quais as políticas públicas que Portugal deverá implementar para captar novos investimentos de operadores de centros de dados?

A instalação de novos centros de dados é essencial para dar resposta à procura de serviços digitais e armazenar grandes quantidades de dados. No entanto, a localização destes centros de dados pode ter um impacto significativo na economia, meio ambiente e na vida das comunidades locais.

Desta forma, as políticas públicas têm um papel central na definição de uma estratégia clara que permita atrair e instalar os centros de dados. Estas políticas devem ser promovidas pelos governos nacionais, embora integradas com a estratégia europeia e numa ótica de conectividade global com o resto do mundo. É precisamente neste contexto que surge a iniciativa EU-Digital Gateways (CE, 2020) que visa criar locais estratégicos de conectividade que se interliguem com uma rede de centros de dados na União Europeia, com o objetivo de garantir a soberania, promover a inovação e a competitividade.

Neste sentido, para captar novos investimentos de operadores de centros de dados, Portugal deve implementar políticas públicas que criem um ambiente favorável e competitivo para esses investimentos. Os decisores políticos devem adotar uma abordagem proactiva e desenvolver em parceria com os operadores de centros de dados a condições ideias para:

- Planear e implementar as redes de utilidades necessárias e facilitar o licenciamento para construção de novos centros de dados.
- Promover a eficiência energética e utilização sustentável da água.
- Investir em pesquisa e desenvolvimento para tecnologias eficientes de comunicação e computação de próxima geração.

A figura 23 analisa a relação entre conceitos através do mapa “Co-Occurrence Network”, gerado pelo programa KH Coder 3. Neste sentido, é possível observar na mancha azul a relação de conceitos que evidenciam a importância da integração a estratégia digital de Portugal com as iniciativas da União Europeia, nomeadamente na atração de investimento. A mancha vermelha do gráfico destaca o regime regulatório europeu como um fator de confiança e estabilidade para os investidores.

Podemos ainda observar a mancha laranja e roxa que corroboram as observações expressas pela amostra, no sentido que as entidades governamentais e locais devem ser envolvidas em todas as fases do processo de desenvolvimento dos projetos de centros de dados, onde se destacam a agilização dos processos de licenciamento da atividade industrial e urbanísticos, incentivos fiscais, parecerias para a construção de infraestruturas críticas da rede elétrica ou de conectividade como são exemplo as CLS neutras.

podem garantir um ambiente favorável, estável, competitivo e seguro para os investidores elegerem Portugal como um local atrativo para desenvolverem os seus projetos de investimento.

4.2.6.2 **RG 13 Quais as principais tendências na seleção e localização dos centros de dados para fazer face às exigências da nova era digital?**

Com a crescente procura de serviços digitais e o aumento exponencial no uso de tecnologias que requerem latências muito baixas, a seleção e localização de centros de dados tornou-se um processo cada vez mais complexo e desafiante para cumprir com as expectativas e necessidades das empresas e utilizadores finais. Deste modo, em sequência das entrevistas realizadas, foi possível identificar as principais tendências que irão impulsionar a inovação e o crescimento do mercado de centros de dados:

- Aumento da virtualização de servidores e da utilização da nuvem (Cloud);
- Maior foco em eficiência energética e sustentabilidade;
- Adoção de tecnologias de inteligência artificial (IA) e Machine Learning (ML) na otimização dos centros de dados;
- Aumento em número e dimensão dos centros dos dados Hyperscalers, complementados pela maior dispersão dos centros de dados Edge e Micro Edge;
- Crescimento do Edge computing e da Internet das Coisas (IoT);
- Maior segurança cibernética e proteção de dados;
- Aumento do uso de soluções híbridas e multicloud;
- Expansão para novas regiões e mercados emergentes;
- Crescimento da automação.

Recorrendo ao mapa de correlações "Co-Ocurrence Network", gerado pelo programa KH Coder 3, observamos na figura 24 a mancha laranja que destaca a localização geográfica da Península Ibérica como um Hub de ligação e armazenamento de dados para a África Ocidental. Enquanto na mancha azul é possível observar as tendências tecnológicas, como a IA, ML, IoT e IoMT, que irão influenciar o setor dos centros de dados no futuro.

Assim, a seleção e localização de centros de dados será fortemente influenciada pela necessidade de responder ao aumento exponencial de utilização de dados, onde se destaca a utilização combinada dos workflows entre os centros de dados Hyperscalers e os centros de dados Edge, impulsionada pela necessidade de processamento de um elevado volume de dados em tempo real e baixas latências. Esta conjugação de esforços é essencial para dar resposta a tecnologias como a IoMT, base dos veículos autónomos, ou serviços OTT (Over The Top) que são a base da distribuição de conteúdos streaming. A eficiência energética associada a políticas de sustentabilidade, disponibilidade de conectividade, a segurança cibernética e a regulamentação de proteção de dados, estarão sempre presentes nas decisões de seleção e localização dos centros de dados.

