



Projeto de Mestrado em Engenharia para Fabricação Digital Direta

**Tecnologias Digitais para o Desenvolvimento Sustentável:
Um Polo de Inovação Digital para a Serra de Aire e Candeeiros**

2024

Marco Paulo Barbosa Lopes

Leiria, 30 de março de 2024



Projeto de Mestrado em Engenharia para Fabricação Digital Direta

Tecnologias Digitais para o Desenvolvimento Sustentável: Um Polo de Inovação Digital para a Serra de Aire e Candeeiros

2024

Marco Paulo Barbosa Lopes

Projeto de Mestrado realizado sob a orientação do Doutor Joel Vasco, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação do Doutor Agostinho da Silva, Professor Convidado da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Projeto realizado com o apoio do projeto *Sustainable Stone by Portugal* no âmbito do Plano de Recuperação e Resiliência (02/C05-i01.02/2022.PC644943391-00000051)



Leiria, 30 de março de 2024

Dedicatória

Dedico este projeto aos meus estimados orientadores, Professor Joel e Professor Agostinho, cuja sabedoria, paciência e orientação foram faróis de conhecimento nesta jornada acadêmica. À minha esposa, Silvia, pilar de força e amor incondicional, que com sua compreensão e apoio, tornou possível cada passo deste caminho. Aos meus queridos filhos, Filipe e Cristiana, fontes incessantes de inspiração e alegria, que me lembram todos os dias do verdadeiro significado de persistência e realização. A todos vocês, o meu mais profundo agradecimento e amor.

Resumo

Este Projeto explora o alinhamento entre sustentabilidade ecológica e desenvolvimento económico na Serra de Aire e Candeeiros, utilizando a *Service-Dominant Logic (S-D Logic)* e a metodologia de *Design Science Research (DSR)* para desenvolver um modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local (DIH@EL). Focado na cocriação de valor, trocas de serviços e integração de recursos, o modelo proposto visa estimular a inovação e o crescimento económico sustentável por meio de tecnologias digitais e colaboração entre *Stakeholders*. A validação, realizada através de uma simulação digital de uma unidade de processamento de pedra natural, evidenciou os benefícios de eficiência operacional, sustentabilidade e impacto económico, sugerindo um modelo replicável que promove atividades económicas sustentáveis e inclusão social. Apesar das limitações, como o foco geográfico e na indústria da pedra natural, este trabalho oferece contribuições importantes para políticas públicas, incentivando investimentos em infraestruturas de inovação. Sugere-se que pesquisas futuras expandam o projeto para outras indústrias e contextos, ampliando o impacto do modelo DIH@EL.

Palavras-chave: *Service-Dominant Logic*; Polo de Inovação Digital; Serra de Aire e Candeeiros; Sustentabilidade; Digitalização

Abstract

This project explores the alignment between ecological sustainability and economic development in the Serra de Aire e Candeeiros, using the Service-Dominant Logic (S-D Logic) and the Design Science Research (DSR) methodology to develop a Polo de Inovação Digital model for the Local Economy (DIH@EL). Focusing on value co-creation, service exchanges, and resource integration, the proposed model aims to stimulate innovation and sustainable economic growth through digital technologies and collaboration among Stakeholders. Validation, conducted through a digital simulation of a natural stone processing unit, highlighted benefits in operational efficiency, sustainability, and economic impact, suggesting a replicable model that promotes sustainable economic activities and social inclusion. Despite limitations such as the geographic focus and concentration on the natural stone industry, this work offers important contributions to public policy, encouraging investments in innovation infrastructure. Future research is suggested to expand the scope to other industries and contexts, broadening the impact of the DIH@EL model.

Keywords: Service-Dominant Logic; Polo de Inovação Digital; Serra de Aire e Candeeiros; Sustainability; Digitalisation

Índice

Índice	viii
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	x
Lista de Acrónimos.....	xi
1. Introdução.....	1
1.1 Problema de Investigação.....	1
1.2 Motivação e Pertinência do Estudo	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação	6
2. Problemática.....	7
2.1 Ecossistema de Aire e Candeeiros	7
2.1.1 Capital Natural.....	8
2.1.2 Importância Económica.....	10
2.1.3 Importância Social.....	11
2.1.4 Economia Local- Enquadramento Legal	12
2.2 Questão de Investigação e Objetivos Específicos	13
2.2.1 Questão de Investigação	17
2.2.2 Objetivos Específicos	18
3. Conceito de Polo de Inovação Digital	18
4. Revisão da Literatura.....	20
4.1 Inovação e Ecossistemas de Inovação	21
4.2 A Perspetiva Tradicional em Criação de valor (<i>Goods-Dominant Logic</i>).....	23
4.3 A Perspetiva do Serviço para Cocriação de valor.....	25
4.4 <i>Service Ecosystems</i> (Ecossistema de Serviços).....	26

4.5 Um <i>Service Ecosystem</i> como Suporte Teórico de um Polo de Inovação Digital .	28
4.5.1 Perspetiva <i>S-D Logic</i> e <i>Service Ecosystem</i> para um Polo de Inovação Digital	29
4.5.2 Instituições e Arranjos Institucionais.....	29
4.5.3 Trabalho Institucional no estabelecimento de Polo de Inovação Digital.....	32
4.5.4 Trabalho institucional para apoiar a viabilidade a longo prazo dos Polos de Inovação Digital	33
5. Metodologia.....	36
5.1 Fase Metodológica 1 - Requisitos de um modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local	40
5.2 Fase Metodológica 2 - Desenvolvimento de um modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local	42
5.2.1 Identificação e Angariação de <i>Stakeholders</i>	42
5.2.2 Constructos do modelo Polo de Inovação Digital para a Economia Local ...	53
5.2.3 <i>Building Blocks</i> para um Polo de Inovação Digital para a Economia Local .	56
5.2.4 Implementação de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local.....	58
5.3 Fase Metodológica 3 - Demonstração	60
5.3.1 Estudo de Caso: Simulação Digital de uma Unidade de Transformação de Pedra Natural	61
5.3.2 Fase 1: Avaliação da situação atual da empresa e recolha de dados.....	62
5.3.3 Fase 2: Desenvolvimento e Otimização de Layout Digital para Simulação de Processos Produtivos	63
5.3.4 Fase 3: Implementação da Modelação BIM para a Criação de Produtos.....	64
5.3.5 Fase 4: Simulação Avançada e Otimização dos Processos Produtivos e Resultados com <i>Tecnomatix Plant Simulation</i>	65
6 Conclusões.....	68

6.1 Contribuições para a Gestão Pública e a Política de Inovação.....	76
6.2 Limitações da Investigação e Caminhos Futuros	76
Referências Bibliográficas.....	79
Anexos.....	93

Lista de Figuras

Figura 1. Área geográfica do Parque Nacional da Serra d’Aire e Candeeiros	8
Figura 2. Evolução (Assimagra, 2022).....	13
Figura 3. Planta do Processo Produtivo da unidade de produção de tampos de cozinha em pedra natural.	63
Figura 4. Modelação dos Processos Produtivos em Tecnomatix Plant Simulation.....	64
Figura 5. Simulação Avançada, Otimização dos Processos Produtivos e Resultados com Siemens PLM Tecnomatix Plant Simulation v.16	65

Lista de Tabelas

Tabela 1. Requisitos para modelo de Polo de Inovação Digitalfocado na Economia Local	93
Tabela 2. Constructos para modelo de Polo de Inovação Digitalfocado na Economia Local	94
Tabela 3. Building Blocks para modelo de Polo de Inovação Digitalfocado na Economia Local	96
Tabela 4. Guia de Implementação para modelo de Polo de Inovação Digitalfocado na Economia Local.....	97

Lista de Acrónimos

BIM	<i>Building Information Modelling</i>
DIH	<i>Digital Innovation Hub</i> (Polo de Inovação Digital)
DIH@EL	Polo de Inovação Digital para a Economia Local
DSR	<i>Design Science Research</i>
G-D Logic	<i>Goods-Dominant Logic</i>
IA	Inteligência Artificial
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequena e Média Empresa
PNSAC	Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros
R&D	<i>Research and Development</i> (Investigação e Desenvolvimento)
RSC	Responsabilidade Social Corporativa
S-D Logic	<i>Service-Dominant Logic</i>
TI	Tecnologia de Informação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação

1. Introdução

Este Projeto propõe-se a explorar o potencial de integração entre a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento económico na região da Serra de Aire e Candeeiros, um território sob a gestão do Parque Natural de Serra de Aire e Candeeiros e marcado por atividades económicas diversas, com destaque para a exploração de pedra calcária (J. Carvalho et al., 2018). Enfatiza-se a necessidade de uma coexistência harmoniosa entre a preservação ambiental e o impulso empresarial, visando criar valor sustentável para as comunidades locais (A. Silva, Dionísio, et al., 2020a).

Neste contexto, a digitalização é apresentada como um vetor estratégico para fomentar a sustentabilidade e agregar valor económico através da implementação de um Polo de Inovação Digital (Remneland Wikhamn & Styhre, 2023). Este *Hub* visa promover a transformação digital de pequenas e médias empresas (PMEs) e *startups* locais, fornecendo acesso a tecnologias digitais avançadas, técnicos especializados (Zamiri et al., 2023), infraestruturas de teste e oportunidades de financiamento e *networking* (Sassanelli et al., 2021). A criação de um *Hub* digital especificamente voltado para a Economia Local na Serra de Aire e Candeeiros representa uma oportunidade ímpar de desenvolvimento nas dimensões social, ecológica e económica da região (A. Silva, Dionísio, et al., 2020c).

O foco central do Projeto é o desenvolvimento de um modelo de Polo de Inovação Digital que seja aplicável à Economia Local (Sassanelli et al., 2021), com ênfase particular na indústria da rocha ornamental (A. Silva & Gil, 2020). Este estudo visa não apenas analisar, mas também propor como tal modelo pode beneficiar a Serra de Aire e Candeeiros e a comunidade envolvente, considerando as suas necessidades sociais e económicas. Assim, o trabalho contribui para a discussão sobre como as práticas de digitalização podem ser aplicadas de forma efetiva em contextos regionais específicos, promovendo a sustentabilidade ambiental ao lado do crescimento económico.

1.1 Problema de Investigação

O problema de investigação deste projeto consiste em entender os desafios e as estratégias necessárias para compatibilizar a sustentabilidade ambiental com o desenvolvimento económico na Serra de Aire e Candeeiros, uma região de significativa importância

ambiental e económica, marcada pela prevalência da indústria da pedra calcária (J. Carvalho et al., 2018). A região enfrenta o desafio de manter sua integridade ecológica enquanto sustenta e promove as atividades económicas que muitos residentes dependem (J. M. F. Carvalho & Lisboa, 2018). Este equilíbrio é crucial para assegurar a sustentabilidade a longo prazo e o bem-estar das comunidades locais.

A digitalização apresenta-se como uma solução promissora para alcançar este equilíbrio, sugerindo que a implementação de um Polo de Inovação Digital pode ser a chave para promover a transformação digital das empresas locais, especialmente PME e *start-ups* (Abubakre et al., 2021). Este *Hub* tem o potencial de facilitar o acesso a tecnologias digitais avançadas, conhecimento técnico e especializado, infraestruturas de teste e experimentação (George et al., 2021), além de oportunidades de financiamento e *networking* (Remneland Wikhamn & Styhre, 2023). No entanto, o problema reside em como desenvolver e implementar efetivamente um modelo de Polo de Inovação Digital (Sassanelli et al., 2021) que seja adequado às especificidades da Serra de Aire e Candeeiros, que possa atender às necessidades da indústria da rocha ornamental e que contribua para o desenvolvimento socioeconómico e ecológico da região. Neste sentido, é urgente encontrar uma solução que fomente a sustentabilidade ambiental e o crescimento económico na Serra de Aire e Candeeiros.

É a procura de uma solução para este problema que orienta este projeto. Explorar as dimensões críticas da sustentabilidade, inovação tecnológica e desenvolvimento económico local, desenvolver uma proposta de harmonização entre os objetivos económicos e ecológicos em regiões com importantes recursos naturais e económicos.

1.2 Motivação e Pertinência do Estudo

A motivação deste estudo resulta, assim, da necessidade de alinhar as práticas económicas com os imperativos de sustentabilidade ambiental na Serra de Aire e Candeeiros (J. M. F. Carvalho & Lisboa, 2018), uma região cuja economia se apoia significativamente na exploração de pedra calcária e que está sob a gestão do Parque Natural de Aire e Candeeiros (Ribeiro et al., 2022). A região enfrenta o desafio de equilibrar a conservação de seu valioso ecossistema com as atividades empresariais que sustentam muitas das comunidades locais (J. Carvalho et al., 2018). Este equilíbrio é crucial não apenas para a

preservação do património natural, mas também para assegurar o bem-estar económico e social dos residentes (Ribeiro et al., 2022) .

A pertinência deste estudo radica na necessidade urgente de contribuir para uma compreensão mais profunda de como a digitalização pode ser utilizada como um catalisador para o desenvolvimento sustentável em regiões sensíveis do ponto de vista ecológico e económico (Waqar et al., 2023). Ao se focar na indústria da rocha ornamental — um setor chave para a economia da Serra de Aire e Candeeiros — e na implementação de um modelo de Polo de Inovação Digital (Zamiri et al., 2023), a investigação visa desenvolver estratégias que possam ser replicadas ou adaptadas para outras regiões com desafios semelhantes (Rowan, 2023). Isso não apenas amplia a relevância académica e prática do estudo, mas também sublinha sua contribuição potencial para a criação de valor sustentável que beneficie tanto o ecossistema quanto as comunidades dependentes da região.

1.3 Objetivos

O objetivo principal deste projeto é desenvolver um modelo inovador de *DIH@EL*. Este modelo será conceptualizado para satisfazer as exigências específicas da Economia Local na Serra de Aire e Candeeiros, com um enfoque particular na indústria da pedra natural (Machado et al., 2021). O propósito do *Hub* é promover um equilíbrio sustentável que harmonize as atividades económicas, especialmente a exploração de pedra calcária, com a conservação ambiental, no contexto do Parque Natural de Aire e Candeeiros (J. M. F. Carvalho et al., 2020). Aspira-se garantir que tanto o ecossistema quanto as comunidades locais, profundamente entrelaçadas com esta economia, beneficiem de um desenvolvimento que seja tanto significativo quanto duradouro.

Através da implementação deste modelo, pretende-se criar condições para o estabelecimento efetivo de um Polo de Inovação Digital. Esse *HUB* visa ser um motor de criação de valor, encorajando práticas ambientalmente sustentáveis e de inclusão social, e estabelecendo um novo padrão para a coexistência equilibrada entre a indústria, o meio ambiente e a sociedade. O Polo de Inovação Digital proposto será um elemento impulsionador de inovação e sustentabilidade. Ele oferecerá às empresas locais acesso a

tecnologias avançadas, técnicos especializados e oportunidades de parceria, fortalecendo o desenvolvimento sustentável e ampliando a competitividade no cenário internacional.

Objetivos Específicos

Tendo por base o objetivo principal, e tendo em vista os desafios e oportunidades que emergem da necessidade de equilibrar a conservação ambiental com o desenvolvimento económico e o bem-estar das comunidades locais, os objetivos específicos desta investigação são utilizar a metodologia *Design Science Research* (DSR) para:

1. Definir Requisitos para o Modelo de Polo de Inovação Digital: Ancorado na literatura *S-D Logic*, pretende estabelecer requisitos para o modelo do Polo de Inovação Digital cocriar valor e alinhar-se de forma eficaz às características únicas da região da Serra de Aire e Candeeiros e à sua indústria-chave da pedra natural. Este objetivo envolve a análise profunda das necessidades locais, dos desafios específicos da indústria da pedra natural e das oportunidades de inovação sustentável.
2. Desenvolver da Arquitetura do Modelo e Guia de Implementação: Com base nos requisitos identificados, conceber a arquitetura do modelo de Polo de Inovação Digital, ajustada às especificidades locais e às necessidades da indústria da pedra natural. Este objetivo inclui a criação de uma *framework* para o *Hub*, orientada para a criação de valor, bem como a elaboração de um guia prático para sua implementação. O guia de implementação fornecerá diretrizes claras para as etapas de configuração, operação e gestão do *Hub*, facilitando a sua adoção pelas empresas locais.
3. Validar o Modelo através de um Caso de Estudo: Demonstrar a eficácia e viabilidade do conceito proposto para o Polo de Inovação Digital por meio de um estudo de caso, utilizando simulação virtual de uma unidade de processamento de pedra natural. Esta fase tem como objetivo validar a aplicabilidade do modelo no contexto real da indústria, simulando a implementação e operação do *Hub* e avaliando os seus impactos potenciais em termos de eficiência operacional, sustentabilidade ambiental e benefícios socioeconómicos para a comunidade local.

Através destes objetivos específicos, a pesquisa visa fornecer uma contribuição concreta e aplicável para o avanço da indústria da pedra natural na região da Serra de Aire e Candeeiros, promovendo uma integração harmoniosa entre o desenvolvimento económico, conservação ambiental e melhoria do bem-estar das populações locais.

Para se garantir este objetivo, a abordagem metodológica *Design Science* requer que o pilar de rigor seja mantido durante a fase de desenvolvimento do artefacto (Peffer et al., 2007). Como pilar de rigor, a conceptualização do ecossistema proporcionado pelo Polo de Inovação Digital será utilizada a perspetiva *Service Ecosystem* (Stephen L. Vargo et al., 2023)

Promover a sustentabilidade por via de avaliar como implementar o Polo de Inovação Digital pode contribuir para um equilíbrio sustentável entre crescimento económico e preservação ambiental constituindo-se como outro dos objetivos desta investigação. Isso inclui procurar uma resposta sobre como a digitalização pode melhorar a eficiência e a sustentabilidade das operações das empresas locais, particularmente na indústria da rocha ornamental. Estimular o desenvolvimento socioeconómico é igualmente um objetivo específico desta investigação. Determinar as formas pelas quais o *Hub* digital pode impulsionar o desenvolvimento social, económico da Serra de Aire e Candeeiros. Essa abordagem implica avaliar o impacto potencial do *Hub* na criação de empregos, na inovação empresarial, na competitividade das empresas locais e na conservação ambiental.

Finalmente, formular recomendações. Baseado nas análises realizadas, fornecer recomendações estratégicas para os *Stakeholders* locais, incluindo gestores do Parque Natural, empresários da indústria da rocha ornamental, autoridades locais e a comunidade em geral, sobre como o modelo de Polo de Inovação Digital pode ser implementado efetivamente para beneficiar a região.

É com estes objetivos específicos que este projeto pretende contribuir para a literatura sobre desenvolvimento sustentável regional, ao mesmo tempo que proporciona um roteiro prático para a aplicação de tecnologias digitais em apoio à sustentabilidade económica na Serra de Aire e Candeeiros.

1.4 Estrutura da Dissertação

O Projeto é estruturado em seções, proporcionando uma análise abrangente do desenvolvimento e impacto de um modelo de Polo de Inovação Digital adaptado para a Economia Local. A introdução estabelece o contexto e a motivação do estudo, definindo o problema de investigação, objetivos, e a importância da pesquisa.

Segue-se a segunda seção, focada na formulação da questão de investigação e dos objetivos específicos. A terceira parte examina o estado atual dos Polos de Inovação Digital, enquadrando-os na perspectiva da *Service-Dominant Logic* (S-D Logic) e explorando sua integração com o conceito de *Service Ecosystem*.

A quarta seção dedica-se à revisão de literatura sobre Polo de Inovação Digital sob a ótica da SDL, detalhando como esses hubs podem ser concebidos dentro de um *Service Ecosystem*. A quinta seção descreve a metodologia *Design Science Research* (DSR) adotada, cobrindo desde a identificação do problema até a avaliação do modelo proposto.

Na sexta seção, o foco recai sobre a identificação e análise do problema que o modelo de Polo de Inovação Digital visa resolver, considerando as especificidades da Economia Local e da indústria da pedra ornamental. A sétima seção trata da concepção, desenvolvimento e prototipagem do modelo, integrando tecnologias digitais avançadas e serviços de suporte.

As etapas metodológicas são detalhadas nas seções oitava e nona, onde são descritos os requisitos, o desenvolvimento e a demonstração do modelo através de um estudo de caso. Este caso ilustra o impacto positivo que o Polo de Inovação Digital pode exercer sobre o ecossistema local, servindo de exemplo prático da eficácia do modelo.

Concluindo, o Projeto termina com uma reflexão sobre as descobertas, discutindo as implicações teóricas e práticas, bem como recomendando direções para futuras pesquisas e aplicações práticas do modelo. Esta seção final também contempla as limitações do estudo e sugere áreas para investigações futuras.

2. Problemática

2.1 Ecossistema de Aire e Candeeiros

O Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC) é um ecossistema único que enfrenta desafios significativos devido à atividade de extração de minérios. Esta prática, embora vital para a economia local, resulta frequentemente na criação de extensas áreas degradadas. Estas áreas, além de apresentarem um impacto visual negativo, trazem consequências ambientais que afetam diretamente a biodiversidade e os ecossistemas locais. Notavelmente, muitas das pedreiras encontram-se em zonas de elevado valor paisagístico e ecológico, incluindo áreas protegidas, como é o caso do PNSAC.

O PNSAC, abrangendo cerca de 40.000 hectares, é composto por distintas formações geográficas que oferecem uma rica diversidade paisagística e ecológica: o Planalto de Santo António, situado ao sul e centro, caracteriza-se pela sua vastidão; a Serra dos Candeeiros, a oeste, destaca-se pelas suas elevações; o Planalto de São Mamede, ao norte, e a Serra de Aire, a leste, completam este mosaico natural. Localizado entre os concelhos de Leiria, Rio Maior, Torres Novas e Tomar, aproximadamente a 30 km distante da costa, o parque é influenciado por um clima que mescla características mediterrânicas e atlânticas (Figura 1).

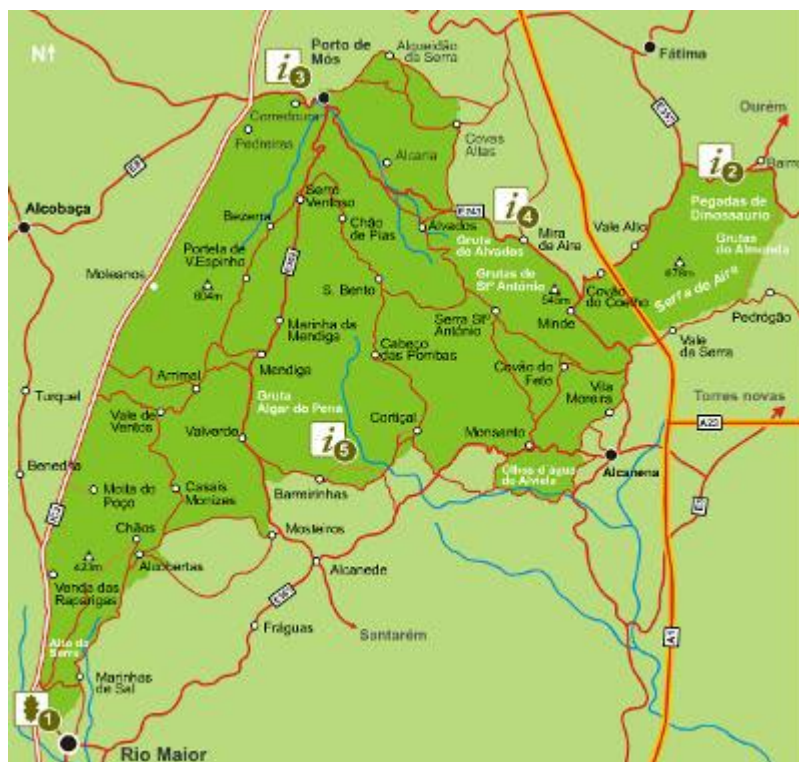


Figura 1. Área geográfica do Parque Nacional da Serra d'Aire e Candeeiros

A existência do PNSAC numa região com intensa atividade extrativa coloca em evidência a necessidade urgente de abordagens sustentáveis que possam conciliar o desenvolvimento económico com a preservação ambiental. Esta dualidade de objetivos sublinha a importância de estratégias integradas que promovam não apenas a recuperação das áreas degradadas, mas também a implementação de práticas de extração responsáveis que minimizem o impacto ambiental, garantindo a conservação deste valioso património natural para as gerações futuras.

2.1.1 Capital Natural

A Serra de Aire e Candeeiros, situada no coração de Portugal, é uma área de significativa importância ecológica, geológica e económica. Este parque natural, reconhecido por sua rica biodiversidade e singularidade geológica, desempenha um papel fundamental tanto na Economia Local quanto na nacional, especialmente através da indústria de extração e transformação de pedra natural, destacando-se o calcário como sendo o seu recurso mais notável.

O Parque Natural da Serra de Aire e Candeeiros (PNSAC) caracteriza-se pela sua diversidade biológica, abrigando diversos tipos de habitats, incluindo ambientes aquáticos, zonas rochosas e prados calcários. Os objetivos do parque são multifacetados, visando a proteção do património natural e a preservação do património arquitetónico e cultural.

A exploração de pedreiras na região tem grande relevância económica, sendo uma fonte significativa de rendimento para as comunidades locais. Contudo, essa atividade tem levado à degradação do património geológico e geomorfológico, bem como à perda de biodiversidade, representando um desafio para a conservação. Ainda assim, a dimensão total do impacto dessas perdas é complexa e difícil de avaliar completamente.

A fauna e flora do PNSAC são de grande importância ecológica, com a presença de 19 habitats naturais, mamíferos, aves, répteis, anfíbios e mais de 600 espécies de plantas, muitas delas endêmicas da região. A vegetação é predominantemente composta por matos e bosques de carvalhos, habitats essenciais para diversas espécies (Machado et al., 2021)

Geologicamente, a região é marcada pela predominância do calcário, configurando uma paisagem cársica com campos de lapiás, dolinas e extensos sistemas de grutas e aquíferos. Esta riqueza geológica não só define o carácter único da região, mas também a estabelece como a principal área calcária de Portugal.

A atividade de extração de pedreiras no PNSAC apresenta desafios ambientais significativos, incluindo a emissão de poeiras e ruído, que afetam a qualidade do ar e a saúde pública, além de impactar negativamente os habitats naturais e a flora. Por sua vez, os problemas geológicos decorrentes da instabilidade dos taludes das pedreiras representam riscos à segurança das pessoas e do ambiente.

Dada a sua relevância ecológica, geológica e económica, a Serra de Aire e Candeeiros requer uma gestão cuidadosa que equilibre as necessidades económicas com a preservação ambiental. Este equilíbrio é essencial para garantir a sustentabilidade ecológica e o bem-estar das comunidades locais, mantendo ao mesmo tempo o valioso património natural e cultural da região para as futuras gerações.

2.1.2 Importância Económica

A Serra de Aire e Candeeiros desempenha um papel fundamental na Economia Local e nacional de Portugal, graças à sua indústria de extração e transformação de pedra natural, com destaque para o calcário. Esta atividade, central para a economia da região, não só sustenta a Economia Local como também contribui de forma significativa para o mercado de exportações do país, elevando a importância internacional de Portugal como fornecedor de pedra natural de alta qualidade.

A riqueza em depósitos de calcário desta região, apreciados por sua resistência, beleza e versatilidade, fomenta uma indústria vibrante que abrange desde a extração até a transformação e comercialização da pedra (J. Carvalho et al., 2018). Esta cadeia produtiva é um pilar para o emprego local, oferecendo oportunidades de trabalho e sustentabilidade económica para as comunidades da Serra de Aire e Candeeiros.

O impacto económico da indústria de pedra natural na região vai além da extração e processamento diretos e estimula o desenvolvimento de uma ampla gama de serviços relacionados, incluindo transporte, fornecimento de maquinaria especializada e consultoria técnica. Estes serviços adicionais ampliam ainda mais o impacto económico na região, criando um ecossistema de negócios robusto e diversificado.

As empresas locais de pedra natural não só fortalecem a economia regional mas também contribuem significativamente para as exportações portuguesas, reforçando a presença do país no cenário global de fornecedores de pedra. A exportação de pedra natural representa uma fonte vital de receita e um ponto de orgulho nacional, evidenciando a qualidade e a desejabilidade dos produtos portugueses.

Além do impacto económico, a indústria da pedra natural na Serra de Aire e Candeeiros está intrinsecamente ligada ao tecido social e cultural das comunidades locais. A tradição da extração de pedra transcende gerações, sendo parte integrante da identidade regional. Esta indústria não apenas fornece meios de subsistência, mas também preserva e promove o património cultural e histórico da região.

Portanto, a Serra de Aire e Candeeiros é mais do que um parque natural de extraordinária beleza e biodiversidade; é um centro vital de atividade económica, cultural e social, cuja

indústria de pedra natural continua a ser um pilar essencial para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar das comunidades locais.

2.1.3 Importância Social

A Serra de Aire e Candeeiros é uma região que transcende sua importância económica através de um rico tecido cultural e social, intrinsecamente ligado à indústria da pedra. Gerações de famílias construíram as suas vidas em torno da extração e transformação da pedra, tecendo uma identidade comunitária profundamente enraizada nesta atividade. As tradições e o conhecimento associados à pedra, desde técnicas ancestrais até as festividades locais, artesanato e arquitetura, constituem um legado cultural valioso que reforça o senso de pertencimento e coesão social.

Diante dos desafios da modernidade, a região enfrenta a tarefa de equilibrar a utilização económica de seus recursos naturais com a conservação de seu patrimônio ambiental e cultural. A sustentabilidade emerge como uma prioridade, impulsionando a adoção de práticas de extração e transformação que sejam ecologicamente responsáveis, visando a preservação da diversidade biológica e da integridade da paisagem natural.

Em resposta a esses desafios, iniciativas de sustentabilidade, educação ambiental, e a promoção do turismo ecológico e geológico têm sido implementadas. Estas ações procuram não apenas proteger o meio ambiente, mas também diversificar e enriquecer a economia local, oferecendo novas oportunidades de desenvolvimento que se alinham com os valores de conservação. Essa abordagem integrada não só ajuda a preservar a beleza e biodiversidade da Serra de Aire e Candeeiros, como também promove um modelo de desenvolvimento sustentável que beneficia a economia, a sociedade e o meio ambiente.

A Serra de Aire e Candeeiros ilustra a complexa interação entre recursos naturais, atividade económica, dinâmicas sociais e cultura, destacando tanto os desafios quanto as oportunidades que emergem dessa interação, sublinhando a importância de abordagens inovadoras e sustentáveis que possam harmonizar os interesses económicos com a preservação ambiental e cultural. Assim, a região não só mantém o seu valor económico e social para as comunidades locais e o país, mas também se posiciona como um modelo para a indústria global de pedra natural e para práticas de desenvolvimento sustentável.

2.1.4 Economia Local- Enquadramento Legal

A Lei n.º 54/2015 marca um passo importante na regulamentação da investigação e exploração dos recursos geológicos em Portugal, focando-se no domínio público terrestre e excluindo os recursos no espaço marítimo soberano do país. Este marco legal é posteriormente complementado pelo Decreto-Lei n.º 30/2021, que estabelece critérios específicos para a atribuição de direitos de exploração, dando especial atenção ao minério de lítio, um recurso cada vez mais valioso no contexto da transição energética global.

Este Decreto-Lei reflete uma abordagem holística e integrada à concessão mineira, privilegiando o interesse público e incorporando considerações que vão além do mero potencial económico. Ao estabelecer a exploração baseada em princípios ambientais, de participação pública e de justiça económico-social, procura garantir-se uma gestão responsável e sustentável dos recursos minerais. Esses princípios são detalhados como:

Ambiental: Incentiva-se a eficiência e sustentabilidade no uso da água, reconhecendo a importância desse recurso vital e promovendo práticas de exploração que minimizem o impacto ambiental.

- **Participação pública:** Reforça-se a importância da inclusão dos municípios e das comunidades locais nos processos decisórios, assegurando que as vozes locais sejam ouvidas e consideradas nas decisões que afetam diretamente as suas áreas.
- **Económico-social:** Visa-se uma distribuição equitativa dos benefícios económicos derivados da exploração mineral, assegurando que tanto o Estado quanto os cidadãos compartilhem das vantagens geradas, promovendo assim o desenvolvimento local (Figura 2).

A indústria mineral, apesar das suas limitações em termos de diversidade de recursos em comparação com outros países europeus, tem sido um componente significativo da economia nacional. Portugal destaca-se na produção e exportação de minerais específicos, contribuindo não apenas para o PIB nacional, mas também para o reconhecimento internacional do país como um exportador de minerais importantes.

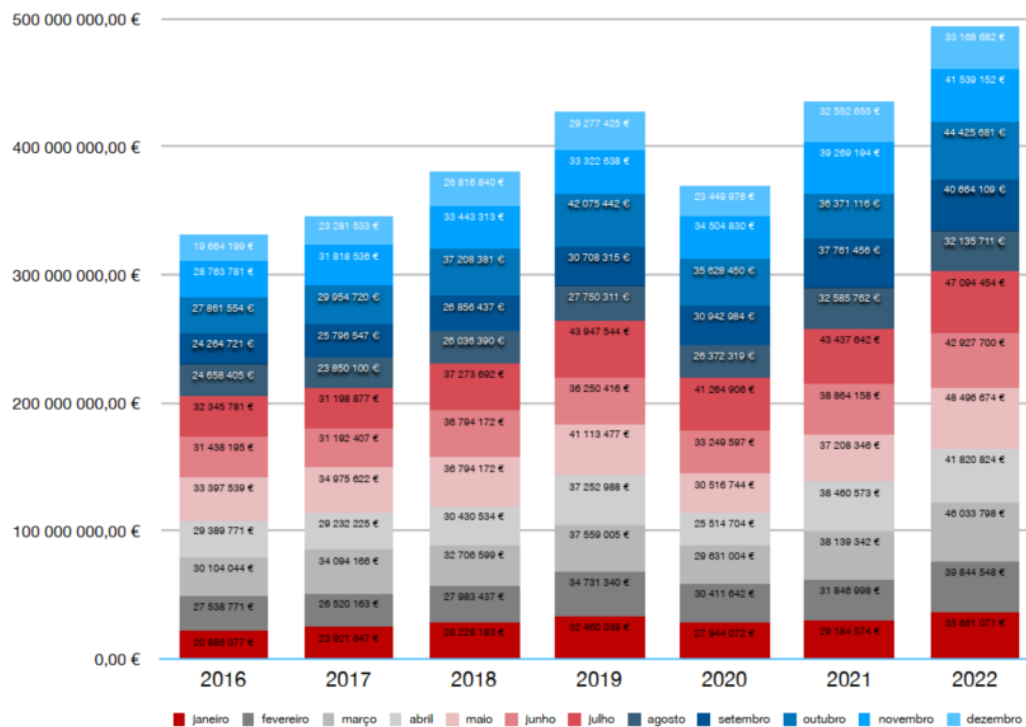


Figura 2. Evolução (Assimagra, 2022)

A apresentação dos valores de faturação associados à indústria mineral, embora não detalhada aqui, evidenciaria a contribuição económica significativa desta indústria. O enquadramento legal e regulatório, como estabelecido pela Lei n.º 54/2015 e pelo Decreto-Lei n.º 30/2021, é fundamental para assegurar que a exploração dos recursos geológicos de Portugal seja realizada de maneira responsável, promovendo a sustentabilidade ambiental, a participação e inclusão das comunidades locais, e a distribuição justa dos benefícios económicos.

2.2 Questão de Investigação e Objetivos Específicos

Portugal destaca-se no cenário global da indústria de Pedra Natural, sobretudo pelas suas reservas exclusivas de Pedras como o Mármore de Estremoz, o Granito de Vila Real e o Calcário de Moleanos (J. Carvalho et al., 2018), conforme apontado por Silva et al. (2020). Essas Pedras são valorizadas não somente por sua estética e durabilidade (A. Silva, Dionísio, et al., 2020b), mas também pela versatilidade em diversas aplicações,

desde a construção civil até a decoração de interiores e obras de arte, como discutido por S. Machado et al. (2021).

A tradição e o *know-how* técnico marcam profundamente o setor da pedra natural em Portugal, com um conhecimento que é passado de geração em geração (I. Frazao, 2019). Esse acervo de saberes, aliado a investimentos consideráveis em tecnologia e inovação, tem permitido às empresas portuguesas permanecerem competitivas no mercado internacional, destacando-se pela qualidade superior dos seus produtos e pelas soluções inovadoras que oferecem (A. Silva, 2018).

A contribuição desta indústria para a economia portuguesa é inquestionável, refletindo-se não apenas no impacto direto sobre o PIB e na criação de emprego, mas também no significativo excedente da balança comercial, impulsionado por um volume expressivo de exportações (A. Silva et al., 2020). Ademais, a indústria da pedra natural desempenha um papel vital na sustentabilidade das comunidades locais, que frequentemente dependem da exploração e do processamento da pedra para o seu sustento económico (I. Frazao, 2016).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são elementos cruciais na vanguarda da transformação digital, impactando profundamente diversos setores industriais (Ho et al., 2020). A era digital atual demanda inovação constante em produtos e serviços, com organizações recorrendo a tecnologias emergentes, como computação móvel, análise de grandes volumes de dados (*big data*) (Yun et al., 2020), computação em nuvem e Internet das Coisas (*IoT*), para aprimorar processos operacionais e responder dinamicamente às necessidades do mercado (Melissa Akaka et al., 2023). Tais tecnologias não apenas potencializam a eficiência e a capacidade inovadora das empresas, mas também promovem a conectividade e a colaboração, aspetos fundamentais para o sucesso organizacional na atualidade.

Dentro deste contexto, os Polos de Inovação Digital emergem como plataformas essenciais para fomentar a colaboração entre diferentes atores do ecossistema de negócios inovador, incluindo empreendedores (Richards et al., 2019), *startups* e empresas estabelecidas. Esses centros disponibilizam infraestruturas tanto de *hardware*, como espaços de trabalho equipados com a mais recente tecnologia, quanto de *software*, oferecendo programas de capacitação, *coaching* e mentoria (Sassanelli et al., 2021). A

integração dessas ferramentas e serviços cria um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico e à inovação, conforme destacado por Grazer et al. (2016).

A transformação digital, particularmente evidenciada pela adoção da *Internet of Things*, tem marcado uma nova era de eficiência e inovação produtiva. A implementação de sensores conectados para monitoramento em tempo real de equipamentos e processos de fabricação, como observado por Brown & Lee (2020) e Miller et al. (2020), possibilitou avanços significativos, incluindo a detecção precoce de falhas e a otimização da produção, o que resultou em redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos.

No entanto, a indústria enfrenta desafios significativos que limitam o seu potencial produtivo e sustentável. Questões como a capacidade limitada de restaurar geometrias de peças danificadas, ineficiências produtivas, elevado desperdício de matéria-prima, escassez de pessoal qualificado e desafios na restauração ecológica de áreas degradadas refletem a complexidade dos obstáculos a serem ultrapassados. Estes problemas sublinham a importância de abordagens integradas que considerem a modernização tecnológica em conjunto com a sustentabilidade ambiental, o desenvolvimento de competências e a eficiência produtiva.

Portanto, torna-se evidente que a transformação digital, impulsionada pelas TIC, oferece oportunidades significativas para o avanço industrial, mas também exige uma reflexão cuidadosa sobre como harmonizar os objetivos de inovação e produtividade com a sustentabilidade e a responsabilidade social. A adoção de estratégias que abrangem tanto a inovação tecnológica quanto a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento de habilidades é fundamental para assegurar um futuro industrial equilibrado e sustentável.

Num estudo de 2021 realizado por investigadores da Universidade de Évora, Instituto Superior de Gestão e Instituto Politécnico de Leiria, foi destacada a importância da integração com tecnologias digitais e da colaboração em ecossistemas de inovação, como os Polos de Inovação Digital, para impulsionar a inovação e internacionalização das empresas, promovendo sua competitividade e sustentabilidade a longo prazo (A. Silva et

al., 2020). Este estudo¹ aponta que, apesar de uma posição consolidada, a indústria enfrenta desafios significativos (A. Silva & Pata, 2022), como a adaptação a novas regulamentações ambientais, a otimização dos processos produtivos para minimizar o impacto ambiental, e a necessidade de inovação contínua para satisfazer a procura de um mercado em constante evolução (J. Frazao, 2019).

Partindo do conceito de "Produtividade", descrito por Adam Smith no século XVIII, enfatiza a (Yin et al., 2017), os autores desenvolveram um modelo analítico que, através de uma metodologia quantitativa, examinou a evolução da produtividade no trabalho e nas exportações, enquanto as empresas adotam práticas mais digitais e colaborativas (A. Silva et al., 2020). Observou-se um crescimento sustentável nas exportações desde 2004, destacando-se um aumento superior a 15% em 2019. A análise focou a correlação entre digitalização, inovação e o sucesso subsequente obtido em projetos mobilizadores e de investigação e desenvolvimentos tecnológicos disruptivos, como os projetos JetStone, Inovstone, Flexstone e Inovstone4.0².