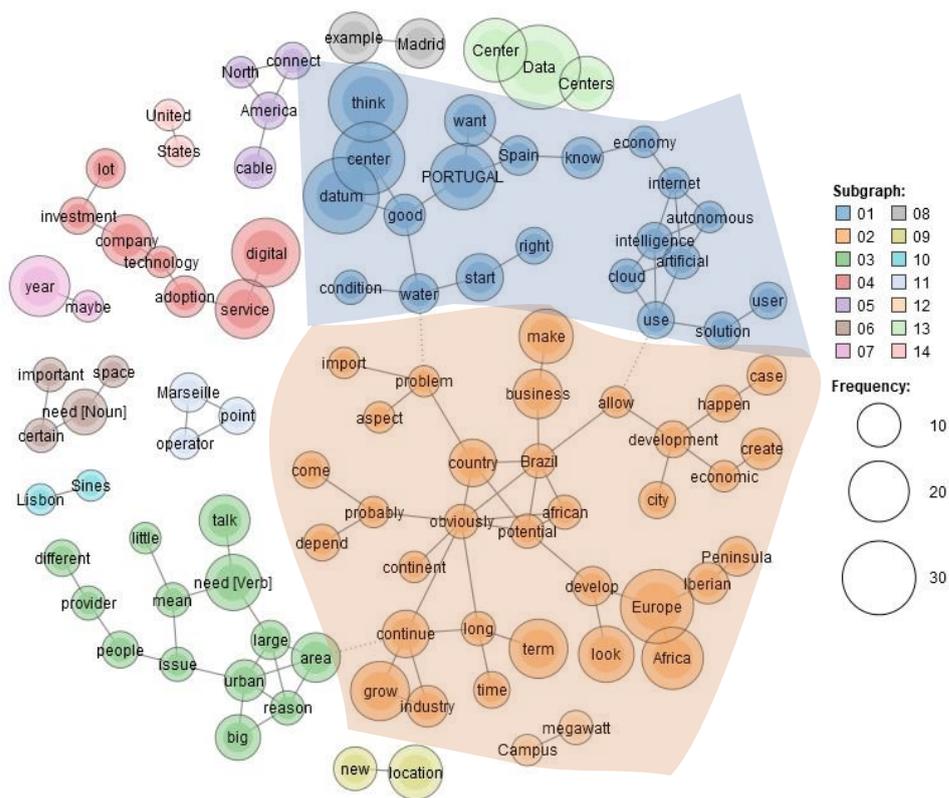


Figura 24: Mapa "Co-Occurrence Network" de palavras da questão 13

Fonte: KH Coder 3

4.2.6.3 Discussão dos Resultados QI 6

A seleção de uma localização de um centro de dados tem em consideração uma grande variedade de fatores, nem todos intuitivos. Um centro de dados é um investimento de longo prazo, e o processo de seleção de um local requer uma grande sensibilidade e conhecimento das necessidades do operador e da comunidade local.

A proliferação de milhões dispositivos móveis e computadores portáteis que estão conectados e que utilizam a computação em nuvem e uma multiplicidade de tecnologias modernas, desde Streaming, Machine Learning (ML), Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (IoT) e a sua derivação para Internet of Moving Things (IoMT), fará aumentar o volume dados gerado e conseqüentemente a necessidade de criar novas capacidades de armazenamento de dados.

Por este motivo, os centros de dados Hyperscalers serão cada vez mais e de maior dimensão, desempenhando um papel fundamental na entrega de conteúdos digitais em escala global. A figura 25 é demonstrativa desta realidade, uma vez que a utilização da largura de banda pelos fornecedores de conteúdos "Content Providers" está a crescer a um ritmo acelerado, em detrimento dos fornecedores "Backbone Providers" que são as entidades que fornecem tradicionalmente conectividade à Internet para usuários finais.

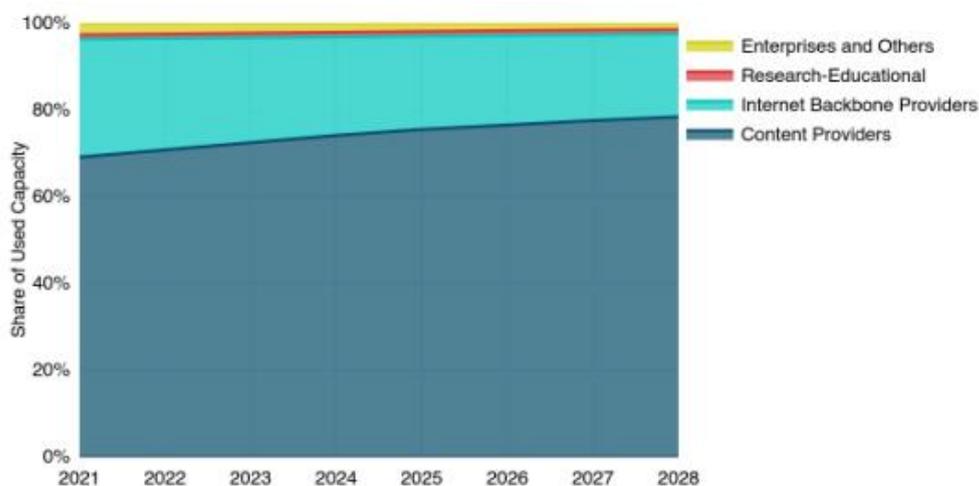


Figura 25: Largura de banda internacional utilizada por tipologia

Fonte: TeleGeography, 2022

Complementarmente, os centros de dados Edge terão um crescimento significativo nos próximos anos, como resultado do processamento de dados em tempo real e baixa latência para dar resposta a necessidades como:

- A forma de trabalho remoto;
- A digitalização dos processos existentes;
- O crescimento do sector industrial que utiliza tecnologias digitais;
- O aumento do número de PME que adotam tecnologias digitais;
- A utilização crescente dos serviços (OTT), que permite a distribuição de filmes e televisão diretamente através da Internet, sem necessidade da transmissão tradicional por cabo ou satélite;
- O crescimento da indústria de *Gaming*.