A implementação da Cartilha Leanstone (J. Frazao, 2016), um conceito que incorpora técnicas e tecnologias avançadas, mostrou resultados positivos. Empresas que adotaram a Cartilha Leanstone viram um crescimento médio anual de 4,82% no volume de negócios e de 5,15% nas exportações entre 2010 e 2018, em contraste com outras empresas que não seguiram esta abordagem.

A amostra estudada incluiu 669 empresas transformadoras de rochas ornamentais (RO) em Portugal Continental, representando 90,0% do volume de negócios e 91,4% das exportações do setor. Este estudo sugere que a digitalização aumenta significativamente a produtividade e as exportações, apresentando cenários futuros onde, mesmo num cenário moderado, o investimento em digitalização pode gerar um retorno significativo em termos de volume de negócios e exportações nos primeiros cinco anos após o investimento. Mesmo sob premissas conservadoras, o estudo revela o potencial

¹ Stone.pt|20-25 - Impacto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações do Setor das Rochas Ornamentais Portuguesas

² <https://www.clustermineralresources.pt/>

subestimado dos ganhos indiretos, como eficiência energética e melhor aproveitamento das matérias-primas, nos cenários mais otimistas.

2.2.1 Questão de Investigação

Recentes estudos sobre a cadeia de valor dos recursos minerais apontam para a digitalização como um elemento-chave para atingir uma harmonia entre o potencial económico da região da Serra de Aire e Candeeiros, sua biodiversidade e o bem-estar das comunidades locais (A. Silva & Pata, 2022) (I. Frazao, 2019) (A. Silva et al., 2020). A conceção e implementação de um Polo de Inovação Digital é vista por diversos investigadores como essencial para fomentar a transformação digital da economia local, maximizando os recursos disponíveis para serem aproveitados por PME's e *startups*. Este *Hub* promete facilitar o acesso a tecnologias digitais avançadas, conhecimento técnico especializado e infraestruturas para testes e experimentações.

Desta análise, surge a questão de investigação: Como pode um Polo Inovação Digital ser concebido e implementado na região da Serra de Aire e Candeeiros de forma a promover a transformação digital da Economia Local, maximizando o aproveitamento dos recursos disponíveis pelas PME's e *Startups*, enquanto preserva a biodiversidade e promove o bem-estar das comunidades locais?

Responder a esta questão constitui o objetivo principal da investigação, que pretende explorar as dimensões críticas da sustentabilidade, inovação tecnológica e desenvolvimento económico local. O foco reside em como a digitalização pode servir como um vetor para equilibrar os objetivos económicos com os ecológicos em regiões que possuem significativos recursos naturais e económicos.

Trata-se assim de conceptualizar e demonstrar um modelo avançado de Polo de Inovação Digital, voltado especificamente para a dinamização da deste território atender às necessidades da Economia Local na região da Serra de Aire e Candeeiros, focando-se especialmente na valorizada do recurso pedra natural. este *Hub* deverá ter como missão fomentar um desenvolvimento sustentável que concilie as práticas económicas, sobretudo relacionadas com a pedra calcária e preservação do meio ambiente, assegurando ainda benefícios para o ecossistema e comunidades locais.

2.2.2 Objetivos Específicos

Perante os desafios e oportunidades que surgem da necessidade de equilibrar a conservação ambiental com o progresso económico e o bem-estar das pessoas.

Com estes objetivos específicos pretende-se encontrar uma solução para o problema identificado e encontrar uma resposta à questão de investigação. Adicionalmente, por via de uma solução prática e aplicável para o avanço da indústria da pedra natural na região da Serra de Aire e Candeeiros, pretende-se fomentar o desenvolvimento que seja económica, ambiental e socialmente sustentável.

3. Conceito de Polo de Inovação Digital

Polos de Inovação Digital são ecossistemas que facilitam a transformação digital de empresas e organizações, especialmente PMEs e *startups*, oferecendo-lhes acesso a tecnologias digitais avançadas, conhecimento técnico e especializado, infraestruturas de teste e experimentação, bem como oportunidades de financiamento e networking (Sassanelli et al., 2021). Os Polos de Inovação Digital funcionam como pontes entre pesquisa e mercado, fornecendo um ambiente onde empresas, institutos de pesquisa, universidades e entidades governamentais podem colaborar para cocriar e testar novas soluções digitais, produtos e processos (Zamiri et al., 2023).

A missão principal de um Polo de Inovação Digital é apoiar as empresas na sua jornada de digitalização, ajudando-as a aumentar a sua competitividade e capacidade de inovação num mercado cada vez mais globalizado (Razavi et al., 2010). Para isso, eles oferecem serviços como workshops, consultoria, desenvolvimento de protótipos, e acesso a expertise em áreas como Inteligência Artificial, *Big Data*, Internet das Coisas (*IoT*), robótica, entre outras (Pierre-Léonard, 2017).

A importância dos Polos de Inovação Digital na economia contemporânea é multifacetada:

- Aceleração da Transformação Digital - Polo de Inovação Digital desempenham um papel crucial na aceleração da adoção de tecnologias digitais pelas empresas. Eles fornecem o acesso a tecnologias de ponta e expertise que muitas vezes estão fora do alcance de pequenas e médias empresas devido a limitações de recursos.

- Fomento à Inovação - ao proporcionarem um espaço para a experimentação e colaboração entre diferentes *Stakeholders*, os Polos de Inovação Digital estimulam a inovação aberta. Isso facilita o desenvolvimento de soluções inovadoras que podem atender às necessidades emergentes do mercado e da sociedade.
- Desenvolvimento Regional – Os Polos de Inovação Digital têm um papel importante no desenvolvimento económico regional, ajudando a criar um ecossistema de negócio inovador localmente que atrai investimentos, talentos e gera empregos de alto valor agregado. Eles contribuem para reduzir desigualdades regionais em termos de acesso a tecnologias e conhecimento.
- Suporte à Competitividade - em mercado global, a capacidade de inovar e adaptar-se rapidamente às mudanças tecnológicas determina o sucesso das empresas. Os Polos de Inovação Digital fornecem às empresas os meios para se manterem competitivas, oferecendo-lhes acesso a novas tecnologias e métodos de produção mais eficientes.
- Colaboração e *Networking* -os Polos de Inovação Digital criam ambientes propícios à colaboração entre empresas, académicos, desenvolvedores e governos. Esta interação fomenta redes de contatos valiosas, promovendo a troca de conhecimento e experiências que são fundamentais para o sucesso da inovação.

Assim, os Polos de Inovação Digital tornam-se catalisadores da inovação digital, desempenhando um papel vital na transformação digital das empresas e no desenvolvimento de ecossistemas de inovação locais e regionais (Zamiri et al., 2023). Eles não apenas apoiam as empresas na implementação de tecnologias digitais, mas também promovem a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre os diferentes atores do ecossistema de inovação.

4. Revisão da Literatura

O conceito de desenvolvimento sustentável refere-se ao processo de crescimento e evolução de uma comunidade, economia ou sistema de maneira a atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades (Vilas-Boas et al., 2019). Essa definição, amplamente aceita desde o Relatório Brundtland de 1987, incorpora três pilares fundamentais: ambiental, económico e social (Redclift, 2005). O desenvolvimento sustentável procura uma harmonia entre o crescimento económico, a equidade social e a preservação ambiental, criando um ciclo de prosperidade que beneficie tanto a humanidade quanto o planeta (Buhl et al., 2019).

Regiões sensíveis como a Serra de Aire e Candeeiros são muitas vezes caracterizadas por uma biodiversidade rica e única, juntamente com ecossistemas que podem ser particularmente vulneráveis a mudanças ambientais e humanas (J. M. F. Carvalho et al., 2020). O desenvolvimento sustentável nestas áreas enfatiza a proteção e preservação da biodiversidade, reconhecendo o valor intrínseco dos ecossistemas naturais e a sua importância para a sustentabilidade global (Folke et al., 1996). Muitas regiões sensíveis albergam atividades económicas que, embora sejam uma fonte vital de rendimento para as comunidades locais, podem ter impactos negativos no ambiente (Thierry, 2022). Na Serra de Aire e Candeeiros, a exploração de pedra calcária é um exemplo. O desenvolvimento sustentável nessas áreas envolve encontrar um equilíbrio entre o aproveitamento dos recursos naturais e a minimização do impacto ambiental, assegurando que as práticas de extração e transformação sejam realizadas de forma responsável e sustentável (J. M. F. Carvalho et al., 2020).

Regiões sensíveis enfrentam muitas vezes desafios socioeconómicos particulares, desde a dependência de um número limitado de atividades económicas até às disparidades no acesso a serviços e oportunidades (Hall, 2001). O desenvolvimento sustentável nessas áreas foca-se em promover a diversificação económica, melhorar a infraestrutura e os serviços locais, e fomentar a inclusão e a equidade social (Machado et al., 2021).

As mudanças climáticas representam uma ameaça significativa para as regiões sensíveis, afetando a disponibilidade de recursos, a saúde dos ecossistemas e a vida das comunidades locais (George et al., 2021). O desenvolvimento sustentável implica a implementação de estratégias de adaptação para aumentar a resiliência dessas regiões às mudanças climáticas, protegendo os ecossistemas e as economias locais das consequências adversas.

A sustentabilidade de regiões sensíveis depende fortemente da participação ativa das comunidades locais nas decisões que afetam o seu ambiente e o seu modo de vida (Howard, 2018). O desenvolvimento sustentável promove uma governança inclusiva e participativa, envolvendo as partes interessadas em todos os níveis no planejamento e na implementação de iniciativas de sustentabilidade (Yan et al., 2022).

Assim, o desenvolvimento sustentável em regiões sensíveis como a Serra de Aire e Candeeiros exige uma abordagem integrada que considere as interações complexas entre o ambiente natural, a Economia Local e o bem-estar social (Machado et al., 2021). Ao focar as características distintivas destas áreas, é possível desenvolver-se estratégias de desenvolvimento que não só preservem os recursos naturais para as gerações futuras, mas também promovam um crescimento económico inclusivo e equitativo (A. Silva et al., 2020).

4.1 Inovação e Ecossistemas de Inovação

A inovação pode ser compreendida como a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado (Kijima & Arai, 2016), de um processo, de um novo método de marketing ou de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (Pohlmann & Kaartemo, 2017). Este conceito abrange múltiplas dimensões, incluindo inovações tecnológicas e não tecnológicas. As inovações tecnológicas referem-se ao desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias em produtos ou processos (A. Silva & Pata, 2022) , enquanto as inovações não tecnológicas envolvem mudanças nos métodos organizacionais ou de marketing que otimizam operações ou estratégias comerciais (A. Silva & Gil, 2020).

A inovação é fundamental para o crescimento económico e a competitividade, permitindo às empresas e economias responderem a desafios emergentes (Probst et al., 2018), atenderem às necessidades dos consumidores de maneira mais eficaz e sustentável, e explorarem novas oportunidades de mercado. É normalmente impulsionada por um ciclo de investigação e desenvolvimento (R&D), colaboração entre indústrias, universidades e institutos de pesquisa, e uma forte proteção de propriedade intelectual que incentiva o investimento em inovação (Pellegrin-Boucher et al., 2018).

Um ecossistema de negócios inovador refere-se, assim, a uma rede de atores interligados (Zott & Amit, 2013) - empresas, universidades, centros de investigação, fornecedores, clientes, reguladores, entre outros- e recursos - conhecimento, capital, talento, infraestrutura - que interagem de forma dinâmica para promover, apoiar e sustentar a inovação dentro de uma região ou setor (Leape et al., 2020). Este conceito amplia a perspetiva tradicional de inovação ao reconhecer que a inovação não ocorre isoladamente, mas é o resultado de complexas interações e colaborações entre diferentes *Stakeholders* (Edvardsson et al., 2011).

Tipicamente, a literatura em ecossistemas de negócios refere como componentes chave de um ecossistema os seguintes conceitos (Remneland Wikhamn & Styhre, 2023):

- **Atores e Redes:** Empresas inovadoras, *startups*, incubadoras, aceleradoras, universidades, institutos de pesquisa, investidores, etc., que colaboram e competem dentro do ecossistema (Medberg & Grönroos, 2020).
- **Infraestruturas:** Inclui tanto as infraestruturas físicas (como parques tecnológicos, laboratórios de pesquisa) quanto digitais (plataformas de colaboração, sistemas de informação) que suporta as atividades de inovação (Oesterreich & Teuteberg, 2016).
- **Ambiente Regulatório e Políticas de Inovação:** Leis, regulamentos e políticas governamentais que incentivam ou desincentivam a inovação, incluindo proteção de propriedade intelectual, incentivos fiscais para R&D e políticas de educação e formação (Borchert & Bonefeld-Dahl, 2018).
- **Acesso aos Recursos:** Acesso a financiamento (capital de risco, investimento de capital de risco inicial, fundos públicos), talento (engenheiros, cientistas, gestores

de inovação), matérias-primas e conhecimento (pesquisa, dados, expertise técnica) (Jaakko Siltaloppi & Vargo, 2017).

Desta revisão de literatura verificou-se que ecossistemas de inovação bem-sucedidos são caracterizados por uma forte interação entre seus componentes (Grover & Kar, 2020), promovendo um ambiente que é ao mesmo tempo competitivo e colaborativo, onde novas ideias podem florescer e transformar-se em inovações de mercado (Edvardsson & Tronvoll, 2013). A abordagem ecossistêmica à inovação destaca a importância de um ambiente propício à colaboração transfronteiriça entre diferentes sectores e disciplinas, bem como a necessidade de políticas e estratégias que apoiem o desenvolvimento e sustentabilidade desses ecossistemas (R. Lusch & Nambisan, 2015).

4.2 A Perspetiva Tradicional em Criação de valor (*Goods-Dominant Logic*)

A perspetiva tradicional de criação de valor, conhecida como *Goods-Dominant Logic (G-D Logic)*, fundamenta-se em princípios que enfatizam a produção e a troca de bens tangíveis como a essência do processo de criação de valor (Stephen L. Vargo & Lusch, 2014). Esta lógica, que dominou as teorias de marketing e negócios por grande parte do século XX (R. Lusch et al., 2007), baseia-se em várias premissas fundamentais:

- **Valor Inerente aos Bens (tangíveis ou intangíveis)** - na perspetiva *G-D Logic*, presume-se que o valor dos produtos é intrínseco e criado pelo produtor durante o processo de fabricação (Yin et al., 2017). Os consumidores são vistos como agentes passivos que adquirem valor ao comprar e consumir esses bens.
- **Processo de Troca** - o foco principal está no processo de troca, onde bens são trocados por dinheiro. A eficiência desta troca, e a capacidade da empresa de produzir bens a custos baixos e vendê-los a preços superiores, é vista como a chave para a criação de valor (Stephen L. Vargo & Lusch, 2008).
- **Bens Tangíveis** - a perspetiva *G-D Logic* aborda as atividades económicas em termos de unidades de output, concentrando-se predominantemente em bens tangíveis. Serviços, quando considerados, são frequentemente vistos igualmente como um tipo de bem ou como um complemento aos bens tangíveis, não como uma oferta de valor independente ou primária (Nath et al., 2015).

- **Produção e Distribuição Centralizadas** - este modelo assume que o valor é criado através da produção e distribuição centralizadas (Štěrbová et al., 2019). A empresa é a principal criadora de valor, controlando a produção, a distribuição e o marketing do produto.
- **Promoção e Comunicação Unidirecionais** - a comunicação *G-D Logic* é predominantemente unidirecional, do produtor para o consumidor, com foco na promoção e venda de produtos (Hannah & Eisenhardt, 2018). A interação com o cliente é limitada e geralmente orientada para a conclusão da venda.
- **Ênfase na Propriedade** - o valor é percebido como sendo transferido e consumido no ponto de venda, com a ênfase colocada na propriedade do bem (Maglio et al., 2019). Uma vez que o consumidor adquire o produto, o processo de criação de valor é considerado concluído.
- **Otimização da Cadeia de Abastecimento** - a otimização e eficiência da cadeia de abastecimento são cruciais, com foco em reduzir custos e maximizar a produção e a distribuição para atender à demanda do consumidor por bens tangíveis (Rinaldi et al., 2021).
- **Inovação Orientada para o Produto** - a inovação é frequentemente focada no desenvolvimento de novos produtos ou na melhoria dos existentes (Wiesner & Thoben, 2017). O sucesso é medido pela capacidade de desenvolver bens que atendam ou criem demandas de mercado.

Embora a *Goods-Dominant Logic* tenha moldado o entendimento tradicional da criação de valor, para muitos autores as limitações desta perspectiva tornaram-se cada vez mais evidentes em um mundo que valoriza a interatividade, os serviços personalizados e as soluções integradas (Bowden et al., 2015) (Medberg & Grönroos, 2020). Deste entendimento, principalmente a partir de 2004 (Joiner & Lusch, 2016) a literatura reflete uma clara transição para uma nova lógica de pensamento focada no serviço e designada por *Service-Dominant Logic* (Stephen L. Vargo & Lusch, 2011) reflete uma compreensão mais ampla e dinâmica da criação de valor, que reconhece a importância da cocriação de valor, da interação entre os atores do Ecossistema e do foco no serviço (Melissa Akaka et al., 2016).

4.3 A Perspetiva do Serviço para Cocriação de valor

A *Service-Dominant Logic* é uma perspetiva teórica que vê o valor não como algo que é produzido e entregue por empresas aos consumidores, mas sim como algo que é cocriado por múltiplos atores, incluindo o cliente, através do uso e integração de recursos (Edvardsson et al., 2011). Dentro desta lógica, o valor é sempre determinado pelo beneficiário — tipicamente, o consumidor — e é cocriado através de processos interativos e colaborativos entre os atores do Ecosistema (Stephen L. Vargo et al., 2023).

Cocriação de Valor na Perspectiva *S-D Logic*

Na perspetiva *S-D Logic*, a cocriação de valor é um princípio fundamental que enfatiza a importância das interações entre os atores do ecossistema para a criação de valor (R. Lusch & Nambisan, 2015). Ao contrário da *Goods-Dominant Logic*, onde o valor é embestado nos bens pelo produtor e por essa via transferido ao consumidor, na *S-D Logic*, o valor é visto como algo que não é pré-fabricado, mas emerge da interação e do uso dos recursos e competências dos atores envolvidos (Stephen L. Vargo et al., 2023).

Atuação dos Atores dos Ecosistemas

Os atores dos ecossistemas incluem não apenas empresas e clientes, mas também outros *Stakeholders* como fornecedores, parceiros de negócios, comunidades, e instituições governamentais e de ensino (Storbacka et al., 2016). Cada ator contribui com diferentes tipos de recursos — sejam físicos, intelectuais, sociais ou culturais — que são integrados de maneiras que criam valor de forma conjunta.

Processos de Cocriação de Valor

A cocriação de valor, sob a ótica da *S-D Logic*, envolve processos tais como: (1) Interação entre atores - a troca de informações e a interação contínua entre os atores são essenciais para entender as necessidades, experiências e expectativas, permitindo que o valor seja cocriado de forma mais efetiva (Breibach & Maglio, 2016); (2) integração de recursos - a cocriação de valor ocorre quando os atores integram seus recursos de forma colaborativa (R. Lusch & Nambisan, 2015). Isso inclui conhecimentos, habilidades, tecnologias e outros ativos que cada parte pode oferecer; (3) experiências personalizadas - a personalização de serviços e produtos, adaptando-os às necessidades e contextos específicos dos usuários finais, é um exemplo de como a cocriação de valor pode se

manifestar na prática (Ng & Wakenshaw, 2017); (4) inovação colaborativa - a inovação é o resultado da cocriação de valor, surgindo da colaboração entre diferentes atores que compartilham ideias, experimentam e desenvolvem novas soluções conjuntamente (M. Akaka et al., 2014).

Implicações para os Ecosystemas

Dentro dos Ecosystemas, a aplicação da *S-D Logic* e a cocriação de valor implicam em uma abordagem mais holística e integrada para o desenvolvimento de negócios e inovações (Stephen L. Vargo et al., 2024). Isso exige um ambiente que favoreça a colaboração, o compartilhamento de conhecimento e a flexibilidade para adaptar-se a mudanças dinâmicas no Ecosystema. Os atores devem concentrar-se não apenas na troca de bens e serviços, mas também na criação de valor de forma colaborativa, o que pode resultar em vantagens competitivas sustentáveis e inovações mais significativas (Elo et al., 2024).