Em complemento, destacam-se as tendências do setor de centros de dados referidas pela amostra de entrevistados e corroborada pela revisão de literatura realizada:

- **Computação em nuvem:** A computação em nuvem continua a ser uma das principais tendências do setor de centros de dados. Este conceito tem por suporte a tecnologia que permite o uso remoto de recursos da computação por meio da conectividade de Internet. Segundo a Gartner, "o mercado de serviços em nuvem pública deve crescer a uma taxa composta anual de 17,5% entre 2019 e 2023" (Gartner, 2020);
- **Computação Edge:** O Edge computing é outra tendência crescente no mercado de centros de dados para dar resposta ao elevado volume de dados em tempo real e baixas latências. Este conceito tem por base a tecnologia que está relacionada com a IoT e baseia-se na rede de micro centros de dados que processam e armazenam os dados solicitados de forma local (fornece, por exemplo, os recursos utilizados nos smartphones). Segundo a MarketsandMarkets, "o mercado global de Edge computing deve crescer a uma taxa composta anual de 34,1% entre 2020 e 2025" (MarketsandMarkets, 2020);

- **Internet das Coisas (IoT):** A Internet das Coisas e a Internet of Moving Things são uma tendência crescente no mercado de centros de dados, com o objetivo de gerir todos os dados gerados por equipamentos e veículos cada vez mais conectados. Segundo a Grand View Research, "o mercado global de IoT para data centers deve crescer a uma taxa composta anual de 22,9% entre 2020 e 2027" (Grand View Research, 2020); (Henares, *et al.*, 2022);
- **Inteligência Artificial (IA):** A Inteligência Artificial é tendência crescente no mercado de centros de dados, com o objetivo de automatizar tarefas e melhorar a eficiência. Segundo a MarketsandMarkets, "o mercado global de IA para data centers deve crescer a uma taxa composta anual de 30,8% entre 2020 e 2025" (MarketsandMarkets, 2020);
- **Virtualização de Servidores:** A virtualização dos servidores continua a ser uma tendência importante no mercado de centros de dados, com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir os custos. Segundo a Technavio, "o mercado global de virtualização de servidores deve crescer a uma taxa composta anual de 6% entre 2020 e 2024" (Technavio, 2020);
- **Utilização de Energias renováveis:** A energia renovável é uma tendência emergente no mercado de centros de dados, com o objetivo de melhorar a eficiência energética e reduzir a pegada de carbono. Segundo a Allied Market Research, "o mercado global de energia renovável para centros de dados deve crescer a uma taxa composta anual de 10,7% entre 2019 e 2026" (Allied Market Research, 2019);
- **Cibersegurança:** A cibersegurança continua a ser uma das principais preocupações do mercado de centros de dados. Segundo a MarketsandMarkets, "o mercado de segurança cibernética de centros de dados deve crescer a uma taxa composta anual de 16,4% entre 2020 e 2025" (MarketsandMarkets, 2020);
- **Automação:** A automação é uma tendência crescente no mercado de centros de dados, com o objetivo de reduzir os custos e aumentar a eficiência. Segundo a Grand View Research, "o mercado de automação de centros de dados deve crescer a uma taxa composta anual de 13,5% entre 2020 e 2027" (Grand View Research, 2020).

O rápido crescimento da IA, do streaming, do gaming ou os carros autónomos, irão modificar por completo o tipo de consumo de dados e a forma como os centros de dados se relacionam entre eles. Esta transformação, irá estimular inovações no design e no desenvolvimento de novas tecnologias para melhorar a eficiência e capacidade de resposta dos centros de dados e as solicitações de aumento de densidade energética que suportem a computação de alto desempenho.

Deste modo, os centros de dados Hyperscalers e Edge estarão interligados e irão gerir os workflows de forma cada vez mais eficiente, formando uma arquitetura híbrida de nuvem distribuída, impulsionadas pelo aumento da procura de serviços digitais em tempo real e baixa latência, o que irá influenciar de forma decisiva os processos de seleção e localização das diferentes tipologias de centros de dados.

4.2.7 Tabela Síntese da Discussão

Tabela 5: Síntese da Discussão

Principais Referências de Autores	Questões de Investigação	Principais resultados da Discussão
<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Daim et al., 2013) ▪ (Covas et al., 2012) ▪ (Ounifi, et al., 2015) ▪ (Makkonen & Komulainen, 2018) ▪ (Islam, 2021) ▪ (Mishra, et al., 2022) ▪ (Agarwal et al., 2021) ▪ (Kaushik et al., 2020) ▪ (Brodie, 2020) ▪ (Topomin et al., 2021) ▪ (Widmann, 2021) ▪ (Bueger & Liebetrau, 2021) 	<p>QI 1: Quais os critérios para seleção de uma localização de Centros de Dados?</p> <p>RG 1</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. A seleção da localização de um centro de dados é um processo complexo que visa garantir a eficiência, segurança e disponibilidade das operações de TIC. 2. Os fatores eliminatórios para a seleção de uma localização de centro de dados são: a proximidade dos pontos de consumo, o acesso e disponibilidade de redes de energia elétrica (preferencialmente renováveis) e pontos de conectividade neutra e diversa. Os fatores complementares a ter em consideração: Custo imobiliário, clima, riscos naturais de catástrofes, segurança, regulamentação e estabilidade política e social, disponibilidade de recursos humanos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Townsend et al., 2019) ▪ (Floerecke et al., 2023) ▪ (Arora et al., 2018) ▪ (Gantz, 2001) ▪ (Covas, et al., 2012) ▪ (Ounifi, et al. 2015) ▪ (Holt & Vonderau, 2019) ▪ (Fernández-Cerero et al., 2021) ▪ (Gratner, 2021) ▪ (Uptime Institute, 2016) 	<p>QI 2: Quais os modelos de centros de dados e como se relacionam entre si?</p> <p>RG 2 – RG 3</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3. A seleção de uma localização é condicionada pela tipologia e objetivos comerciais do centro de dados. 4. Os centros de dados podem ser classificados em diferentes tipos, de acordo com o seu tamanho, localização, infraestrutura e nível de segurança. 5. Os centros de dados Entrepise, Colocation e Edge são instalados maioritariamente dentro dos centros urbanos, de forma a dar resposta às necessidades de baixa latência dos seus utilizadores. Os centros de dados Hyperscalers, que gerem grande volumes de dados, são geralmente instalados fora dos centros urbanos. 6. O modelo mais comum de centro de dados é o “Colocation” por terem uma oferta mais flexível. No entanto, devido ao aumento dos volumes de dados os centros de dados “Hyperscalers” estão a aumentar em quantidade e em capacidade. Existe igualmente um aumento do número de centros de dados “Edge” para dar resposta a problemas de latência a tecnologia como 5G, AI, ML, IoT e IoMT. 7. Para dar resposta aos desafios da transição energética e melhorar a eficiência energética e operacional as empresas têm migrado as suas infraestruturas para sistemas híbridos de centros de dados.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Goodspeed et al. 2011) ▪ (Vonderau, 2019) ▪ (Maguire & Winthereik, 2019) ▪ (Vonderau, 2019); ▪ (Ounifi et al., 2015) ▪ (Nicolae & Roşca, 2021); ▪ (Jindal et al. 2018) ▪ (CINEA, 2021) ▪ (EC, 2020) 	<p>QI 3: Qual o impacto das políticas públicas na instalação de centros de dados numa determinada localização?</p> <p>RG 4</p>	<ol style="list-style-type: none"> 8. Os governos nacionais devem estar em sintonia com as iniciativas europeias e criar um ambiente favorável para a atração de investimento em infraestrutura, melhorando a sua competitividade e garantindo a soberania dos seus dados. 9. O processo de seleção de uma localização não é determinado em primeira instância pelas iniciativas de estratégia geopolítica, no entanto, na fase de instalação os operadores reconhecem a importância de envolver as autoridades oficiais no projeto. 10. As políticas públicas devem promover uma instalação responsável e sustentável dos centros de dados e promover a inclusão digital e acesso igualitário à infraestrutura de rede e aos serviços de internet e comunicação.