A perspectiva da *S-D Logic* sobre a cocriação de valor ressalta a importância das relações e interações entre todos os atores dos ecosystemas na criação de valor (Jaakkola et al., 2024). Reconhece que o valor não é um bem estático, mas um fenômeno emergente que resulta da cocriação colaborativa, oferecendo uma visão mais rica e dinâmica do desenvolvimento de negócios e inovação (Hartmann et al., 2018).

4.4 Service Ecosystems (Ecosystema de Serviços)

Ecosystemas de serviços, na perspectiva da *S-D Logic*, referem-se a redes complexas e interconectadas de atores que cocriam valor através da troca de serviço (Hartmann et al., 2018). Esta visão contrasta com a lógica tradicional, que foca na produção e venda de bens tangíveis como a principal fonte de valor. Como referido, na perspectiva *S-D Logic*, o valor não é inerente ao bem ou serviço em si, mas é determinado pelo beneficiário no contexto de seu uso, enfatizando a importância das interações e das relações entre os participantes do Ecosystema (M. A. Akaka & Vargo, 2014).

Ancorado na literatura *S-D Logic*, determinam-se como características dos Ecosystemas de Serviços (R. Lusch & Nambisan, 2015):

- **Interconectividade** - os Ecossistemas de serviços são formados por uma rede de atores, incluindo empresas, consumidores, comunidades, governos e outras entidades, que estão interligados através de relações de serviço (Finsterwalder, 2018).
- **Cocriação de Valor** - o valor é cocriado através das interações entre os atores do ecossistema. Cada participante contribui com recursos — como conhecimento, habilidades ou tecnologia — que são integrados para criar valor (S. L. Vargo & Lusch, 2017). Essa abordagem difere da visão tradicional em que o valor é criado pela empresa e depois entregue ao consumidor.
- **Papel Central do Serviço** – na perspectiva *S-D Logic*, o serviço é a base fundamental da troca económica, não apenas como uma oferta em si, mas como o meio pelo qual todos os atores do Ecossistema interagem e cocriam valor (Adi et al., 2023). O serviço é entendido em um sentido amplo, abrangendo a aplicação de competências para o benefício de outro.
- **Recursos Operantes** - em contraste com os recursos operados (tangíveis), que são fundamentais na lógica de bens dominantes, a *S-D Logic* foca em recursos operantes (intangíveis), como conhecimento e habilidades, como os principais motores da cocriação de valor (Kleinaltenkamp et al., 2023).
- **Relações e Dinâmicas** - os ecossistemas de serviços são dinâmicos e evoluem com o tempo. As relações dentro do ecossistema podem mudar, influenciando a forma como o valor é cocriado (R. Lusch et al., 2016). As dinâmicas do ecossistema são moldadas por fatores como inovação tecnológica, mudanças sociais e políticas regulatórias.
- Com base nestas características intrínsecas, a literatura *S-D Logic* refere os ecossistemas de serviços como tendo as seguintes implicações para a sociedade dos (R. Lusch et al., 2016):
- **Inovação** - a inovação emerge como resultado da interação e colaboração dentro do *Service Ecosystem*. Soluções inovadoras são frequentemente cocriadas em resposta às necessidades emergentes dos participantes do ecossistema.

- **Sustentabilidade** - os Ecossistemas de serviços, através da sua ênfase na cocriação de valor e no uso eficiente de recursos, têm o potencial de promover práticas sustentáveis (Jaakkola & Vargo, 2021).
- **Personalização** - a cocriação de valor permite uma maior personalização das ofertas de serviços, pois o valor é determinado em contextos específicos pelos beneficiários (Mustak & Plé, 2020).
- **Estratégias de Negócios** - para as empresas e outras organizações, compreender a dinâmica dos Ecossistemas de serviços é crucial para desenvolver estratégias que fomentem a cocriação de valor, fortaleçam as relações com os *Stakeholders* e promovam a inovação (Joiner & Lusch, 2016).

Destas características e implicações sociais, um *Service Ecosystem* é definido como um sistema relativamente autónomo e autoajustável de atores que integram recursos, ligados por disposições institucionais partilhadas e pela criação de valor mútuo através da troca de serviços (Stephen L. Vargo et al., 2024). Este conceito de ecossistemas de serviços suportado na literatura *S-D Logic* oferece uma compreensão profunda de como o valor é criado e distribuído numa economia moderna (Kleinaltenkamp et al., 2023). Eles destacam a importância de colaborações complexas e de relações contínuas entre diversos atores, enfatizando o serviço e a interação como fundamentos para a cocriação de valor. Reconhecer e gerir eficazmente esses Ecossistemas é essencial para empresas e organizações que buscam inovar, criar valor sustentável e alcançar sucesso a longo prazo.

4.5 Um *Service Ecosystem* como Suporte Teórico de um Polo de Inovação Digital

A colaboração tem sido reconhecida há muito tempo como crucial para organizações que procuram cocriar valor dentro de ecossistemas de serviços (Elo et al., 2024). Ao estabelecer parcerias, as organizações ganham acesso a recursos, competências e capacidades novas que servem aos seus interesses individuais e coletivos (Iheanachor & Umukoro, 2022). O princípio fundamental de uma parceria é a colaboração em direção a um objetivo comum e a busca por benefícios mútuos (Stephen L. Vargo & Lusch, 2008). Parcerias podem ser formadas em vários contextos, como nas relações entre fornecedores e clientes de TI, para fortalecer a colaboração e aumentar a cocriação de valor. Esta

estratégia vai além do outsourcing convencional de TI e enfatiza o compromisso estratégico conjunto e a integração contínua na relação (Melissa Akaka et al., 2023).

A perspectiva *S-D Logic* sobre ecossistemas, Vargo & Lusch, (2016) oferece uma base bem estabelecida para a compreensão dos ecossistemas de colaboração entre parceiros. Esta narrativa enfatiza a cocriação de valor por meio da troca de serviços — o processo de usar os próprios recursos (por exemplo, conhecimento especializado e habilidades) para beneficiar outro. Além disso, reconhece a influência capacitadora e restritiva de instituições compartilhadas geradas endogenamente, incluindo normas sociais, regras, símbolos e outras diretrizes normativas e heurísticas para ação (Ng et al., 2018).

4.5.1 Perspectiva *S-D Logic* e *Service Ecosystem* para um Polo de Inovação Digital

Um Polo de Inovação Digital, nas suas distintas características pode, ser entendido e interpretado no quadro de um *Service Ecosystem*. Passam assim, a ser suportados pela compreensão de que os Ecossistemas de serviços são inerentemente encaixados por natureza em multiníveis (Koskela-Huotari & Vargo, 2016). Ecossistemas de serviços englobam entidades de nível micro (por exemplo, indivíduos e organizações), estruturas de nível meso (por exemplo, mercados e indústrias) e contextos de nível macro (por exemplo, sociedade) que enquadram a integração de recursos e a troca de serviços para a cocriação de valor (Chandler & Vargo, 2011). Um Ecossistema colaborativo pode, assim, ser caracterizado como uma estrutura de nível meso interconectada com outros ecossistemas e enquadrada dentro de um *Service Ecosystem* mais amplo (por exemplo, indústria, sociedade), enquanto também é moldado pelas ações e interações de micro-nível de atores (por exemplo, indivíduos, organizações) dentro e fora do ecossistema colaborativo.

4.5.2 Instituições e Arranjos Institucionais

A *S-D Logic* define instituições como “regras, normas e crenças concebidas pelo ser humano que habilitam e restringem a ação e tornam a vida social previsível e significativa” (S. Vargo & Lusch, 2016a). As instituições representam várias formas, incluindo leis formalmente codificadas, normas sociais informais e significados simbólicos (J. Siltaloppi et al., 2016) que coordenam a integração de recursos e a troca de serviços (ou seja, cocriação de valor) pelos atores em ecossistemas de serviços (S. Vargo

& Lusch, 2016a). Elas fornecem estruturas dentro das quais ocorrem interações e governam o comportamento dos atores (Scott, 2013). Além disso, ao estabelecer expectativas mútuas para interações sociais, as instituições reduzem a incerteza e promovem a colaboração (Edvardsson & Tronvoll, 2013).

Scott (2013) sugeriu que as instituições envolvem “elementos regulativos, normativos e cognitivo-culturais que, juntamente com as atividades e recursos associados, fornecem estabilidade e significado à vida social.” Os elementos regulativos incluem regras formais, leis e sanções que restringem o comportamento dos atores e mantêm a ordem. Os elementos normativos compreendem normas e valores que orientam as ações dos atores e indicam o comportamento apropriado. Valores consistem em conceitos do que é desejado e padrões pelos quais o comportamento e estruturas podem ser avaliados, enquanto normas especificam como certas coisas devem ser feitas (Edvardsson & Tronvoll, 2013). Elementos normativos direcionam os objetivos dos atores e determinam como alcançá-los, aproveitando obrigações sociais e compromissos internos com normas e valores (Scott, 2013). Por último, elementos cognitivos referem-se às percepções dos atores sobre a realidade e representações internas do ambiente ao redor. Compreendem crenças e estruturas de compreensão que apoiam uma lógica e significado compartilhados pelos atores (J. Siltaloppi et al., 2016).

De acordo com Edvardsson et al. (2014), elementos regulativos influenciam o comportamento dos atores através do auto-interesse e da evitação de consequências negativas, elementos normativos influenciam o comportamento através de restrições sociais ou benefícios, e elementos cognitivos resultam em comportamento "dado como certo". Os três elementos das instituições (regulativos, normativos e cognitivos) são interconectados, e suas combinações moldam e influenciam o comportamento dos atores. De facto, as instituições em ecossistemas de colaboração entre parceiros existem não isoladamente, mas como arranjos de regras, normas e significados interconectados (S. Vargo & Lusch, 2016a). Além disso, esses arranjos consistem em instituições enquadradas e sobrepostas que influenciam umas às outras, moldando coletivamente o comportamento dos atores, afetando o processo de cocriação de valor (J. Siltaloppi et al., 2016). e formando a base para ações coletivas dos atores. Notavelmente, enquanto as

instituições impactam como os atores agem e se comportam, estes últimos moldam as instituições através de seu comportamento (Edvardsson & Tronvoll, 2013).

Arranjos institucionais moldam a lógica institucional dominante dentro de um contexto social e cultural específico, como um ecossistema de colaboração entre parceiros (Melissa Akaka et al., 2023). Essas lógicas institucionais têm um impacto crucial sobre os comportamentos dos atores dentro do ecossistema, pois estabelecem e reforçam regras, normas e crenças compartilhadas (Edvardsson & Tronvoll, 2013). Orientam as ações, interações e interpretações da realidade dos atores dentro do Ecossistema, promovendo um senso de propósito compartilhado e unidade (Stephen L. Vargo et al., 2023). Enquanto a lógica institucional é o princípio organizador fundamental de um ecossistema de colaboração entre parceiros, ela também pode contribuir para desequilíbrios (Jaakkola et al., 2024). Por exemplo, quando atores de diferentes organizações colaboram, eles frequentemente encontram lógicas institucionais incompatíveis ou contraditórias, dificultando assim as oportunidades de colaboração (Bouncken et al., 2024). Atores operando de acordo com lógicas diferentes podem experimentar conflitos e tensões que restringem a colaboração, introduzindo interesses concorrentes, objetivos conflitantes e prioridades divergentes (Jaakkola et al., 2024).

Arranjos institucionais enquadrados e sobrepostos em Ecossistemas colaborativos criam potenciais conflitos e diretrizes incompatíveis para ação, resultando em ambiguidade, incerteza, tensão e contradições dentro do ecossistema (J. Siltaloppi et al., 2016). Portanto, entender como várias lógicas institucionais dentro do e Ecossistemas colaborativos afetam e influenciam os atores, incluindo indivíduos, equipes e organizações, permanece essencial (J. Siltaloppi et al., 2016). Além disso, é necessário estabelecer mecanismos que permitam aos atores com diferentes arranjos institucionais encontrar um terreno comum e superar as lacunas entre eles. Alcançar um nível suficiente de convergência de lógica entre os atores dentro do ecossistema de colaboração entre parceiros é vital para uma colaboração de sucesso (Jaakkola, 2020). Mecanismos são necessários para alinhar arranjos institucionais entre atores dentro do Ecossistema de colaboração entre parceiros (Wieland et al., 2017).

4.5.3 Trabalho Institucional no estabelecimento de Polo de Inovação Digital

Ao estabelecer um Polo de Inovação Digital, o trabalho institucional desempenha um papel crucial na formação e alinhamento dos arranjos institucionais existentes dos atores (por exemplo, indivíduos, equipes e organizações) dentro do Ecossistema. Ao se envolverem nos trabalhos de criação, perturbação e manutenção institucional (Mustak & Plé, 2020), os atores podem definir, desenvolver e alinhar novas e existentes estruturas para estabelecer uma base para a colaboração cocriativa de valor. Criar instituições define a base para a colaboração ao estabelecer regras e acordos (regulativos), normas e valores compartilhados (normativos) e fomentar um entendimento partilhado da colaboração (cognitivo). Estabelecer arranjos institucionais partilhados (Kumar et al., 2019) fornece uma fundação para a colaboração e facilita a coordenação eficaz do Ecossistema e a cocriação de valor. Contudo, ao estabelecer Ecossistemas de colaboração entre parceiros, a perturbação raramente implica mudança radical; em vez disso, muitas vezes pede ajustes menores à lógica existente. A manutenção institucional durante a fase de estabelecimento do Ecossistema existe através dos arranjos existentes das organizações parceiras, formando a base sobre a qual os arranjos compartilhados são estabelecidos e alinhados. Elementos regulativos desempenham um papel no estabelecimento de Ecossistemas de colaboração entre parceiros fornecendo uma estrutura formal para como os parceiros do ecossistema “devem” agir. Elementos de nível macro, incluindo leis, regulamentos e padrões da indústria, coordenam o desenvolvimento de elementos de nível meso, incluindo acordos conjuntos, contratos e regras entre e dentro das organizações parceiras. Elementos normativos, como valores e normas compartilhados, também influenciam o comportamento colaborativo e as expectativas dos atores dentro do ecossistema de colaboração entre parceiros. É essencial delinear como os parceiros “devem” agir e o que esperam uns dos outros além dos laços contratuais. Isso pode ser alcançado estabelecendo códigos de conduta e comunicando abertamente valores, normas e expectativas para a colaboração. Elementos cognitivos das instituições, que envolvem alcançar um entendimento compartilhado para guiar as ações e o comportamento dos atores, são outra consideração importante. Instituições, especialmente do ponto de vista cognitivo, são frequentemente estruturas “dadas como certas” (Edvardsson et al., 2011) (e podem se tornar fontes de conflito se não forem abordadas durante a fase de estabelecimento do

ecossistema. Os atores podem promover um entendimento compartilhado, por exemplo, através de narrativas que apoiam a criação de sentido individual e coletivo da colaboração (Hartmann et al., 2018).

4.5.4 Trabalho institucional para apoiar a viabilidade a longo prazo dos Polos de Inovação Digital

Ecossistemas de colaboração entre parceiros são dinâmicos e evoluem ao longo do tempo (Vilas-Boas et al., 2019). Permitir a viabilidade de longo prazo de um ecossistema de colaboração entre parceiros envolve observar e entender continuamente as mudanças no ecossistema e em seu ambiente circundante. Essa abordagem proativa permite revisar regras, normas e mecanismos de governança para se alinhar com as realidades em constante evolução e sustentar o sucesso da colaboração. Sugere-se que a manutenção contínua dos arranjos institucionais é particularmente essencial para permitir a viabilidade de longo prazo de um ecossistema de colaboração entre parceiros. Os atores devem sustentar, reforçar e continuamente alinhar as regras, normas e elementos cognitivos do ecossistema para a cocriação de valor (J. Sitaloppi et al., 2016). No entanto, as instituições também podem precisar ser perturbadas quando mudanças externas ou internas exigirem alterações nos arranjos institucionais atuais. Além disso, a evolução do ecossistema e seus objetivos podem exigir a criação de novas formas de colaboração (Kleinaltenkamp et al., 2018). Coletivamente, esses mecanismos permitem que o ecossistema evolua, se adapte e prospere diante de dinâmicas internas e externas, possibilitando condições para a cocriação de valor contínua pelos atores do ecossistema.

Em relação aos elementos regulativos, o trabalho institucional deve abordar mudanças no ambiente regulatório externo ou a necessidade de ajustes internos às regras formais de colaboração que possam impactar os arranjos institucionais (R. Lusch & Nambisan, 2015). De uma perspectiva normativa, o trabalho institucional deve alinhar e reforçar continuamente elementos, como valores e normas, para fomentar confiança, objetivos compartilhados e cultura colaborativa dentro do ecossistema. Isso pode envolver promover o diálogo aberto, aplicar códigos de conduta e reavaliar valores, normas e expectativas (Machado et al., 2021). O trabalho institucional para a viabilidade de longo prazo também requer abordar elementos cognitivos para manter a reflexividade (Mustak & Plé, 2020) e um entendimento compartilhado entre os atores. É importante facilitar a

criação de sentido contínua e garantir que os atores compreendam e compartilhem coletivamente os objetivos do Ecosistema de colaboração (Adi et al., 2023).

Suportado na literatura em Ecosistemas de Serviços, procedeu-se à institucionalização do conceito de Polo de Inovação Digital, propondo-se assim uma nova compreensão sobre instituições e trabalho institucional a partir de duas perspectivas (Elo et al., 2024):

1. O estabelecimento de Polo de Inovação Digital como sendo Ecosistemas de colaboração entre parceiros e a garantia de sua viabilidade a longo prazo (Michel et al., 2008). À medida que o estabelecimento de parcerias para cocriação de valor e inovação se torna cada vez mais prevalente nos ecossistemas de serviços interconectados e dinâmicos de hoje, essa compreensão deve ser de grande interesse e valor para pesquisa e prática (Kleinaltenkamp et al., 2023).
2. Ao combinar a compreensão meta-teórica da *S-D Logic* dos Ecosistemas de serviços e arranjos institucionais (Koskela-Huotari & Vargo, 2016) com uma perspectiva mais prática do trabalho institucional (S. Vargo & Lusch, 2016a), avançamos no entendimento de instituições e seus arranjos dentro do quadro da *S-D Logic*.

Embora este entendimento se baseie na visão da *S-D Logic* de Ecosistemas de serviços como "sistemas relativamente autocontidos, autoajustáveis (S. Vargo & Lusch, 2016a)," destaca a necessidade de ações conscientes e coordenadas por atores para moldar esses sistemas, especialmente no contexto de ecossistemas intencionalmente estabelecidos para colaboração. A interação da natureza autoajustável dos Ecosistemas *versus* as ações propositadas dos atores para moldar as instituições apresenta um caminho promissor para futuras explorações. Em termos práticos, enfatiza-se a importância dos arranjos institucionais como mecanismos de coordenação para a cocriação de valor em Polo de Inovação Digital enquanto Ecosistemas de colaboração entre parceiros (Meynhardt et al., 2016). Mostra-se como os atores (por exemplo, indivíduos, equipas e organizações podem moldar propositadamente os arranjos institucionais circundantes para possibilitar colaborações cocriativas de valor (Breidbach & Maglio, 2016). Com base nesta estrutura, considera-se que os Polos de Inovação Digital poderão ser abordados na perspectiva dos ecossistemas de serviços, onde o conceito de trabalho institucional no estabelecimento e sustentação de Ecosistemas de colaboração entre parceiros fornece *insights* acionáveis

para avaliar (Razmdoost et al., 2023)., alinhar e moldar suas colaborações dentro de um Polo de Inovação Digital.

5. Metodologia

Uma metodologia de investigação refere-se ao conjunto sistematizado de procedimentos, técnicas e ferramentas utilizadas para conduzir uma pesquisa. Engloba desde a formulação de questões de pesquisa até a recolha e análise de dados, bem como a interpretação e apresentação dos resultados (Mohajan, 2018). A metodologia é fundamental para assegurar a validade, confiabilidade e replicabilidade dos estudos, permitindo que outros pesquisadores compreendam e avaliem criticamente o trabalho realizado ou até mesmo o reproduzam em contextos similares.

A escolha da metodologia de investigação depende de vários fatores, incluindo o campo de estudo, o tipo de pesquisa (exploratória, descritiva, explicativa, etc.), os objetivos da pesquisa, e as preferências ou expertise do investigador (Patkar, 2018). É importante que a metodologia seja adequada ao tipo de questão de pesquisa e que permita alcançar os objetivos propostos de maneira eficaz e ética.