Fonte: Produção Própria

Tabela 5: Síntese da Discussão

Principais Referências de Autores	Questões de Investigação	Principais resultados da Discussão
<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Saunavaara et al. 2022) ▪ (Andrews & Whitehead, 2021) ▪ (Wang, et al., 2022) ▪ (Avgerinou et al., 2017) ▪ (Małkowska et al., 2021) ▪ (Covas et al.,2012) ▪ (Uddin & Rahman, 2012) ▪ (Koronen et al., 2020) ▪ (Islam et al., 2019) <ul style="list-style-type: none"> ▪ (Sriram, 2022) ▪ (Rao et al.,2010) ▪ (Koomey et al.,2010) ▪ (Kaushik et al., 2020) ▪ (Tohanean & Vasilescu, 2019) ▪ (Makkonen & Komulainen, 2018) ▪ (Veale & Brown, 2020) ▪ (Kez et al. 2022) ▪ (Stec & Jakóbowski., 2020). 	<p>QI 4: Quais as infraestruturas críticas para a instalação de um Hub de Centros de Dados?</p> <p>RG5 – RG 6 – RG 7 – RG 8 – RG 9</p>	<ol style="list-style-type: none"> 11. As infraestruturas digitais tornaram-se uma utilidade crítica, comparável com as redes de telecomunicações, água, eletricidade e gás. 12. O fator energia é um dos principais desafios que os centros de dados enfrentam na implementação das suas políticas de sustentabilidade. 13. A indústria do centro de dados enfrenta uma pressão crescente para se tornar mais sustentável e eficiente em termos de energéticos, na utilização da água e na redução dos GEE, enquanto em simultaneamente tem de dar resposta ao aumento do consumo de dados do mercado. 14. A conectividade desempenha um papel crucial na transição digital, deve ser diversa e neutra para garantir um acesso igualitário aos utilizadores. 15. As infraestruturas digitais - centros de dados e cabos de fibra ótica terrestres e submarinos - são críticas para o desenvolvimento da economia digital e para a afirmação da soberania dos estados, o que significa que podem proporcionar uma vantagem competitiva para quem os controla. 16. As políticas regulatórias da UE, nomeadamente o RGPD, permitem uma diferenciação no mercado global altamente competitivo, oferecendo um alto nível de proteção de dados pessoais que outras regiões não disponibilizam.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Małkowska et al, 2021) ▪ (Bower et al., 2021) ▪ (Shin & Park, 2020) ▪ (Maguire & Winthereik, 2019) <ul style="list-style-type: none"> ▪ (Castro et al., 2019) ▪ (Hossain et al., 2020) ▪ (Marques et al., 2021) ▪ (Wortmann & Flüchter, 2015) 	<p>QI 5: Qual o Impacto dos centros de dados no desenvolvimento das empresas e no posicionamento geopolítico dos países?</p> <p>RG 10 – RG 11</p>	<ol style="list-style-type: none"> 17. Os centros de dados podem ajudar as empresas a tornarem-se mais competitivas e adaptarem-se às rápidas mudanças no mercado. 18. Os centros de dados são uma infraestrutura crítica para a economia digital e para a sociedade em geral, com impactos significativos na competitividade das empresas e no posicionamento geopolítico dos países. 19. Portugal possui uma localização estratégica e reúne um conjunto de condições únicas infraestruturais para a criação de um Hub de armazenamento de dados. Pode desempenhar o papel de pivot entre o mercado europeu e os mercados de consumo nos continentes Sul e Norte Americano, e costa ocidental africana.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Yi, 2019) ▪ (Zhang, et al. 2018) ▪ (Koronen et al., 2020) ▪ (Gartner, 2020); <ul style="list-style-type: none"> ▪ (Technavio, 2020) ▪ (Henares, et al., 2022); ▪ 	<p>QI 6: Quais as principais tendências e desafios que o setor dos Data Centres irá enfrentar no processo de seleção de novas localizações?</p> <p>RG 12 – RG 13</p>	<ol style="list-style-type: none"> 20. O consumo de dados continuará a crescer motivado pelo aumento da digitalização corporativa, principalmente PME e privados. 21. Sustentabilidade: Existe uma necessidade crescente de tornar os centros de dados mais verdes. 22. Computação Edge: A necessidade de gerar dados junto dos consumidores será cada vez mais premente. 23. A ascensão da Inteligência Artificial: A IA fez um rápido progresso durante a última década e dominará a gestão da eficiência dos centros de dados. 24. Arquitetura híbrida dos centros e dados: Os centros de dados Hyperscaler são infraestrutura essenciais para responder ao aumento do volume de dados gerado, enquanto os centros de dados Edge respondem às necessidades de tecnologias que requerem baixas latências. 25. A importância dos mercados secundários: com a saturação e restrições impostas nas localizações de maior consumo de dados, será necessário alargar os círculos de latência e encontrar novas localizações. 26. Aumento esperado da regulamentação: Os governos estão sob crescente pressão para controlar o uso de energia e água pelos centros de dados 27. Cibersegurança: A cibersegurança continua a ser uma das principais preocupações do mercado de centros de dados.