A metodologia de *Design Science Research* (DSR) é uma abordagem sistemática e rigorosa para o desenvolvimento e estudo de artefactos e sistemas inovadores com o objetivo de resolver problemas complexos (Pakkala et al., 2020). Sua aplicação é vasta, abrangendo áreas como a informática, engenharia, design de produto, arquitetura, e ciências sociais. Esta seção fornece uma visão geral das principais contribuições teóricas e metodológicas da literatura sobre DSR, enfocando sua estrutura, princípios fundamentais, e aplicabilidade na pesquisa (Alan Hevner & Chatterjee, 2010).

O DSR é fundamentado na criação de artefactos inovadores – que podem ser modelos, métodos, processos ou sistemas – para resolver problemas específicos (A. Hevner et al., 2004). A literatura destaca a importância de uma abordagem iterativa que envolve a identificação do problema, desenvolvimento e avaliação do artefacto (Peppers et al., 2007). Hevner et al. (2004) são frequentemente citados por sua contribuição seminal, delineando as diretrizes que fundamentam a pesquisa em DSR, enfatizando a necessidade de contribuições tanto para a prática quanto para a teoria.

Peppers et al. (2007) propuseram um modelo processual para a execução de projetos de DSR, que inclui seis etapas: identificação do problema e motivação, definição dos

objetivos da solução, design e desenvolvimento, demonstração, avaliação, e comunicação (Peffer et al., 2007).

A literatura de DSR enfatiza alguns princípios-chave, como a relevância do problema, a eficácia da solução empírica, e a contribuição para o conhecimento (Chou et al., 2012; H. M. Silva et al., 2021). A importância da validação rigorosa dos artefactos é um tema recorrente, sugerindo métodos de avaliação que podem incluir experimentação, simulação, análise de caso, entre outros, para assegurar que os artefactos atendam aos requisitos e resolvam efetivamente os problemas identificados (Lacerda et al., 2013).

Apesar de sua aplicabilidade e valor, o DSR enfrenta críticas relacionadas à dificuldade de generalização dos resultados e ao desafio de equilibrar a criação de artefactos inovadores com a produção de conhecimento teórico significativo (vom Brocke et al., 2020). A literatura discute a necessidade de estratégias rigorosas de documentação e comunicação dos resultados do DSR para fortalecer sua contribuição teórica e prática (Peffer et al., 2007).

O impacto do DSR é amplamente reconhecido na inovação e melhoria de práticas em diversos campos. A metodologia oferece uma estrutura flexível e adaptável que suporta a inovação dirigida por problemas, promovendo a colaboração interdisciplinar e a aplicação prática de teorias (Chou et al., 2012). Exemplos de aplicação bem-sucedida de DSR podem ser encontrados em sistemas de informação, desenvolvimento de software, saúde digital, educação, e gestão de operações. A metodologia DSR desenvolvida devido à sua natureza intrinsecamente aplicada e focada na solução de problemas (Chou et al., 2012). Essa abordagem permite que os investigadores não apenas compreendam e analisem os desafios enfrentados pela indústria e pela comunidade local, mas também desenvolvam e implementem soluções inovadoras de forma sistemática e rigorosa.

Tal como se descreveu acima, a DSR visa criar e avaliar artefactos destinados a resolver problemas identificados, sendo particularmente eficaz em contextos onde é necessária a inovação tecnológica para enfrentar desafios complexos. Assim, esta metodologia aparenta ser especialmente pertinente para desenvolver um modelo de Polo de Inovação Digital que promova a sustentabilidade ecológica e o bem-estar das comunidades na Serra de Aire e Candeeiros, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento económico local pois:

1. Natureza Iterativa e Reflexiva: A DSR permite uma abordagem iterativa, onde a concepção, implementação e avaliação do Polo de Inovação Digital podem ser continuamente refinadas com base no feedback dos *Stakeholders*, garantindo que a solução seja adaptada às necessidades específicas da região e aos seus desafios únicos. Esta flexibilidade é crucial para lidar com a complexidade de equilibrar objetivos económicos, ecológicos e sociais.
2. Foco na Criação de Artefactos: A DSR é centrada na criação de artefactos funcionais – neste caso, um modelo de Polo de Inovação Digital – que são desenvolvidos para responder a uma necessidade específica, neste contexto, a transformação digital do setor da pedra natural. O processo de design e desenvolvimento inclui a integração de tecnologias digitais avançadas, práticas sustentáveis e mecanismos de apoio à inovação e ao empreendedorismo.
3. Fundamentação Teórica e Aplicação Prática: Aceite pela literatura em serviços (J. C. Spohrer & Freund, 2012), a DSR enfatiza a importância de uma sólida fundamentação teórica enquanto busca soluções aplicáveis na prática. Isso significa que a concepção do *Hub* estará ancorada nos conhecimentos existentes sobre transformação digital, sustentabilidade e desenvolvimento económico local, ao mesmo tempo em que gera novos insights e contribuições para a teoria existente
4. Colaboração com *Stakeholders*: A metodologia incentiva a colaboração estreita com *Stakeholders* durante todo o processo de pesquisa e desenvolvimento. Isso garante que o modelo de Polo de Inovação Digital seja relevante e valioso para todos os envolvidos, desde empresas locais e *startups* até comunidades locais e gestores de políticas públicas, facilitando assim a adoção e a implementação eficaz da solução.
5. Avaliação dos artefactos: A DSR inclui a avaliação dos artefactos criados, neste caso, o modelo de *Polo de Inovação Digital*. A avaliação focará na demonstração do *Hub* em promover a inovação tecnológica, sustentabilidade ecológica e bem-estar das comunidades, fornecendo evidências concretas do valor da solução proposta.

Desta análise, a metodologia DSR aparenta ser uma boa metodologia, esclarece os caminhos desta investigação e leva à conclusão dos objetivos propostos, enfrenta a

questão de investigação proposta, pois oferece uma abordagem sistemática e orientada para a solução que pode levar ao desenvolvimento de um Polo de Inovação Digital eficaz. Tal *Hub* não só promoverá a transformação digital e o desenvolvimento económico local na Serra de Aire e Candeeiros, mas também garantirá que esses avanços sejam alcançados de maneira sustentável e benéfica para as comunidades locais.

A primeira etapa, já cumprida, refere-se à identificação do problema e à fundamentação da necessidade de investigação, sublinhando a importância de uma intervenção que promova benefícios económicos e sociais para a região, conforme descrito por Peffers et al. (2007). A segunda fase estabelece a base para a conceção do modelo conceitual do Polo de Inovação Digital, delineando os requisitos essenciais para o seu desenvolvimento e a sua implementação eficaz. Na sequência, o processo de desenvolvimento do modelo conceitual do Polo de Inovação Digital é caracterizado por uma abordagem iterativa. Esta etapa é fundamental para permitir o aprimoramento contínuo da solução proposta, mediante feedback regular e avaliações iniciais. Tal flexibilidade é vital para garantir que o artefacto final esteja alinhado com as exigências dinâmicas tanto do setor industrial quanto das comunidades beneficiadas.

Posteriormente, a fase de demonstração, inerente à metodologia DSR, facilita a validação prática do artefacto, seja em um contexto real ou simulado. Esta etapa assegura que a solução proposta seja não apenas funcional, mas também efetiva em atender às necessidades identificadas. A avaliação do modelo, empregando métodos adequados, reafirma sua eficácia em cumprir os objetivos delineados, oferecendo uma solução concreta e viável para os desafios reconhecidos. Essa interação entre teoria e prática é crucial, não apenas para a relevância e êxito do projeto, mas também para impulsionar o progresso do conhecimento no campo da inovação digital voltada para o desenvolvimento económico local.

Dessa forma, a escolha pela metodologia DSR evidencia o empenho do investigador em desenvolver soluções práticas e inovadoras, capazes de induzir a transformação no setor da rocha ornamental e beneficiar a comunidade local. O rigor e a sistematização oferecidos pelo DSR fornecem uma estrutura sólida para a elaboração de um modelo que não apenas responde aos desafios contemporâneos, mas também pode ser replicado como um paradigma de inovação e desenvolvimento sustentável em outras regiões e segmentos.

5.1 Fase Metodológica 1- Requisitos de um modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local

Na metodologia *Design Science Research*, a fase de definição de requisitos é essencial para orientar o desenvolvimento de soluções que atendam às necessidades identificadas. Quando aplicada à criação de um DIH@EL, sob a perspectiva dos ecossistemas de serviços, esta fase exige um entendimento profundo dos diversos atores, suas interações, e como eles cocriam valor.

Ao abordar a concepção de um Polo de Inovação Digital destinado a dinamizar a Economia Local focada na indústria da rocha ornamental, sob a ótica da S-D Logic, enfatiza-se a importância da cocriação de valor, do intercâmbio de serviços e do papel central dos recursos intangíveis como conhecimento e habilidades. A S-D Logic, com sua ênfase na interação e no valor gerado conjuntamente entre os participantes, oferece um quadro valioso para o desenvolvimento de um Polo de Inovação Digital que não apenas apoie a inovação tecnológica, mas também fomente a integração e colaboração entre os diversos *Stakeholders*. Os requisitos para o desenvolver e implementar eficazmente, sob esta perspectiva (Anexos, tabela 1), incluem:

Cocriação de Valor

- Plataformas de Colaboração (R. Lusch & Nambisan, 2015): Desenvolver e fornecer plataformas digitais que facilitem a colaboração, o compartilhamento de conhecimento e a cocriação de valor entre empresas, pesquisadores e a comunidade local.
- Iniciativas de Inovação Aberta (Cappa et al., 2019): Promover programas de inovação aberta que incentivem a participação de todos os *Stakeholders* na geração de soluções inovadoras, adaptadas às necessidades da indústria da rocha ornamental.

Foco em Recursos Operantes

- Desenvolvimento de Competências (Sklyar et al., 2019): Fornecer formação e capacitação focadas no aumento das competências digitais e inovadoras da força de trabalho local, reconhecendo o conhecimento e as habilidades como recursos centrais.

- Gestão do Conhecimento (Stephen L. Vargo et al., 2024): Implementar sistemas de gestão do conhecimento que capturem, organizem e disseminem informações e práticas inovadoras dentro do Ecossistema do Polo de Inovação Digital.

Orientação para o Ecossistema

- Redes de Parcerias (Wieland et al., 2017): Estabelecer e manter uma rede dinâmica de parceiros, incluindo empresas, instituições de ensino, centros de pesquisa e governo, para apoiar um ecossistema de inovação integrado.
- Sustentabilidade e Governabilidade do Ecossistema (S. Vargo & Lusch, 2016a): Desenvolver estratégias que assegurem a sustentabilidade do Ecossistema de inovação a longo prazo, incluindo modelos de negócios inovadores que apoiem a viabilidade econômica do Polo de Inovação Digital.

Comprometimento e Participação da Comunidade

- Inclusão Comunitária (Stephen L. Vargo et al., 2023): Assegurar que o Polo de Inovação Digital seja acessível e relevante para a comunidade local, promovendo a inclusão digital e o empoderamento através da participação ativa no Ecossistema de inovação.
- Comunicação Eficaz (S. Vargo & Lusch, 2016b): Estabelecer canais de comunicação eficazes que permitam o fluxo contínuo de informações entre o Polo de Inovação Digital e seus *Stakeholders*, promovendo transparência e construindo confiança.

Adaptabilidade e Resiliência

- Flexibilidade Operacional (Demirkan & Spohrer, 2018): Garantir que o Polo de Inovação Digital possua a capacidade de se adaptar rapidamente às mudanças tecnológicas e às dinâmicas do mercado, apoiando a resiliência da indústria da rocha ornamental.
- Incentivo à Inovação Contínua (Ho et al., 2020): Criar um ambiente que estimule a experimentação e a aprendizagem contínuo, assegurando que o Polo de Inovação Digital permaneça na vanguarda da inovação tecnológica e de negócios.

Adotando a *S-D Logic* como base para a estruturação de um Polo de Inovação Digital, enfatiza-se a criação de um ambiente colaborativo e adaptativo que não apenas suporte a transformação digital da indústria da pedra natural (I. Frazao, 2019), mas também que promova o desenvolvimento económico e social sustentável da região.

5.2 Fase Metodológica 2- Desenvolvimento de um modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local

Seguindo a metodologia *Design Science Research*, a fase de desenvolvimento é crítica, pois é onde a solução proposta é efetivamente projetada e construída (Peffer et al., 2007). No contexto de desenvolver um Polo de Inovação Digital para a Economia Local, considerando a perspectiva dos Ecossistemas de serviços, esta fase envolve a aplicação de insights obtidos da análise de requisitos para criar uma infraestrutura que facilite a cocriação de valor e inovação entre diversos atores do Ecossistema.

O desenvolvimento de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local, especialmente voltado para a indústria da rocha ornamental na região da Serra de Aire e Candeeiros, sob a perspectiva *S-D Logic*, requer um enfoque na cocriação de valor, interações baseadas em recursos intangíveis como conhecimento e habilidades, e uma forte orientação para o Ecossistema de inovação. Tal como se demonstrou na secção anterior, a revisão da literatura sobre *S-D Logic* fornece um *framework* robusto para conceber um Polo de Inovação Digital que não apenas integre tecnologia e inovação, mas também cultive uma comunidade de prática colaborativa, promovendo o desenvolvimento económico e social sustentável.

5.2.1 Identificação e Angariação de *Stakeholders*

O processo de identificação e comprometimento dos *Stakeholders* é crítico para o sucesso de um Polo de Inovação Digital, especialmente quando focado na Economia Local e na fileira da pedra Natural.

Este processo inicia com um mapeamento abrangente que reconhece a diversidade e a riqueza de perspectivas e recursos que cada *stakeholder* traz para o ecossistema de inovação. Análise de *Stakeholders*: Realizar uma análise detalhada para identificar todos os potenciais *Stakeholders*, incluindo, mas não limitado a proprietários de pedreiras, fabricantes, designers, académicos, estudantes, organizações governamentais,

investidores, e representantes da comunidade local. Essa análise deve considerar níveis de influência, interesse e expectativas de cada grupo em relação ao Polo de Inovação Digital tendo em conta ações como: (1) Segmentação de *Stakeholders*; (2) *Workshops* e Sessões de Cocriação; (3) Plataformas de Comunicação Multidirecional; (4) *Feedback* e Avaliação Regular; (5) Relatórios de Impacto e Contribuição; e, (6) Modelos de Parceria.

5.2.1.1 Criação de Plataformas de Colaboração para Catalisar a Inovação e a Cocriação

Desenvolver plataformas digitais e físicas que facilitem a interação e a cocriação entre os participantes. Estas plataformas servirão como pontos de encontro para a troca de conhecimento, desenvolvimento de competências e geração de inovações, sustentadas por tecnologias de ponta como *IoT*, *Big Data*, e inteligência artificial.

Para efetivamente catalisar a inovação e a cocriação de valor dentro do Ecossistema do Polo de Inovação Digital é essencial aprimorar o desenvolvimento de plataformas de colaboração, tanto digitais quanto físicas. Essas plataformas não só facilitam a interação entre os participantes, mas também servem como incubadoras para a troca de ideias, desenvolvimento de habilidades e a geração de inovações disruptivas:

1. **Integração de Tecnologias Avançadas:** Incorporar tecnologias de ponta, como Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (*IoT*) e análise de *Big Data*, para criar plataformas digitais intuitivas e poderosas. Isso inclui sistemas de recomendação baseados em IA para conectar participantes com interesses complementares, plataformas de *IoT* para projetos de inovação colaborativa e ferramentas de análise de *Big Data* para identificar tendências e oportunidades de inovação.
2. **Ambientes Virtuais de Cocriação:** Implementar espaços virtuais de trabalho colaborativo, onde os participantes podem codesenvolver projetos, protótipos e soluções inovadoras. Estes ambientes devem oferecer ferramentas de design, simulação e modelagem acessíveis, permitindo a colaboração em tempo real entre os membros do ecossistema.
3. **Centros de Inovação e *Coworking*:** Estabelecer espaços físicos multifuncionais que sirvam tanto como centros de inovação quanto de *coworking*, equipados com laboratórios, oficinas e áreas de trabalho compartilhado. Estes espaços devem ser

desenhados para promover a interação face-a-face, troca de conhecimentos e o desenvolvimento conjunto de ideias.

4. **Eventos e Workshops:** Organizar regularmente eventos presenciais, como *hackathons*, workshops de inovação, e encontros de *networking*, nos espaços físicos dos níveis de influência, interesse e expectativas. Esses eventos são vitais para fomentar uma comunidade de prática, permitindo que os participantes se inspirem mutuamente e explorem sinergias potenciais.
5. **Híbrido de Eventos e Atividades:** Promover uma integração fluida entre as plataformas digitais e os espaços físicos, garantindo que eventos, workshops e sessões de cocriação, acessíveis tanto presencialmente quanto virtualmente. Isso assegura uma inclusão mais ampla, permitindo a participação de membros que estejam geograficamente distantes.
6. **Sistemas de *Feedback* Integrados:** Implementar mecanismos de *feedback* contínuo nas plataformas digitais e nos espaços físicos, permitindo que os participantes compartilhem *insights*, avaliem as atividades e sugiram melhorias. Isso não só aumenta a eficácia das plataformas de colaboração, mas também as mantém evoluindo de acordo com as necessidades do Ecossistema.
7. **Políticas de Governança Colaborativa:** Desenvolver e implementar políticas claras de governança para as plataformas de colaboração, enfatizando a importância da transparência, do respeito mútuo e da equidade no compartilhamento de ideias e recursos. Isso cria um ambiente confiável e seguro, incentivando uma participação mais ativa e aberta.

5.2.1.2 *Programas de Capacitação e Desenvolvimento de Competências*

Para efetivamente potencializar a inovação dentro do ecossistema do Polo de Inovação Digital focado na indústria da rocha ornamental e na Economia Local, é crucial desenvolver programas de capacitação e desenvolvimento de competências que sejam não apenas abrangentes, mas profundamente integrados às necessidades e potenciais dos participantes.

1. **Avaliação de Necessidades e Competências:** Antes de implementar programas de capacitação, conduzir uma avaliação detalhada das necessidades e competências

existentes entre os participantes. Isso permite a criação de itinerários de aprendizagem personalizados, maximizando a relevância e eficácia do treinamento.

2. Itinerários de Aprendizagem Flexíveis: Desenvolver itinerários de aprendizagem modulares que permitam aos participantes personalizar o seu percurso educacional com base nos seus interesses, nível de habilidade e objetivos profissionais. Isso inclui opções de autoaprendizagem, mentorias, *workshops* práticos e cursos *online*.
3. Formação e treino em Ferramentas Digitais Avançadas: Oferecer treinamentos práticos em tecnologias emergentes relevantes para a indústria da rocha ornamental, como modelagem 3D, simulação digital, realidade aumentada, e gestão de dados. Isso equipa os participantes com as habilidades necessárias para navegar e liderar na transformação digital da indústria.
4. Cultura de Inovação e Pensamento Crítico: Integrar módulos que fomentem o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de inovação. Encorajar a experimentação e a aprendizagem a partir do fracasso, essenciais para impulsionar uma cultura de inovação sustentável.
5. Programas Inclusivos: Garantir que os programas sejam projetados para serem inclusivos, considerando diversas faixas etárias, backgrounds educacionais e habilidades. Isso pode incluir o uso de tecnologia assistiva, materiais de treino/formação em vários formatos e linguagens e suporte individualizado para participantes com necessidades especiais.
6. Acessibilidade Financeira e Geográfica: Oferecer bolsas, subsídios ou outros mecanismos de suporte financeiro para garantir que custos não sejam uma barreira à participação. Utilizar plataformas *online* e tecnologias de comunicação para alcançar participantes em regiões remotas ou com mobilidade reduzida.
7. Mentorias e *Networking*: Estabelecer programas de mentorias que conectem aprendizes com profissionais experientes e especialistas da indústria. Organizar eventos de *networking* e construção de comunidades para facilitar a troca de conhecimentos e experiências entre participantes, reforçando laços profissionais e colaborativos.

8. Parcerias com Instituições Educacionais e Empresas: Formar parcerias estratégicas com universidades, institutos técnicos e empresas para oferecer estágios, acesso a tecnologias de ponta e oportunidades de emprego. Isso não só enriquece os programas de capacitação, mas também facilita a transição dos participantes para o mercado de trabalho.

Ao implementar estas estratégias, os programas de capacitação e desenvolvimento de competências do Polo de Inovação Digital podem-se tornar catalisadores poderosos para o empoderamento dos participantes, garantindo que todos, independentemente de seu ponto de partida, possam contribuir para e se beneficiar do ecossistema de inovação, fortalecendo assim a indústria da rocha ornamental e a Economia Local de maneira inclusiva e sustentável.