Fonte: Produção Própria

5 Conclusões e Recomendações

5.1 Conclusões

Os centros de dados desempenham um papel cada vez mais importante na sociedade moderna, impulsionando o avanço tecnológico, a conectividade global e a economia digital. Estes centros de dados, possuem uma enorme quantidade de servidores e equipamentos de armazenamento de dados e têm um impacto significativo nos fatores económicos, geográficos, políticos e sociais.

Em termos económicos, os centros de dados representam investimentos substanciais em infraestruturas, equipamentos e recursos humanos altamente qualificados. Eles geram empregos diretos e indiretos, impulsionando a economia local e regional. Além disso, a indústria de centros de dados atrai investimentos de empresas de tecnologia, criando um ecossistema de inovação e empreendedorismo.

Do ponto de vista geográfico, a localização dos centros de dados é um fator crítico. São construídos em áreas estrategicamente selecionadas, próximas a fontes de energia fiáveis e de fontes renováveis, infraestrutura de rede de fibra ótica de alta velocidade e preferencialmente próximos centros urbanos importantes. A conectividade rápida e redundante é essencial para garantir a eficiência e o desempenho dos centros de dados.

No aspeto político, os governos desempenham um papel fundamental no impacto dos centros de dados. As políticas governamentais, como incentivos fiscais e regulamentações favoráveis, podem atrair investimentos nessa indústria e promover a competitividade nacional. Ao mesmo tempo, questões como segurança de dados, privacidade e proteção do consumidor são regulamentadas para garantir a confiança e a segurança das informações armazenadas nos centros de dados.

Em relação aos fatores sociais, os centros de dados possibilitam o acesso a uma ampla gama de serviços digitais, como a computação em nuvem, uso crescente de plataformas software-as-a-Service (SaaS), a ascensão das redes sociais e serviços de streaming Over-The-Top (OTT) como a Netflix - contribuíram para um rápido crescimento dos centros de dados. Estas tendências só registaram uma tremenda aceleração devido ao evento pandémico do Covid-19.

Recentemente assistimos aos avanços na Inteligência Artificial/Machine Learning (IA/ML), ao aumento da ligação de dispositivos físicos e de sensores através da Internet das Coisas (IoT), ao crescimento de sistemas de realidade aumentada e à disponibilidade de serviços 5G que vão continuar a impulsionar o crescimento da utilização de dados. Além disso, os centros de dados desempenham um papel crucial na disseminação de conhecimento e de oportunidades educacionais, contribuindo para a inclusão digital e para o desenvolvimento social.

Portugal tem-se destacado como um local com elevado potencial estratégico para a criação de um Hub de infraestrutura de centros de dados, devido a diversos fatores que impactam diretamente nas operações destes equipamentos, dos quais se destaca:

- **Localização Estratégica:** A localização estratégica de Portugal é outra vantagem para a criação de um Hub de infraestrutura de centros de dados. O país está geograficamente bem posicionado entre a América do Norte, América do Sul, África Ocidental e a Europa, servindo como um ponto de conexão entre esses continentes. Além disso, a proximidade aos principais mercados de consumo europeus facilita a

distribuição eficiente de dados e serviços digitais.

- **Energia e Sustentabilidade:** A disponibilidade de energia limpa e sustentável a custos competitivos é um fator crucial para a atração de centros de dados. Portugal possui uma matriz energética diversificada, com uma parcela significativa de energia renovável, especialmente proveniente de fontes como solar, eólica e hidroelétrica. Isso torna o país atraente para empresas que buscam operar centros de dados com um menor impacto ambiental, contribuindo para a sustentabilidade.
- **Conectividade e Transição Digital:** Portugal possui uma infraestrutura de telecomunicações avançada, com uma rede de fibra ótica de alta velocidade e ampla cobertura. Além disso, o país tem investido na expansão de redes 5G, o que impulsiona a conectividade e facilita a transição digital. Esses fatores são essenciais para a operação eficiente dos centros de dados, garantindo uma conexão rápida e fiável para os utilizadores finais e outros centros de dados ao redor do mundo.
- **Criação de um Ambiente favorável ao Investimento:** O governo português tem implementado políticas e iniciativas para atrair investimentos na área de centros de dados. Isso inclui facilidade nos licenciamentos, áreas pré licenciadas para cabos submarinos e programas de apoio e parcerias com empresas e instituições de ensino superior, medidas que visam impulsionar o setor, gerar empregos qualificados e promover a inovação tecnológica.

A criação de um Hub de infraestrutura de centros de dados em Portugal tem assim potencial para impulsionar o crescimento económico, gerar empregos, atrair investimentos e promover a inovação tecnológica. A energia com custos competitivos associado a programas sustentáveis para produção através de fontes renováveis, o aumento de conectividade pan-continental, a localização estratégica que potencia a captação de investimento são fatores-chave que tornam Portugal um ambiente favorável para o estabelecimento e expansão dessa indústria.

Em resumo, os centros de dados têm um impacto multifacetado nos fatores económicos, geográficos, políticos e sociais; impulsionam a economia; moldam a paisagem urbana; são influenciados por políticas governamentais e transformam a forma como nos comunicamos, colaboramos e interagimos na era digital.

Este estudo pretendeu contribuir para a literatura académica estudando os fatores cruciais para o processo de seleção de uma localização de centros de dados e interpretação do impacto desses equipamentos na nossa sociedade em constante evolução.

5.2 Recomendações e limitações

Durante a investigação realizada, e apesar das conclusões obtidas, foram identificadas algumas limitações e constrangimentos.

Em primeiro lugar, a limitação da amostra que apenas inclui 15 profissionais, sendo que os resultados obtidos podem não representar todas as perspectivas e desafios que o setor em estudo atravessa.

Relativamente à análise de dados, os resultados obtidos através da ferramenta KH Coder 3 não foram tão coesos como esperado, tendo existido na análise de algumas questões dificuldade em encontrar relações entre as observações realizadas pelos entrevistados.

Por último, num setor tão dinâmico e inovador, a análise realizada está limitada ao espectro temporal em que foi realizada.

Estas são algumas das limitações identificadas pelo investigador e que futuramente poderão ser pontos de reflexão para investigações futuras.

6 Bibliografia

- Agarwal, A., Sun, J., Noghabi, S., Iyengar, S., Badam, A., Chandra, R., Seshan, S., & Kalyanaraman, S. (2021). Redesigning Data Centers for Renewable Energy. *Proceedings of the Twentieth ACM Workshop on Hot Topics in Networks*, 45–52. <https://doi.org/10.1145/3484266.3487394>
- Kez, D., Foley, A. M., Lavery, D., Del Rio, D. F., & Sovacool, B. (2022). Exploring the sustainability challenges facing digitalization and internet data centers. *Journal of Cleaner Production*, 371, 133633. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133633>
- Andrews, D., & Whitehead, B. (2019). Data Centres in 2030: Comparative Case Studies that Illustrate the Potential of the Design for the Circular Economy as an Enabler of Sustainability. In *Sustainable Innovation 2019: 22nd International Conference Road to 2030: Sustainability, Business Models, Innovation and Design*. Retrieved from <https://openresearch.lsbu.ac.uk/item/8675q> . Accessed September 1, 2023
- Arauzo-Carod, J., & Viladecans-Marsal, E. (2006). Industrial Location At the Intra-Metropolitan Level: A Negative Binomial Approach. Retrieved from <https://www.econstor.eu/handle/10419/118214> . Accessed September 1, 2023
- Arora, S., Cohen, N., & Hazan, E. (2018). On the Optimization of Deep Networks: Implicit Acceleration by Overparameterization. *International Conference on Machine Learning 2018*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1802.06509v2> . Accessed September 2, 2023.
- Avgerinou, M., Bertoldi, P., & Castellazzi, L. (2017). Trends in Data Centre Energy Consumption under the European Code of Conduct for Data Centre Energy Efficiency. *Energies*, 10(10), 1470. <https://doi.org/10.3390/en10101470>
- Basu, S. (2016). A Study on Selection of Data Centre Locations. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 2016, 14613–14616.
- Brodie, P. (2020). Climate extraction and supply chains of data. *Media, Culture & Society*, 42(7–8), 1095–1114. <https://doi.org/10.1177/0163443720904601v>
- Bueger, C., & Liebetrau, T. (2021). Protecting hidden infrastructure: The security politics of the global submarine data cable network. *Contemporary Security Policy*, 42(3), 391–413. <https://doi.org/10.1080/13523260.2021.1907129>
- Carver, S. J. (1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3), 321–339. <https://doi.org/10.1080/02693799108927858>
- Castells, M. (1999). *A sociedade em rede* (6th ed., Vol. 1). Paz e Terra.

- CINEA. (2021). *CEF - Connecting Europe Facility*. Retrieved from https://cinea.ec.europa.eu/programmes/connecting-europe-facility_en. Accessed September 1, 2023
- Commission, E., Directorate-General for Communications Networks, C. and T., Montevecchi, F., Stickler, T., Hintemann, R., & Hinterholzer, S. (2020). *Energy-efficient cloud computing technologies and policies for an eco-friendly cloud market – Final study report*. Publications Office. <https://doi.org/doi/10.2759/3320>
- Covas, M. T., Silva, C. A., & Dias, L. C. (2013). Multicriteria decision analysis for sustainable data centers location. *International Transactions in Operational Research*, 20(3), 269–299. <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2012.00874.x>
- Daim, T. U., Bhatla, A., & Mansour, M. (2013). Site selection for a data centre – a multi-criteria decision-making model. *International Journal of Sustainable Engineering*, 6(1), 10–22. <https://doi.org/10.1080/19397038.2012.719554>
- Elgin, C. Z. (2004). True Enough. *Philosophical Issues*, 14(1), 113–131. <https://doi.org/10.1111/j.1533-6077.2004.00023.x>
- Fernández-Cerero, D., Ortega, F. J., Jakóvik, A., & Fernández-Montes, A. (2021). Dynamic selection of resource manager in hyper-scale cloud-computing data centres. *Future Generation Computer Systems*, 116, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.10.031>
- Floerac, S., Ertl, C., & Herzfeldt, A. (2023). Major drivers for the rising dominance of the hyperscalers in the infrastructure as a service market segment. *International Journal of Cloud Computing*, 23–39.
- Galbraith, J. K. (2005). *The Future of Economics* (B. Laperche & D. Uzunidis, Eds.). Palgrave Macmillan.
- Gantz, J. (2001). *A revolution in servers is here* (9th ed., Vol. 11). Network World Canada. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/revolution-servers-is-here/docview/198766242/se-2>. Accessed September 2, 2023
- Gomes, L. F., & Moreira, A. M. (1998). *From information to decision making: adding value through multicriteria methods*. (2nd ed., Vol. 2). Revista de Ciência e Tecnologia Política e Gestão para a Periferia.
- Goodspeed, T., Martinez-Vazquez, J., & Zhang, L. (2011). Public Policies and FDI Location: Differences between Developing and Developed Countries. *FinanzArchiv / Public Finance Analysis*, 67(2), 171–191.
- Gratner. (2021). *Forecast: Data Centres, Worldwide, 2018-2025*. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/documents/4008896> . Accessed September 1, 2023