5.2.1.3 Iniciativas de Inovação Aberta

Promover desafios de inovação aberta que incentivem a cocriação de soluções tecnológicas para problemas identificados. Estas iniciativas devem ser suportadas por mentorias, *workshops*, e acesso a ferramentas e tecnologias, facilitando a prototipagem rápida e o desenvolvimento de produtos viáveis.

As iniciativas de inovação aberta são fundamentais para estimular a criatividade, fomentar a colaboração e acelerar o desenvolvimento de soluções inovadoras dentro do ecossistema do Polo de Inovação Digital. Para maximizar o impacto dessas iniciativas e promover efetivamente a cocriação entre os participantes, é crucial implementar estratégias bem estruturadas que abranjam desde a conceção de desafios até o suporte contínuo aos projetos emergentes:

1. Identificação de Desafios Relevantes: Trabalhar em estreita colaboração com *Stakeholders* da indústria da rocha ornamental e da comunidade local para identificar desafios reais que necessitam de soluções inovadoras. Isso garante que os temas dos desafios e *hackathons* sejam pertinentes e tenham o potencial de gerar impacto significativo.
2. Parcerias Estratégicas: Estabelecer parcerias com empresas de tecnologia, universidades e organizações de inovação para ampliar os recursos disponíveis, como ferramentas de desenvolvimento avançado, plataformas de prototipagem e

laboratórios. Essas parcerias podem também proporcionar prêmios, como incubação de projetos ou financiamento inicial para as ideias vencedoras.

3. *Workshops* de Capacitação: Organizar *workshops* pré-evento focados em metodologias de *design thinking*, prototipagem rápida e desenvolvimento ágil para preparar os participantes, garantindo que eles possuam as habilidades necessárias para transformar ideias em protótipos viáveis durante os eventos.
4. Mentorias e Suporte Técnico: Disponibilizar um time de mentores e especialistas técnicos durante os eventos para oferecer orientação personalizada, suporte técnico e feedback construtivo. Isso acelera o processo de desenvolvimento e aumenta a qualidade e viabilidade das soluções propostas.
5. Plataformas e Recursos Digitais: Garantir que os participantes tenham acesso a softwares de design, plataformas de desenvolvimento e tecnologias emergentes. Isso pode incluir acesso a software de CAD para modelagem, plataformas de desenvolvimento de aplicativos e kits de desenvolvimento para *IoT*.
6. Laboratórios e Espaços de Fabricação: Fornecer acesso a espaços físicos equipados com ferramentas para prototipagem e fabricação, como impressoras 3D, cortadoras a laser e equipamentos de eletrônica. Esses espaços permitem que os participantes materializem suas ideias em protótipos funcionais.
7. Programas de Incubação e Aceleração: Estabelecer programas que ofereçam suporte contínuo às ideias mais promissoras originadas nos eventos de inovação aberta. Isso inclui mentorias especializadas, suporte ao desenvolvimento de negócios, acesso a redes de investidores e assistência na comercialização de produtos.
8. Plataformas de Colaboração Contínua: Criar canais onde os participantes possam continuar colaborando após os eventos. Isso pode ser facilitado através de fóruns online, plataformas de gerenciamento de projetos e redes sociais dedicadas, mantendo a comunidade comprometida e incentivando a evolução contínua das soluções desenvolvidas.

Com estas estratégias, o Polo de Inovação Digital pode não apenas estimular a criação de soluções inovadoras para os desafios da indústria da rocha ornamental, mas também fortalecer o tecido de inovação local, promovendo uma cultura de colaboração, experimentação e desenvolvimento contínuo.

5.2.1.4 Desenvolvimento e Implementação de Modelos de Negócios Inovadores

Criar modelos de negócios que suportem a sustentabilidade e a viabilidade econômica do Polo de Inovação Digital, enquanto promovem a cocriação de valor. Isso pode incluir modelos de assinatura para serviços do *hub*, parcerias público-privadas, e iniciativas de crowdfunding para projetos específicos.

Ao abordar o desenvolvimento e implementação de modelos de negócios inovadores para o Polo de Inovação Digital, especialmente através da lente da *S-D Logic*, enfatizamos a cocriação de valor e a integração de recursos como elementos centrais. Nessa abordagem, modelos de negócios não são apenas estruturas para geração de receita, mas plataformas para colaboração e inovação contínua entre todos os *Stakeholders*.

1. Plataformas de Serviços Integrados: Desenvolver plataformas que ofereçam uma variedade de serviços integrados, desde acesso a tecnologias e ferramentas de prototipagem até mentorias e espaços de *coworking*. Esses serviços devem ser desenhados para facilitar a interação entre usuários, promovendo a troca de conhecimentos e a cocriação de projetos inovadores.
2. Modelos de Assinatura Flexíveis: Implementar modelos de assinatura que permitam aos utilizadores personalizar os seus pacotes de serviços de acordo com as suas necessidades específicas. Isso inclui opções modulares que variam desde acesso básico a ferramentas digitais até pacotes *premium* com suporte especializado e recursos avançados.
3. Colaborações Público-Privadas: Estabelecer parcerias estratégicas com o setor público, instituições acadêmicas e empresas privadas. Essas colaborações podem fornecer suporte financeiro, tecnológico e acadêmico, além de abrir caminhos para projetos de pesquisa e desenvolvimento conjuntos, fortalecendo o ecossistema de inovação.
4. Alianças com *Startups* e Inovadores: Criar programas específicos para apoiar *startups* e inovadores individuais, oferecendo não apenas espaço físico e recursos, mas também acesso a uma rede de mentores, investidores e potenciais clientes. Isso estimula um ambiente de inovação dinâmico e propicia o surgimento de novas soluções e empresas.

5. Plataformas de *Crowdfunding*: Lançar campanhas de financiamento coletivo para projetos específicos desenvolvidos dentro do Polo de Inovação Digital, envolvendo a comunidade mais ampla no suporte a inovações locais. Isso não só proporciona uma fonte alternativa de financiamento, mas também aumenta o Comprometimento comunitário e a validação do mercado para novos produtos ou serviços.
6. Programas de Membros e Patrocinadores: Desenvolver programas que permitam a indivíduos e empresas tornarem-se membros ou patrocinadores do Polo de Inovação Digital, contribuindo financeiramente e recebendo em troca benefícios exclusivos, como acesso antecipado a inovações ou oportunidades de colaboração em pesquisa e desenvolvimento.
7. Sistemas de Troca de Conhecimento: Promover sistemas onde os participantes podem oferecer e receber conhecimentos específicos, habilidades ou recursos, como consultoria técnica, treinamento em ferramentas digitais ou acesso a dados de pesquisa. Isso incentiva uma cultura de aprendizagem mútua e apoio contínuo dentro do Ecossistema.
8. Incentivos Baseados em Contribuição: Implementar sistemas de recompensas ou incentivos para participantes que ativamente contribuem para o Polo de Inovação Digital, seja através de participação em projetos colaborativos, oferta de mentorias ou condução de *workshops*. Esses incentivos podem variar desde reconhecimento público até benefícios tangíveis dentro do *hub*.

Ao integrar estas estratégias sob a perspectiva da *S-D Logic*, o Polo de Inovação Digital pode criar um modelo de negócios robusto que não apenas garanta sua sustentabilidade e viabilidade econômica, mas também promova ativamente a cocriação de valor e a inovação colaborativa, beneficiando toda a comunidade e fortalecendo o Ecossistema de inovação local.

5.2.1.5 Estratégias de Sustentabilidade e Impacto a Longo Prazo

Desenvolver estratégias que assegurem a resiliência e a sustentabilidade do Polo de Inovação Digital e do ecossistema de inovação a longo prazo. Isso inclui a constante avaliação de impacto, a adaptação a mudanças tecnológicas e de mercado, e a promoção de práticas sustentáveis dentro da indústria da rocha ornamental.

Adotando a S-D Logic como fundamento, as estratégias de sustentabilidade e impacto a longo prazo para um Polo de Inovação Digital focado na Economia Local e na indústria da rocha ornamental exigem um enfoque na cocriação de valor, na gestão adaptativa de recursos e na integração profunda com o ecossistema de inovação. A S-D Logic, com sua ênfase na troca de serviços e na centralidade dos recursos intangíveis como conhecimento e competências, orienta o desenvolvimento de abordagens dinâmicas e sustentáveis:

1. **Sistemas de Monitorização e Avaliação:** Implementar sistemas robustos de monitoramento e avaliação para medir continuamente o impacto das atividades do Polo de Inovação Digital na Economia Local e na indústria da rocha ornamental. Isso inclui indicadores de sustentabilidade, inovação e desenvolvimento económico, ajustando estratégias em tempo real para maximizar a eficácia.
2. **Feedback dos *Stakeholders* como Ferramenta de Adaptação:** Cultivar um processo de feedback contínuo com todos os *Stakeholders*, utilizando essas informações para adaptar e refinar estratégias. Isso assegura que o Polo de Inovação Digital permaneça alinhado com as necessidades do ecossistema e responda de forma proativa às mudanças tecnológicas e de mercado.
3. **Incorporação de Princípios de Economia Circular:** Promover princípios de economia circular na indústria da rocha ornamental, incentivando a reutilização de recursos, a redução de desperdício e a inovação em processos sustentáveis. Isso pode ser alcançado através de *workshops*, programas de conscientização e parcerias estratégicas.
4. **Programas de Responsabilidade Social Corporativa (RSC):** Encorajar e apoiar iniciativas de RSC entre empresas do ecossistema, focando em projetos que beneficiem a comunidade local, como melhorias em infraestrutura, educação e saúde. Essas iniciativas reforçam o compromisso social do Polo de Inovação Digital e de seus parceiros.
5. **Observatório de Tecnologia e Tendências:** Estabelecer um observatório dedicado à análise contínua de tendências tecnológicas emergentes e suas aplicações potenciais na indústria da rocha ornamental. Isso permite que o Polo de Inovação Digital antecipe mudanças e prepare sua comunidade através de programas de capacitação e atualização tecnológica.

6. Laboratórios de Inovação e Prototipagem: Criar espaços dentro do Polo de Inovação Digital para experimentação e prototipagem, equipados com as mais recentes tecnologias. Esses laboratórios funcionam como catalisadores para a inovação sustentável, permitindo o desenvolvimento rápido de soluções adaptadas às novas demandas do mercado.
7. Diversificação de Fontes de Financiamento: Explorar e diversificar as fontes de financiamento para o Polo de Inovação Digital, incluindo fundos públicos, investimento privado, parcerias internacionais e programas de subsídios. Uma base financeira sólida e diversificada contribui para a resiliência a longo prazo.
8. Fortalecimento da Comunidade e Redes de Suporte: Desenvolver programas que fortaleçam a coesão social e económica da comunidade local, apoiando a criação de redes de suporte mutuo entre pequenas empresas, *startups* e profissionais. Isso não apenas promove a resiliência local, mas também fomenta um ambiente de colaboração e inovação aberta.

Adotando uma abordagem alinhada à S-D Logic, o Polo de Inovação Digital pode desenvolver estratégias que não somente assegurem sua sustentabilidade e resiliência a longo prazo, mas também promovam um impacto positivo contínuo no Ecossistema de inovação, com impacto significativo na Economia Local, nomeadamente na fileira da Pedra natural.

5.2.1.6 Comunicação e Divulgação

Estabelecer canais de comunicação eficazes para divulgar as atividades, sucessos e oportunidades oferecidas pelo Polo de Inovação Digital. Uma estratégia de comunicação robusta aumentará a visibilidade do *hub*, incentivará a participação da comunidade e atrairá novos parceiros e investidores.

Sob a lente S-D Logic, a comunicação e divulgação eficazes do Polo de Inovação Digital focam-se na criação e compartilhamento de valor através da interação contínua com todos os *Stakeholders*. Este enfoque não promove apenas a visibilidade do Polo de Inovação Digital, mas também fomenta um ambiente colaborativo, reforçando a importância da cocriação de valor e do intercâmbio de conhecimentos:

1. Narrativas de Cocriação de Valor: Desenvolver histórias e casos de sucesso que destacam a cocriação de valor entre o Polo de Inovação Digital e seus *Stakeholders*, incluindo empresas, acadêmicos, e a comunidade local. Estas narrativas devem ser compartilhadas através de múltiplos canais, ilustrando como a colaboração leva a inovações significativas e impacto social.
2. Plataformas de Comunicação Multidirecionais: Utilizar uma variedade de plataformas — digitais e físicas — para garantir que a comunicação seja acessível a todos os participantes do ecossistema. Isso inclui redes sociais, *webinars*, *newsletters*, e eventos comunitários, cada um adaptado para atender às preferências de diferentes grupos.
3. Fóruns de Comprometimento e Feedback: Estabelecer fóruns *online* e encontros presenciais que permitam a participação ativa da comunidade no processo de inovação. Esses espaços devem ser projetados para facilitar a troca de ideias, oferecer feedback sobre projetos e discutir futuras direções para o Polo de Inovação Digital.
4. Programas de Embaixadores: Criar um programa de embaixadores formado por membros ativos do ecossistema do Polo de Inovação Digital, que possam representar e promover o *Hub* em diferentes contextos, como conferências, escolas, e outros eventos. Isso ajuda a ampliar o alcance e fortalecer a rede de contatos do Polo de Inovação Digital.
5. Materiais de Comunicação Personalizados: Desenvolver materiais de comunicação direcionados para potenciais parceiros e investidores, destacando oportunidades de colaboração, casos de sucesso e o potencial de retorno sobre investimento. Isso inclui apresentações, relatórios de impacto e pacotes de patrocínio.
6. Eventos de *Networking* e Parceria: Organizar eventos específicos para *networking*, voltados para o Comprometimento com potenciais parceiros, investidores e *startups*. Esses eventos devem facilitar o diálogo direto, apresentar oportunidades de colaboração e explorar sinergias entre diferentes atores do Ecossistema.
7. Análise de Dados para Compreensão de Audiência: Implementar análises de dados para melhor entender as preferências e comportamentos da audiência. Isso

permite a personalização da comunicação, assegurando que as mensagens sejam relevantes para diferentes segmentos do público. *Feedback* Contínuo para Melhoria da Comunicação: Estabelecer mecanismos de coleta de feedback sobre estratégias de comunicação e divulgação, utilizando essas informações para realizar ajustes contínuos. Isso assegura que as iniciativas de comunicação permaneçam efetivas e alinhadas com as necessidades e interesses do Ecossistema.

Ao adotar essas estratégias sob a perspectiva da *S-D Logic*, o Polo de Inovação Digital pode melhorar significativamente sua comunicação e divulgação, não só aumentando sua visibilidade, mas também reforçando a colaboração e a cocriação de valor com todos os *Stakeholders*, fortalecendo assim o Ecossistema de inovação de maneira sustentável e inclusiva.

Com estas valências, o Polo de Inovação Digital para a Economia Local não só abordará as necessidades tecnológicas e inovadoras da fileira da Pedra Natural, mas também fomentará um ambiente colaborativo que valoriza e promove a cocriação de valor entre todos os participantes, contribuindo significativamente para o desenvolvimento económico e social sustentável da região.

5.2.2 Constructos do modelo Polo de Inovação Digital para a Economia Local

Ao conceber um Polo de Inovação Digital para a Economia Local, com especial enfoque na fileira da Pedra Natural e utilizando a perspectiva da *S-D Logic*, é essencial descrever os seus constructos de modo que reflitam os princípios fundamentais *S-D Logic*, focados na cocriação de valor, trocas de serviço e integração de recursos. Esses constructos formam a espinha dorsal do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, orientando sua missão, operações e interações com todos os *Stakeholders* (Anexo, Tabela 2):

Primeiro Construto - Cocriação de Valor

A cocriação de valor é central na SDL e deve ser um constructo fundamental do Polo de Inovação Digital para a Economia Local. Isso implica que o *Hub* não é simplesmente um provedor de recursos ou serviços (R. F. Lusch et al., 2010), mas um facilitador de ambientes onde empresas, academia, governo e comunidade local podem colaborar para gerar soluções inovadoras e valor mútuo (M. Akaka & Vargo, 2015). Para garantir a

cocriação de valor, a implementação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local requiere o desenvolvimento de programas de inovação aberta, espaços de *coworking*, e laboratórios de prototipagem que incentivem a colaboração transdisciplinar e o desenvolvimento conjunto de projetos (Stephen L. Vargo et al., 2023).

Segundo Constructo - Trocas de Serviço e Integração de Recursos

O Polo de Inovação Digital para a Economia Local deve promover uma cultura de troca de serviços, onde o conhecimento, habilidades, tecnologias e outras formas de competências são vistos como serviços que podem ser ofertados e adquiridos dentro do ecossistema (Hietanen et al., 2018). Para garantir a trocas de serviço e integração de recursos acontece, a implementação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local requiere a criação de uma plataforma digital que facilite a partilha de conhecimento e recursos (R. Lusch & Vargo, 2014) entre os participantes, permitindo que indivíduos e organizações ofereçam e solicitem serviços uns dos outros (R. Lusch et al., 2007).

Terceiro Constructo - Sistemas de Recursos Operantes

Na perspectiva SDL, os recursos operantes, principalmente o conhecimento e as capacidades para iniciar ações cocriativas (J. Spohrer et al., 2009), são a principal fonte de vantagem competitiva. O Polo de Inovação Digital para a Economia Local deve, portanto, focar no desenvolvimento e na ampliação desses recursos operantes (Zamiri et al., 2023). Para garantir que existem Sistemas de Recursos Operantes, a implementação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local requiere programas de capacitação e desenvolvimento profissional contínuo (S. Vargo & Lusch, 2016b), que não só melhorem as habilidades digitais e inovadoras da força de trabalho local, mas também cultivem uma mentalidade de aprendizagem e adaptação contínuas.

Quarto Constructo - Relacionamentos e Redes

A construção e manutenção de redes robustas de *Stakeholders* são essenciais para o sucesso do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, facilitando a integração de recursos e a cocriação de valor em uma escala ampliada (Pongsakornrungrungsilp, 2010). Para garantir que existem Relacionamentos e Redes, a implementação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local requiere o estabelecimento de um sistema de gestão de

relacionamentos que não apenas mapeie e gerencie as conexões existentes, mas também identifique e cultive novas parcerias estratégicas (Pata & Silva, 2022).

Quinto Constructo - Orientação para o Ecosistema

Reconhecer o Polo de Inovação Digital para a Economia Local como um elemento integrante de um ecossistema mais amplo de inovação implica em considerar as interdependências e promover o bem-estar coletivo, além do sucesso individual (R. Lusch et al., 2007) (Stephen L. Vargo et al., 2024). Para garantir que a orientação para o ecossistema, a implementação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local requiere o desenvolvimento de estratégias que alinhem os objetivos do Polo de Inovação Digital com as necessidades da Economia Local e da indústria da rocha ornamental (Pongsakornrunsilp, 2010), promovendo práticas sustentáveis e contribuindo para o desenvolvimento económico regional.

Sexto Constructo - Adaptabilidade e Inovação Contínua

A capacidade de se adaptar às mudanças do mercado e às novas tecnologias é crucial. O Polo de Inovação Digital para a Economia Local deve incorporar a flexibilidade e a inovação contínua em seu modelo operacional (Storbacka et al., 2016). Para garantir adaptabilidade e inovação contínua, a implementação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local requiere a criação de um observatório de tendências tecnológicas que possa orientar a adaptação e inovação constantes dos serviços e operações do Polo de Inovação Digital (Mustak & Plé, 2020).

Sétimo Constructo - Transparência e Confiança

A construção de confiança através da transparência nas operações e na cocriação de valor é vital para o Comprometimento e a colaboração efetiva entre os *Stakeholders* que integram o Polo de Inovação Digital para a Economia Local (Remneland Wikhamn & Styhre, 2023). Para garantir transparência e confiança, a implementação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local requiere políticas claras de governança, propriedade intelectual e compartilhamento de benefícios que assegurem justiça e equidade na participação e nos resultados do Ecosistema de inovação (J. Siltaloppi et al., 2016).

Estes constructos, elaborados sob a perspectiva da SDL, fornecem uma estrutura sólida para o desenvolvimento de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local que não só apoie a transformação digital e a inovação na fileira da pedra natural e na Economia Local, mas também promova uma cultura sustentável de cocriação de valor e colaboração.

5.2.3 *Building Blocks* para um Polo de Inovação Digital para a Economia Local

Os "building blocks" ou blocos de construção de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local, sob a perspectiva da *S-D Logic*, fornecem a fundação sobre a qual o *Hub* opera e interage com seu ecossistema (Ghobakhloo, 2018). A SDL, com sua ênfase na cocriação de valor e na interação dinâmica entre os *Stakeholders*, sugere uma abordagem focada na integração e no aproveitamento de recursos operantes (como conhecimento e habilidades) para o benefício mútuo. Ancorados no conceito de *Service Ecosystem* propõem-se os seguintes *building blocks* para um Polo de Inovação Digital para a Economia Local (Anexo, Tabela 3):

Primeiro *Building Block* - Plataformas de Interação e Cocriação

Espaços digitais e físicos projetados para facilitar a colaboração, o compartilhamento de conhecimento e a cocriação de soluções inovadoras entre todos os participantes do ecossistema. Componentes-Chave: Ferramentas colaborativas *online*, espaços de *coworking*, laboratórios de prototipagem e áreas de brainstorming, entre outras.

Segundo *Building Block* - Redes de Conhecimento e Aprendizagem

Estruturas organizadas para promover o intercâmbio de conhecimento, o desenvolvimento profissional contínuo e a aprendizagem mútua dentro da comunidade. Componentes-Chave: Programas de mentorias, *workshops*, cursos de capacitação e eventos temáticos, tais como *think tanks*.

Terceiro *Building Block* - Sistemas de Suporte à Inovação

Conjunto de serviços e ferramentas que suportam o ciclo de vida da inovação, desde a conceção da ideia até a implementação e escalabilidade de soluções. Componentes-Chave: Acesso a tecnologias avançadas (IA, *IoT*, análise de dados), suporte à prototipagem, assistência legal e de patentes, e programas de incubação e aceleração.

Quarto *Building Block* - Modelos de Governança Colaborativa

Estruturas de governança que promovem a participação ativa e o envolvimento equitativo de todos os *Stakeholders* nas decisões e direções do Polo de Inovação Digital para a Economia Local. Componentes-Chave: Conselhos consultivos multidisciplinares, encontros regulares com *Stakeholders*, políticas transparentes de operação e compartilhamento de resultados.

Quinto *Building Block* - Estratégias de Sustentabilidade e Financiamento

Mecanismos financeiros e estratégias operacionais que asseguram a viabilidade a longo prazo do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, promovendo práticas sustentáveis e a geração de valor económico, social e ambiental. Componentes-Chave: Diversificação de fontes de receita, parcerias público-privadas, investimentos em R&D, modelos de negócios baseados em assinaturas e serviços, e iniciativas de *crowdfunding*.

Sexto *Building Block* - Cultura de Inovação Aberta

Promoção de uma cultura organizacional que valorize a transparência, a experimentação, o risco calculado e a aprendizagem contínuo, encorajando a contribuição e a inovação aberta por parte de todos. Componentes-Chave: Políticas de incentivo à inovação, reconhecimento de contribuições, promoção de uma mentalidade de "falhar rápido, aprender rápido", e celebração de sucessos.

Sétimo *Building Block* - Mecanismos de Integração de Mercado

Estratégias e ferramentas para conectar soluções inovadoras desenvolvidas dentro do do Polo de Inovação Digital para a Economia Local com o mercado, facilitando a adoção, a escalabilidade e o impacto económico. Componentes-Chave: Plataformas de *matchmaking* entre *startups* e indústria, eventos de *pitch* para investidores, parcerias de distribuição e comercialização, e redes de contato com clientes potenciais.

Estes ***Building Blocks*** representam a infraestrutura fundamental para o sucesso de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local orientado para a cocriação de valor, criando um ecossistema robusto que valoriza a cocriação de valor, promove o intercâmbio equitativo de serviços e maximiza a utilização de recursos operantes para impulsionar a inovação e o desenvolvimento económico local sustentável. Com estes *Building Blocks*,

a arquitetura do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, enfatiza a importância de criar um ecossistema de inovação que seja colaborativo, adaptável e sustentável, onde o valor é cocriado continuamente através da interação e integração de recursos entre todos os *Stakeholders*. Esta arquitetura aberta e em rede focada na cocriação de valor, promove não apenas o avanço tecnológico e a inovação na Economia Local, mas também um desenvolvimento econômico e social mais inclusivo e sustentável.

5.2.4 Implementação de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local

Um Polo de Inovação Digital para a Economia Local constitui uma estrutura estratégica de estímulo ao crescimento e a inovação das comunidades. O processo de implementação envolve a criação de infraestruturas e a disponibilização de serviços que fomentam a interação, colaboração e desenvolvimento entre diversos *Stakeholders* locais. Sugere-se assim um guia de implementação detalhado para um Polo de Inovação Digital para a Economia Local, abordando componentes cruciais desde o *design* até a integração com políticas públicas (Anexo, Tabela 4):

Design Estrutural e Funcional

Um Polo de Inovação Digital para a Economia Local deve ser abrangente, contemplando não apenas a estética e a funcionalidade física das instalações, mas também a configuração dos serviços digitais a serem oferecidos. Deve por isso considerar:

1. **Flexibilidade:** Espaços adaptáveis que possam ser reconfigurados para diferentes atividades, como *workshops*, encontros de *networking* e apresentações.
2. **Interatividade:** Áreas destinadas à colaboração devem ser desenhadas para promover o intercâmbio de ideias e parcerias, incorporando tecnologia de ponta para facilitar a comunicação e a cooperação.
3. **Acessibilidade:** Garantir que as instalações e plataformas digitais sejam facilmente acessíveis para todos os participantes, independentemente de suas capacidades físicas ou nível de habilidade digital.

Serviços e Experiências para Utilizadores

Um Polo de Inovação Digital para a Economia Local deve oferecer múltiplos serviços e experiências, tais como:

1. Programas de Capacitação: Cursos e workshops que abrangem desde habilidades técnicas específicas até competências empresariais fundamentais.
2. Eventos de *Networking*: Oportunidades regulares para que empresários, investidores e profissionais se conectem e colaborem.
3. Exposições e Feiras: Espaços para que *startups* e empresas locais apresentem seus produtos e serviços a potenciais clientes e parceiros.

Integração com Políticas Públicas

O sucesso de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local depende em grande medida de sua capacidade de se alinhar e integrar nas políticas públicas locais, incluindo:

1. Planejamento Urbano: Harmonizar o design e a localização do *Hub* com os planos de desenvolvimento urbano, garantindo acessibilidade e visibilidade.
2. Educação e Inovação: Estabelecer parcerias com instituições de ensino e centros de pesquisa para desenvolver programas educacionais e de inovação que atendam às necessidades locais.
3. Empreendedorismo: Trabalhar em conjunto com entidades governamentais para criar um ambiente regulatório e fiscal favorável ao empreendedorismo e à inovação.

Avaliação e Feedback Contínuo

A implementação eficaz de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local requer um processo contínuo de avaliação e adaptação:

1. Contínua Recolha de Opiniões de Feedback: Implementar mecanismos para coletar feedback regular dos usuários sobre a eficácia dos serviços e a funcionalidade das instalações.
2. Análise de Dados: Utilizar dados de desempenho e interação para identificar padrões de uso, preferências dos usuários e áreas para melhoria.

Fomento da Responsabilidade Social e Sustentabilidade

Um Polo de Inovação Digital para a Economia Local deve promover não apenas o desenvolvimento económico, mas também a responsabilidade social e a sustentabilidade:

1. Iniciativas Ecológicas: Integrar práticas sustentáveis no *design* e operação do *Hub*, incentivando empresas a adotar abordagens ecológicas.
2. Comprometimento Comunitário: Encorajar projetos que beneficiem a comunidade local, fomentando a inclusão social e o desenvolvimento comunitário.

Este guia, serve para a implementação de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local na perspectiva de se tratar de empreendimento complexo que exige um planeamento cuidadoso, uma execução detalhada e uma revisão contínua. Ao seguir este guia de implementação, um Polo de Inovação Digital para a Economia Local tenderá tornar-se um catalisador poderoso para o crescimento económico, a inovação e a inclusão social nas comunidades locais, alinhando tecnologia, talento e criatividade com as necessidades e objetivos específicos da Serra de Aires e Cadeeiros.

5.3 Fase Metodológica 3- Demonstração

A fase de demonstração na metodologia *Design Science Research* (DSR) é um momento crítico no qual o artefacto desenvolvido — neste caso, um modelo conceitual para um *Polo de Inovação Digital*— é posto à prova em um cenário real ou simulado para evidenciar sua funcionalidade, aplicabilidade e o impacto potencial.

Diante da limitação temporal e física para a realização de uma demonstração concreta de um Polo de Inovação Digital voltado para a Economia Local, nesta etapa específica da metodologia DSR, opta-se pela utilização de um caso de estudo que simula, de maneira digital, a operação de uma unidade de transformação de pedra natural. Este caso de estudo tem como objetivo evidenciar a relevância e os benefícios potenciais que a implementação de um Polo de Inovação Digital efetivo poderia trazer para a região da Serra de Aire e Candeeiros.

Através deste cenário simulado, busca-se ilustrar de forma clara e tangível como as tecnologias digitais e a inovação podem ser aplicadas no contexto específico da indústria de pedra natural, destacando os impactos positivos em termos de eficiência operacional, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento económico local. Pretende-se, assim, oferecer uma visão concreta dos ganhos que um Polo de Inovação Digital real, adequadamente estruturado e implementado, pode propiciar ao território, servindo como

um valioso instrumento de apoio à decisão para *Stakeholders*, incluindo gestores públicos, empreendedores e comunidade científica, sobre a viabilidade e a importância estratégica de avançar com a sua concretização.

5.3.1 Estudo de Caso: Simulação Digital de uma Unidade de Transformação de Pedra Natural

A pedra natural, com sua diversidade e beleza intrínsecas, encontra uma vasta gama de aplicações na indústria da construção, abrangendo desde elementos de mobiliário exterior e interior até revestimentos de paredes, tampos de cozinha e uma variedade de outras utilizações decorativas e funcionais. Este material, valorizado por sua durabilidade e estética, desempenha um papel crucial em projetos que visam a combinação de luxo, tradição e modernidade. No entanto, à luz dos crescentes desafios ambientais e da necessidade urgente de práticas sustentáveis, torna-se imperativo repensar e reorientar os processos de extração, processamento e aplicação da pedra natural.

Numa perspectiva de sustentabilidade, é essencial que os processos envolvidos na manipulação da pedra natural sejam meticulosamente otimizados. Isso implica uma dedicação à redução de desperdícios em todas as etapas, desde a extração até a instalação final nos projetos de construção. A eficiência energética também desempenha um papel crítico, com a adoção de tecnologias e métodos que diminuam o consumo energético por unidade de produto acabado. Esta abordagem não só beneficia o meio ambiente, minimizando o impacto ecológico associado à produção e utilização da pedra natural, mas também oferece vantagens económicas, ao reduzir custos operacionais e aumentar a competitividade no mercado. Adicionalmente, a incorporação de práticas sustentáveis na indústria da pedra natural pode servir como um diferencial de mercado, atendendo à crescente demanda por produtos e serviços que respeitem princípios ecológicos. Assim, ao aliar as qualidades únicas da pedra natural com uma produção responsável e eficiente, a indústria pode não só preservar este recurso valioso para as gerações futuras, mas também reforçar a sua posição como um líder em inovação sustentável na construção.

Dentro da perspectiva de ecossistemas de serviços, a utilização da pedra natural em múltiplas aplicações na indústria da construção — que varia desde mobiliário de exterior e interior até revestimentos e tampos de cozinha — não apenas destaca a versatilidade e a beleza duradoura deste material, mas também coloca em relevo os desafios associados

à sua produção sustentável. A busca por otimizar os processos, reduzindo desperdícios e o consumo energético por unidade produzida, torna-se uma prioridade à luz dos princípios de sustentabilidade. A demonstração do valor entregue ao ecossistema a partir de um *Polo de Inovação Digital*, por meio da ferramenta de simulação *Tecnomatix Plant Simulation* para modelar uma fábrica de produção de tampos de cozinha em pedra, serve como um caso de estudo ilustrativo das potencialidades da transformação digital nesta fileira.

Para tal seguiram-se as seguintes etapas: (1) Avaliação da situação atual da empresa e recolha de dados; (2) *layout* digital de uma unidade virtual, para simulação e otimização dos processos; (3) modelação BIM de produtos a produzir na unidade; (4) simulação, análise e otimização virtual dos processos e *outcomes*; (5) comparação dos resultados obtidos virtualmente com os dados atual no terreno; (6) avaliação dos ganhos potenciais aportados por este serviço prestado pelo Polo de Inovação Digital ao ecossistema local.

5.3.2 Fase 1: Avaliação da situação atual da empresa e recolha de dados

O processo de transformação digital inicia-se com uma análise metódica de uma fábrica ativa no setor de pedra natural, com o objetivo de mapear minuciosamente os processos produtivos atuais. Esta etapa crucial envolve uma visita técnica à instalação, durante a qual são recolhidos dados essenciais para a compreensão do funcionamento da unidade. Informações como o consumo de energia por unidade produzida, a eficiência no uso de matéria-prima por produto finalizado e os índices de produtividade laboral são cuidadosamente registados.

Este levantamento inicial proporciona uma visão clara e objetiva do estado atual dos processos produtivos, servindo como base sólida para o planeamento e implementação de melhorias significativas. Estabelecer este marco inicial, por meio de um diagnóstico preciso e detalhado, é essencial para a medição do progresso e para a avaliação do impacto das intervenções futuras na eficiência e sustentabilidade da produção.

Por motivos de confidencialidade, a identidade da unidade produtiva analisada não é divulgada, assegurando a proteção das informações sensíveis e dos interesses comerciais envolvidos. Este cuidado reforça o compromisso com a ética e a confiança no âmbito deste projeto de transformação

5.3.3 Fase 2: Desenvolvimento e Otimização de Layout Digital para Simulação de Processos Produtivos

Avançando na transformação, e em estreita colaboração com o Polo de Inovação Digital, dá-se início à criação de um *layout* detalhado em CAD para a configuração de uma unidade de produção virtual. Este passo estratégico possibilita a simulação avançada do processo produtivo utilizando a plataforma Siemens PLM Tecnomatix Plant Simulation v.16, proporcionando uma visão antecipada do funcionamento da fábrica antes da implementação de qualquer mudança no ambiente real (Figura 3).

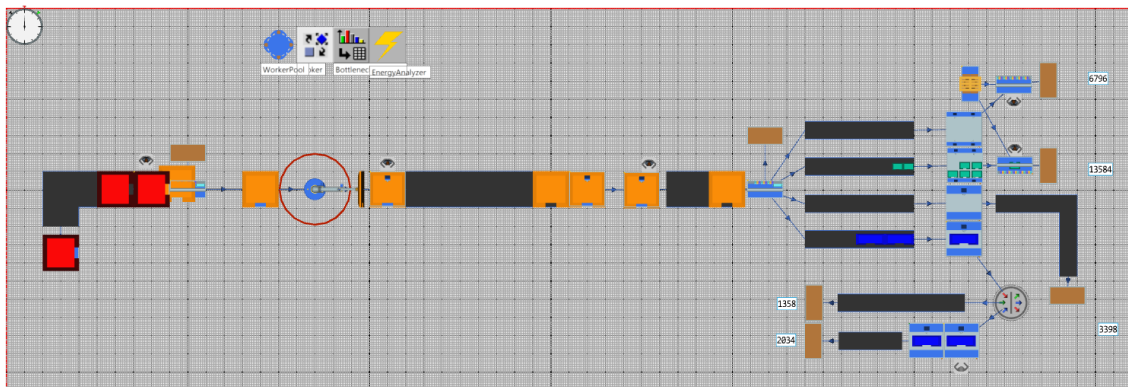


Figura 3. Planta do Processo Produtivo da unidade de produção de tampos de cozinha em pedra natural.

Através desta modelação virtual, abre-se um leque de oportunidades para repensar e reconfigurar os processos produtivos de maneira inovadora. O objetivo é alcançar uma otimização significativa na alocação e utilização de recursos, ao mesmo tempo em que se busca reduzir ao máximo o impacto ambiental associado à produção.

Esta fase de planeamento e simulação digital é fundamental para a identificação prévia de possíveis ineficiências e gargalos operacionais, permitindo a realização de ajustes e melhorias proativas. Assim, maximiza-se a eficiência e sustentabilidade dos processos, garantindo que as intervenções práticas sejam realizadas de maneira informada e estrategicamente planejada, visando o aprimoramento contínuo da produtividade de recursos materiais e humanos assim como a minimização de desperdícios. A Figura 4 ilustra as diferentes fases de fabrico aplicáveis no modelo desta unidade de produção.

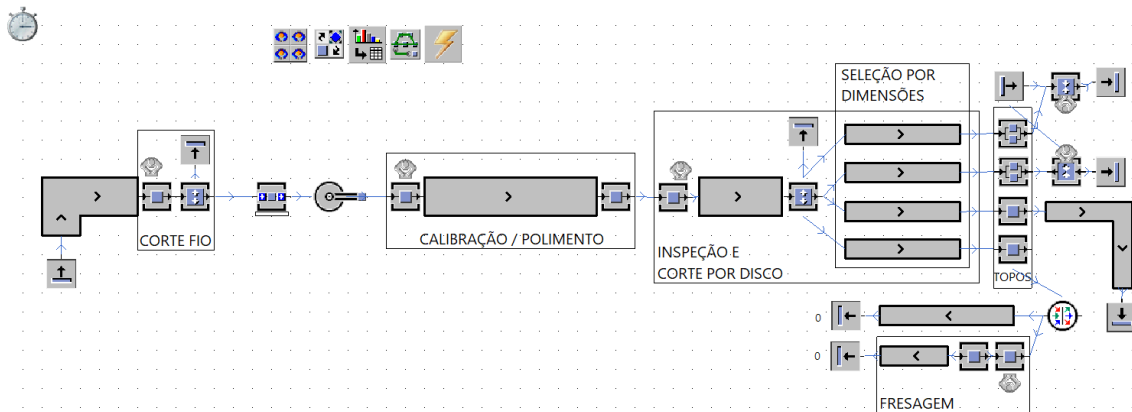


Figura 4. Modelação dos Processos Produtivos em Tecnomatix Plant Simulation

5.3.4 Fase 3: Implementação da Modelação BIM para a Criação de Produtos

Prosseguindo com o intento da transformação digital, a terceira fase envolve a aplicação da tecnologia de Modelação de Informação da Construção (BIM) para o desenho e desenvolvimento dos produtos que serão fabricados na unidade. Esta etapa representa um avanço significativo na precisão e na eficiência do processo de criação, permitindo uma visualização tridimensional detalhada e a integração de informações vitais sobre os produtos.

A implementação da modelação BIM vai além da simples representação gráfica, englobando aspetos relacionados à geometria, às relações espaciais, às quantidades e propriedades de materiais, assim como às estimativas de custo e à gestão do ciclo de vida do produto. Esta abordagem holística permite não apenas a otimização do design e produção, mas também facilita a colaboração entre as diversas equipas envolvidas, desde o planeamento até à execução no chão de fábrica.

Além disso, a modelação BIM oferece uma plataforma robusta para a simulação de desempenho, análise de sustentabilidade e avaliação de impacto ambiental dos produtos, contribuindo para decisões de design mais informadas e sustentáveis. Ao incorporar esta tecnologia na fase de modelação de produtos, a unidade posiciona-se na vanguarda da inovação, assegurando que os produtos não só atendem às exigências de qualidade e funcionalidade, mas também estão alinhados com os princípios de sustentabilidade e eficiência energética.

Esta fase crucial da modelação BIM de produtos a serem produzidos na unidade representa um marco na maximização da eficácia produtiva e na minimização do impacto ambiental, estabelecendo um padrão de excelência e inovação para o setor.

5.3.5 Fase 4: Simulação Avançada e Otimização dos Processos Produtivos e Resultados com *Tecnomatix Plant Simulation*

Na quarta fase do projeto, o foco é colocado na utilização intensiva da plataforma *Tecnomatix* para realizar simulações avançadas, análises detalhadas e otimização dos processos produtivos e dos resultados esperados. Essa etapa capitaliza as capacidades de modelação digital para prever com precisão o desempenho da unidade produtiva, identificando oportunidades de melhoria e ajustes necessários antes da implementação física das mudanças (Figura 5).