- Henares, K., Risco-Martín, J. L., Ayala, J. L., & Hermida, R. (2022). Efficient micro data centres deployment for mobile healthcare monitoring systems in IoT urban scenarios. *Journal of Simulation*, 16(6), 589–603. <https://doi.org/10.1080/17477778.2022.2072782>
- Holt, J., & Vonderau, P. (2017). “Where the Internet Lives” (Vol. 1). University of Illinois Press. <https://doi.org/10.5406/illinois/9780252039362.003.0003>
- Hu, T.-H. (2015). *A Prehistory of the Cloud* (1st ed.). MIT Press.
- Hunt, J. R., & Koulamas, C. P. (1989). A Model for Evaluating Potential Facility Location on a Global Basis. *S.A.M. Advanced Management Journal*, 54(3).
- Institute, U. (2016). *Tier Classification System*. Retrieved from <https://uptimeinstitute.com/tiers>. Accessed September 5, 2023.
- Isard, W. (1956). *Location and space-economy* (John Wiley & Son). Retrieved from [http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/locationspaceeco00isar%20\(1\).pdf](http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/locationspaceeco00isar%20(1).pdf). Accessed September 1, 2023
- Islam, S., Rohde-Stadler, A., & Chawla, R. (2019). *Connectivity needs a strong rules-based multilateral framework – for everyone’s sake*. Retrieved from https://www.friendsofeurope.org/wp/wp-content/uploads/2019/09/2019_FoE_AEE_AP_PUB_Connectivity.pdf. Accessed September 5, 2023
- Jindal, F. & Churi, P. (2018). Future and challenges of Internet of Things. *International Journal of Computer Science & Information Technology*, 10(2).
- Johnson, A., & Hogan, M. (2017). Introducing Location and Dislocation: Global Geographies of Digital Data. *Imaginations Journal of Cross-Cultural Image Studies/Revue d’Études Interculturelle de l’Image*, 8(2). <https://doi.org/10.17742/IMAGE.LD.8.2.1>
- Kaushik, P., Singh, D. P., & Rajpoot, S. (2020). Fibre Optic Communication In 21st Century. *2020 International Conference on Intelligent Engineering and Management*, 125–129. <https://doi.org/10.1109/ICIEM48762.2020.9160141>
- Koomey, J., Berard, S., Sanchez, M., & Wong, H. (2011). Implications of Historical Trends in the Electrical Efficiency of Computing. *IEEE Annals of the History of Computing*, 33(3), 46–54. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2010.28>
- Koronen, C., Åhman, M., & Nilsson, L. J. (2020). Data centres in future European energy systems—energy efficiency, integration and policy. *Energy Efficiency*, 13(1), 129–144. <https://doi.org/10.1007/s12053-019-09833-8>
- Maguire, J., & Ross Winthereik, B. (2021). Digitalizing the State: Data Centres and the Power of Exchange. *Ethnos*, 86(3), 530–551. <https://doi.org/10.1080/00141844.2019.1660391>

- Makkonen, H., & Komulainen, H. (2018). Explicating the market dimension in the study of digital innovation: a management framework for digital innovation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 30(9), 1015–1028.
<https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1433823>
- Małkowska, A., Urbaniec, M., & Kosała, M. (2021). The impact of digital transformation on European countries: insights from a comparative analysis. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 16(2), 325–355. <https://doi.org/10.24136/eq.2021.012>
- Mariotti, I. (2005). *Firm Relocation and Regional Policy: A Focus on Italy, the Netherlands and the United Kingdom* (J. G. Borchert, J. M. M. Van Amersfoort, H. J. A. Berendsen, J. Druijven, A. O. Kouwenhoven, & H. Scholten, Eds.; 1st ed.). Netherlands Geographical Studies.
- Martins, G. W. (2010). *A contribution to industrial location studies: determining a region's air transport potential based on the coppe-cosenza hierarchical analysis model*. Retrieved from <https://silo.tips/download/guilherme-weber-martins#>. Accessed August 31, 2023
- Mckeown, K., Revi, A. T., Middleton, S. E., & Millard, D. E. (2022). *GIS*.
- Mishra, R., Naik, B. K. R., Raut, R. D., & Kumar, M. (2022). Internet of Things (IoT) adoption challenges in renewable energy: A case study from a developing economy. *Journal of Cleaner Production*, 371, 133595. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133595>
- Nicolae, C.-A., & Roșca, M. I. (2021). Opportunities and challenges of the Internet of Things. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 15(1), 1069–1082. <https://doi.org/10.2478/picbe-2021-0101>
- Ounifi, H. A., Ouhimmou, M., Paquet, M., & Momtecinós, J. (2015). Data centre localization for Internet services. *11ème Congrès International de Génie Informatique, 2015*.
- Parks, L., & Starosielski, N. (2015). *Signal Traffic Critical Studies of Media Infrastructures* (1st ed., Vol. 1). University of Illinois Press.
- Porter, M. E. (2000). Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 15–34.
<https://doi.org/10.1177/089124240001400105>
- Rao, L., Liu, X., Xie, L., & Liu, W. (2010). Minimizing Electricity Cost: Optimization of Distributed Internet Data Centers in a Multi-Electricity-Market Environment. *Proceedings IEEE INFOCOM*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2010.5461933>
- Saniuk, S., Grabowska, S., & Straka, M. (2022). Identification of Social and Economic Expectations: Contextual Reasons for the Transformation Process of Industry 4.0 into the Industry 5.0 Concept. *Sustainability*, 14(3), 1391. <https://doi.org/10.3390/su14031391>
- Saunavaara, J., & Laine, A. (2021). Research, development, and education: laying foundations for Arctic and northern data centres. *Online Scientific Journal - Arctic and North*, 42.

- Saunavaara, J., Laine, A., & Salo, M. (2022). The Nordic societies and the development of the data centre industry: Digital transformation meets infrastructural and industrial inheritance. *Technology in Society*, 69, 101931. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101931>
- Schmenner, R. W. (1982). *Making Business Location Decisions*. Prentice-hall.
- Siksnylyte-Butkiene, I., Zavadskas, E. K., & Streimikiene, D. (2020). Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) for the Assessment of Renewable Energy Technologies in a Household: A Review. *Energies*, 13(5), 1164. <https://doi.org/10.3390/en13051164>
- Sriram, G. S. (2022). Green cloud computing: an approach towards sustainability. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 4(1), 1263–1268.
- Stec, G., & Jakóbowski, J. (2020). *Geopolitics of Connectivity Competition - The Curious Case of Central and Eastern Europe*. Grzegorz Stec. Retrived from <https://www.grzegorzstec.com/podcasts/jakub-jakobowski-geopolitics-of-connectivity-competition-in-central-and-eastern-europe-cee> . Accessed September 4, 2023
- Syed, W. H. K. (2023). The Impact of Economic Policy Uncertainty on Investment Efficiency: Evidence from China. *COMSATS University Islamabad (Attock) Campus*.
- Tavares, M., P. F., M. C., Machado Soares, N., & Fé Rodrigues, M. (2021). *Portugal: A Hidden Gem of Connectivity*. Retrieved from [https://www.startcampus.pt/wp-content/uploads/2022/06/Portugal _- _A_Hidden_Gem_of_Connectivity_20220112_v1.00.pdf](https://www.startcampus.pt/wp-content/uploads/2022/06/Portugal_-_A_Hidden_Gem_of_Connectivity_20220112_v1.00.pdf). Accessed September 4, 2023
- Technavio. (2022). *Virtual Events Market by Application, Type, and Geography - Forecast and Analysis 2023-2027*. Retrieved from <https://www.technavio.com/report/virtual-events-market-industry-analysis> . Accessed September 3, 2023
- Tohanean, D., & Vasilescu, A. (2019). Business Models and Internet of Things. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 13(1), 1192–1203. <https://doi.org/10.2478/picbe-2019-0105>
- Topornin, N., Pyatkina, D., & Bokov, Y. (2023). Government regulation of the Internet as instrument of digital protectionism in case of developing countries. *Journal of Information Science*, 49(3), 595–608. <https://doi.org/10.1177/01655515211014142>
- Townsend, T., Mohammadian, M., & John, B. (2019). Efficient Use of Data Centres - Factors Affecting Service Availability in Large Organisations based on IT and Data Centre Selection. *2019 4th International Conference on Information Systems and Computer Networks*, 773–781. <https://doi.org/10.1109/ISCON47742.2019.9036235>

- Uddin, M., & Rahman, A. A. (2012). Validation of green IT framework for implementing energy efficient green data centres: a case study. *International Journal of Green Economics*, 6(4), 357. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2012.051499>
- Veale, M., & Brown, I. (2020). Cybersecurity. *Internet Policy Review*, 9(4). <https://doi.org/10.14763/2020.4.1533>
- Vonderau, A. (2017). Technologies of Imagination: Locating the Cloud in Sweden's North. *Imaginations Journal of Cross-Cultural Image Studies/Revue d'Études Interculturelle de l'Image*, 8(2). <https://doi.org/10.17742/IMAGE.LD.8.2.2>
- Vonderau, A. (2019). Scaling the Cloud: Making State and Infrastructure in Sweden. *Ethnos*, 84(4), 698–718. <https://doi.org/10.1080/00141844.2018.1471513>
- Wang, F., Nian, V., Campana, P. E., Jurasz, J., Li, H., Chen, L., Tao, W.-Q., & Yan, J. (2022). Do 'green' data centres really have zero CO2 emissions? *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 102769. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102769>
- Widmann, M. (2021). *The EU Connectivity Strategy: Putting Words into Action*. Retrived from <https://eias.org/wp-content/uploads/2021/08/The-EU-Connectivity-Strategy-.pdf> . Accessed September 2, 2023
- Williams, E. A., & Massa, A. (1983). *Siting of Major Facilities*. McGraw-Hill Book Company.
- Wortmann, F., & Flüchter, K. (2015). Internet of Things. *Business & Information Systems Engineering*, 57(3), 221–224. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0383-3>
- Yi, X. (2019). Cloud computing in data centres: Current technologies and future trends. *Journal of Communications and Information Networks*, 4(1), 1–9.
- Zhang, Q., Li, L., & Cheng, L. (2018). Edge computing: Fundamentals, architectures, and research challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(1), 23–37.