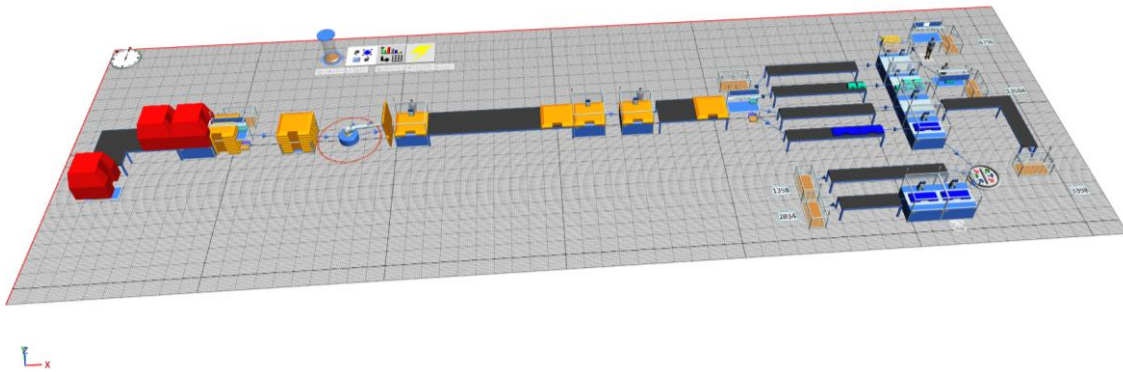


Figura 5. Simulação Avançada, Otimização dos Processos Produtivos e Resultados com Siemens PLM Tecnomatix Plant Simulation v.16

Por meio do *Tecnomatix*, é possível criar ambientes de produção virtualizados altamente detalhados, que replicam com fidelidade as operações reais da fábrica. Esta simulação abrangente permite aos gestores e engenheiros visualizar o fluxo de trabalho, as interações entre máquinas e operadores, e os ciclos de produção em um contexto dinâmico. A capacidade de testar diferentes cenários e configurações operacionais em um ambiente virtual oferece uma base sólida para decisões estratégicas, visando a otimização contínua dos processos.

Além da eficiência operacional, a análise virtual facilitada pelo *Tecnomatix* abrange a avaliação de indicadores críticos de desempenho, incluindo a qualidade dos produtos, o

consumo de recursos, o impacto ambiental e a segurança no trabalho. Essas análises permitem a identificação de gargalos produtivos, ineficiências e potenciais riscos, possibilitando a implementação proativa de soluções que maximizem a produtividade, reduzam custos e assegurem a sustentabilidade ambiental e a segurança.

A otimização dos processos e *outcomes* baseada em simulação avançada confere à equipe um poderoso instrumento de planejamento e gestão, capaz de traduzir em ações concretas os *insights* obtidos virtualmente. Isso não apenas eleva o patamar de eficácia e eficiência da produção, como também contribui para a resiliência e competitividade da unidade no mercado.

Assim, a fase de simulação, análise e otimização virtual dos processos e resultados em *Tecnomatix* é fundamental para a consolidação de uma operação produtiva que se destaque pela excelência operacional, qualidade superior dos produtos e compromisso com a sustentabilidade e inovação.

Fase 5: Comparação dos Resultados Virtuais com Dados Reais no Terreno

Esta fase envolve a cuidadosa comparação entre os resultados obtidos nas simulações avançadas do *Tecnomatix* e os dados operacionais atuais da unidade de produção. A análise detalhada permite avaliar a precisão das simulações e a relevância dos insights gerados virtualmente, destacando as discrepâncias e confirmando as eficácias das soluções propostas. Esta etapa é crucial para validar a aplicabilidade e o impacto das melhorias sugeridas no ambiente de produção real, assegurando que as intervenções digitais propostas se traduzam em melhorias tangíveis e mensuráveis no chão de fábrica.

Fase 6: Avaliação dos Benefícios Potenciais Proporcionados pelo Serviço do Polo de Inovação Digital ao Ecossistema Local

A simulação detalhada e as subseqüentes iterações realizadas no ambiente virtual do *Tecnomatix* revelaram resultados notavelmente positivos: um aumento de 14,5% na capacidade de produção de tampos de cozinha, acompanhado por uma diminuição de 32% no consumo de energia e um incremento de 42% na produtividade. Estes avanços substanciais sublinham o vasto potencial que a digitalização possui para revitalizar de maneira sustentável o setor da pedra natural, alinhando-se com as necessidades atuais por processos produtivos mais ecológicos e eficientes.

Este caso de estudo enfatiza a relevância de adotar estratégias inovadoras e sustentáveis para o futuro da indústria da pedra natural. Por meio da colaboração entre diversos *Stakeholders* - que inclui empresas, fornecedores, clientes e entidades de pesquisa - dentro do *Service Ecosystem*, é viável atingir não apenas uma produção mais eficaz e sustentável, mas também fomentar a inovação e o crescimento económico local. A transformação digital, impulsionada pelo suporte dos Polos de Inovação Digital, se consolida como uma abordagem essencial para este setor, possibilitando não somente a otimização dos recursos e a mitigação dos impactos ambientais, mas também o fomento de um valor agregado distribuído por toda a cadeia produtiva e além.

6 Conclusões

Esta investigação abordou o desafio de alinhar a sustentabilidade ecológica com o desenvolvimento económico na Serra de Aire e Candeeiros. A área, notável pela sua importância ambiental e económica, destaca-se pela predominância múltiplas atividades relacionadas com a pedra calcária. Desta dicotomia, foi identificada a necessidade crítica de equilibrar a preservação ambiental com as atividades económicas relacionadas com a utilização dos recursos pétreos, fundamentais região, visando garantir a sustentabilidade a longo prazo e o bem-estar das comunidades.

Da necessidade de encontrar caminho que pudessem colmatar esta necessidade, múltiplos estudos apontam para o papel potencial das tecnologias digitais como um elemento que facilite a colaboração entre atores, como é o caso dos Polos de Inovação Digital. Surgiu daqui a seguinte questão de investigação: Qual modelo de Polo de Inovação Digital seria ideal para o ecossistema da Serra de Aire e Candeeiros?

Partido deste objetivo principal, a investigação estabeleceu os seguintes objetivos específicos utilizando a metodologia *Design Science Research* (DSR): (1) Definir Requisitos para o Modelo de Polo de Inovação Digital; (2) Desenvolver a Arquitetura do Modelo e um Guia de Implementação; (3) Validar o Modelo através de um Caso de Estudo: A eficácia e a viabilidade do modelo proposto foram comprovadas por meio de um caso de estudo que utilizou a simulação virtual de uma unidade de processamento de pedra natural. A metodologia DSR determina que a fase de definição de requisitos oriente o desenvolvimento de soluções que atendam às necessidades identificadas.

Primeira Etapa Metodológica – Requisitos do Modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local

A metodologia DSR determina que a fase de definição de requisitos oriente o desenvolvimento de soluções que atendam às necessidades identificadas. Assim, suportado na literatura *S-D Logic*, da primeira etapa da metodologia DSR, resultou o seguinte mapa de requisitos: (1) Cocriação de Valor - Plataformas de Colaboração e Iniciativas de Inovação Aberta; (2) Foco em Recursos Operantes - Desenvolvimento de Competências e Gestão do Conhecimento; (3) Orientação para o Ecossistema - Redes de Parcerias e Sustentabilidade e Governabilidade do Ecossistema; (4) Comprometimento e

Empoderamento da Comunidade - Inclusão Comunitária e Comunicação Eficaz; (5) Adaptabilidade e Resiliência - Flexibilidade Operacional e Incentivo à Inovação Contínua.

Segunda Etapa Metodológica – Desenvolvimento do modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local

A segunda fase da metodologia DSR determina o desenvolvimento do modelo empírico para um Polo de Inovação Digital para a Economia Local. Tendo em conta os requisitos estabelecidos na Primeira Etapa Metodológica, suportado na literatura *S-D Logic*, foi desenvolvido o modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local nos seguintes termos:

São parte integrante do Polo de Inovação Digital para a Economia Local as seguintes ações de Identificação e Angariação de *Stakeholders*: (1) Criação de Plataformas de Colaboração para Catalisar a Inovação e a Cocriação; (2) Programas de Capacitação e Desenvolvimento de Competências; (3) Iniciativas de Inovação Aberta; (4) Desenvolvimento e Implementação de Modelos de Negócios Inovadores; (5) Estratégias de Sustentabilidade com Impacto a Longo Prazo; (6) Canais de Comunicação e Divulgação.

Os constructos de um modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local, com especial enfoque na fileira da Pedra Natural foram estabelecidos refletindo os princípios fundamentais *S-D Logic*, focados na cocriação de valor, trocas de serviço e integração de recursos. Esses constructos formam a espinha dorsal do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, orientando sua missão, operações e interações com todos os *Stakeholders*. Assim, são parte integrante do Polo de Inovação Digital para a Economia Local os seguintes constructos: Construto #1 (Cocriação de Valor) - desenvolvimento de programas de inovação aberta, espaços de *coworking*, e laboratórios de prototipagem que incentivem a colaboração transdisciplinar e o desenvolvimento conjunto de projetos; Construto #2 (Trocas de Serviço e Integração de Recursos) - plataforma digital que facilite a partilha de conhecimento e recursos os participantes, permitindo que indivíduos e organizações ofereçam e solicitem serviços uns dos outros; Construto #3 (Sistemas de Recursos Operantes) - programas de capacitação e desenvolvimento profissional contínuo, que não só melhorem as habilidades digitais e inovadoras da força de trabalho

local, mas também cultivem uma mentalidade de aprendizagem e adaptação contínuos; Construto #4 (Relacionamentos e Redes) - sistema de gestão de relacionamentos que não apenas mapeie e gerencie as conexões existentes, mas também identifique e cultive novas parcerias estratégicas; Construto #5 (Orientação para o Ecossistema) - desenvolvimento de estratégias que alinhem os objetivos do Polo de Inovação Digital com as necessidades da Economia Local e da indústria da rocha ornamental, promovendo práticas sustentáveis e contribuindo para o desenvolvimento económico regional; Construto #6 (Adaptabilidade e Inovação Contínua) - criação de um observatório de tendências tecnológicas que possa orientar a adaptação e inovação constantes dos serviços e operações do *Polo de Inovação Digital*; e Constructo #7 (Transparência e Confiança) - políticas claras de governança, propriedade intelectual e compartilhamento de benefícios que assegurem justiça e equidade na participação e nos resultados do ecossistema de inovação.

Estes constructos foram elaborados sob a perspetiva da SDL, fornecendo uma estrutura sólida ao Polo de Inovação Digital focado na Economia Local para apoiar a transformação digital, a inovação na fileira da pedra natural, na Economia Local, e uma cultura sustentável de cocriação de valor e colaboração.

Os *building blocks* de um modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local, com especial enfoque na fileira da Pedra Natural foram estabelecidos refletindo os princípios fundamentais *S-D Logic*. A *S-D Logic*, com sua ênfase nos *Service Ecosystems*, sugere uma abordagem focada na institucionalização do ecossistema, como forma de coordenação, integração e aproveitamento de recursos operantes (como conhecimento e habilidades) para o benefício mútuo. Assim, são parte integrante do DIH@ os seguintes *building blocks*: *Building Block #1* (Plataformas de Interação e Cocriação) - espaços digitais e físicos projetados para facilitar a colaboração, o compartilhamento de conhecimento e a cocriação de soluções inovadoras entre todos os participantes do ecossistema; *Building Block #2* (Redes de Conhecimento e Aprendizagem) - estruturas organizadas para promover o intercâmbio de conhecimento, o desenvolvimento profissional contínuo e a aprendizagem mútua dentro da comunidade; *Building Block #3* (Sistemas de Suporte à Inovação) - serviços e ferramentas que suportam o ciclo de vida da inovação, desde a conceção da ideia até a implementação e escalabilidade de soluções;

Building Block #4 (Modelos de Governança Colaborativa) - estruturas de governança que promovem a participação ativa e o envolvimento equitativo de todos os *Stakeholders* nas decisões e direções do Polo de Inovação Digital para a Economia Local; *Building Block #5* (Estratégias de Sustentabilidade e Financiamento) - mecanismos financeiros e estratégias operacionais que asseguram a viabilidade a longo prazo do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, promovendo práticas sustentáveis e a geração de valor económico, social e ambiental; *Building Block #6* (Cultura de Inovação Aberta) - promoção de uma cultura organizacional que valorize a transparência, a experimentação, o risco calculado e a aprendizagem contínuo, encorajando a contribuição e a inovação aberta por parte de todos; e *Building Block #6* (Mecanismos de Integração de Mercado) - estratégias e ferramentas para conectar soluções inovadoras desenvolvidas dentro do Polo de Inovação Digital para a Economia Local com o mercado, facilitando a adoção, a escalabilidade e o impacto económico.

Estes *Building Blocks* representam a infraestrutura fundamental do Polo de Inovação Digital para a Economia Local orientado para a cocriação de valor, criando um ecossistema robusto que valoriza a cocriação de valor, promove o intercâmbio equitativo de serviços e maximiza a utilização de recursos operantes para impulsionar a inovação e o desenvolvimento económico local sustentável. Com estes *Building Blocks*, a arquitetura do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, enfatiza a importância de criar um ecossistema de inovação que seja colaborativo, adaptável e sustentável, onde o valor é cocriado continuamente através da interação e integração de recursos entre todos os *Stakeholders*. Esta arquitetura aberta e em rede focada na cocriação de valor, promove não apenas o avanço tecnológico e a inovação na Economia Local, mas também um desenvolvimento económico e social mais inclusivo e sustentável.

Estes Blocos Fundamentais definem a estrutura essencial do *Hub* de Inovação Digital para Economia Local, focando na cocriação contínua de valor. Este modelo cria um ecossistema robusto que não só encoraja a cocriação de valor, mas também fomenta a troca justa de serviços e otimiza o uso de recursos disponíveis para impulsionar inovação e crescimento económico local de maneira sustentável.

Foi desenvolvido o processo de implementação de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local, desde a criação de infraestruturas e a disponibilização de serviços que

fomentam a interação, colaboração e desenvolvimento entre diversos *Stakeholders* locais. Neste sentido, foi elaborado um guia de implementação o qual é parte integrante do Polo de Inovação Digital para a Economia Local abordando componentes cruciais desde o *design* até a integração com políticas públicas: (1) o Design Estrutural e Funcional deve garantir Flexibilidade (espaços adaptáveis que possam ser reconfigurados para diferentes atividades, como workshops, encontros de *networking* e apresentações), Interatividade (áreas destinadas à colaboração devem ser desenhadas para promover o intercâmbio de ideias e parcerias, incorporando tecnologia de ponta para facilitar a comunicação e a cooperação), e Acessibilidade (instalações e plataformas digitais sejam facilmente acessíveis para todos os participantes, independentemente de suas capacidades físicas ou nível de habilidade digital); (2) os Serviços e Experiências para Utilizadores deverão contemplar Programas de Capacitação (cursos e workshops que abrangem desde habilidades técnicas específicas até competências empresariais fundamentais, Eventos de *Networking* (oportunidades regulares para que empresários, investidores e profissionais se conectem e colaborem) e Exposições e Feiras (espaços para que *startups* e empresas locais apresentem seus produtos e serviços a potenciais clientes e parceiros); (3) a Integração com Políticas Públicas deve ter em conta o Planejamento Urbano (harmonizar o design e a localização do *Hub* com os planos de desenvolvimento urbano, garantindo acessibilidade e visibilidade), Educação e Inovação (estabelecer parcerias com instituições de ensino e centros de pesquisa para desenvolver programas educacionais e de inovação que atendam às necessidades locais), e o Empreendedorismo (trabalhar em conjunto com entidades governamentais para criar um ambiente regulatório e fiscal favorável ao empreendedorismo e à inovação); (4) ao nível da Avaliação e Feedback Contínuo, deve garantir a Contínua Recolha de Opiniões de Feedback (implementar mecanismos para coletar feedback regular dos usuários sobre a eficácia dos serviços e a funcionalidade das instalações), e a Análise de Dados (utilizar dados de desempenho e interação para identificar padrões de uso, preferências dos usuários e áreas para melhoria); (5) em termos de Fomento da Responsabilidade Social e Sustentabilidade deve contemplar Iniciativas Ecológicas (integrar práticas sustentáveis no design e operação do *Hub*, incentivando empresas a adotar abordagens ecológicas), e Comprometimento Comunitário (encorajar projetos que beneficiem a comunidade local, fomentando a inclusão social e o desenvolvimento comunitário);

Este guia foi criado para orientar a implementação de um *Hub* de Inovação Digital para a Economia Local (Polo de Inovação Digital para a Economia Local), considerando a complexidade e a necessidade de um planeamento meticuloso, execução detalhada e avaliação constante. Ao adotar as diretrizes deste manual, espera-se que o Polo de Inovação Digital para a Economia Local se torne um motor de crescimento económico, inovação e inclusão social nas comunidades locais. Este processo envolve a sincronização de tecnologia, talento e criatividade com as demandas e aspirações específicas da região da Serra de Aires e Cadeiros, visando a transformação e o desenvolvimento sustentável local.

Terceira Etapa Metodológica – Demonstração do modelo Polo de Inovação Digital para a Economia Local

Na fase de demonstração da metodologia DSR, testou-se um modelo conceitual para um Polo de Inovação Digital para a Economia Local, utilizando um caso de estudo que simulou a operação digital de uma unidade de transformação de pedra natural.

O caso de estudo sobre a simulação digital de uma unidade de transformação de pedra natural destacou a importância crítica da sustentabilidade e eficiência nos processos de extração, processamento e aplicação deste material na indústria da construção. Ao utilizar a simulação *Tecnomatix Plant* para modelar a produção de tampos de cozinha em pedra, revelou-se o potencial significativo da digitalização para otimizar os processos produtivos, resultando em uma produção mais ecológica e eficiente. Este processo não só evidenciou a possibilidade de aumentar a capacidade de produção em 14,5%, reduzir o consumo de energia em 32% e melhorar a produtividade em 42%, mas também sublinhou a capacidade da transformação digital de alinhar a indústria da pedra natural com práticas sustentáveis.

Este teste destacou a funcionalidade, aplicabilidade e o impacto potencial do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, demonstrando a relevância e os benefícios de sua implementação para a região da Serra de Aire e Candeeiros. A simulação digital, ao ilustrar a aplicação de tecnologias e inovações em uma unidade de processamento da pedra natural, evidenciou os benefícios tangíveis que um Polo de Inovação Digital para a Economia Local bem estruturado e implementado pode trazer. Estes incluem não apenas avanços operacionais e ambientais, mas também implicações económicas positivas para

a região da Serra de Aire e Candeeiros. Este caso de estudo serve como um valioso instrumento de apoio à decisão para *Stakeholders*, evidenciando a viabilidade e a importância estratégica do Polo de Inovação Digital para a Economia Local na promoção de uma indústria mais eficiente, sustentável e competitiva. Assim, reforça-se a ideia de que a transformação digital, apoiada por um Polo de Inovação Digital para a Economia Local é essencial para enfrentar os desafios atuais e futuros da indústria da pedra natural, garantindo seu desenvolvimento sustentável e a prosperidade da Economia Local.

Com base nestes resultados relativos aos objetivos específicos, conclui-se que a colaboração com um Polo de Inovação Digital para a Economia Local proporciona insights valiosos, mostrando como a integração de tecnologias digitais e métodos inovadores pode revigorar a indústria, promovendo não apenas a eficiência operacional, mas também contribuindo para o desenvolvimento económico local e a sustentabilidade ambiental. Este estudo enfatiza a necessidade de adotar abordagens sustentáveis e inovadoras para o futuro da indústria da pedra natural, reforçando o papel dos Polos de Inovação Digital para a Economia Local como facilitadores essenciais na jornada de transformação digital do setor. Através desta colaboração, é possível alcançar uma produção mais sustentável e fomentar a inovação, gerando valor agregado extensivo a toda a cadeia produtiva e promovendo um impacto positivo duradouro no ecossistema local.

Conclui-se ainda que a investigação conduzida neste Projeto, envolvendo a simulação digital de uma unidade de transformação de pedra natural, proporcionou uma solução inovadora para o problema central deste Projeto: a necessidade de equilibrar a sustentabilidade ecológica com o desenvolvimento económico na Serra de Aire e Candeeiros. Através da aplicação da transformação digital, especificamente o uso da simulação para otimizar os processos de produção, foi possível demonstrar como a indústria da pedra calcária pode melhorar a eficiência operacional e reduzir o impacto ambiental simultaneamente. Este equilíbrio alcançado representa uma solução tangível para o desafio enfrentado pela região da Serra de Aire e Candeeiros, oferecendo um caminho viável para a sustentabilidade a longo prazo e o bem-estar das comunidades locais.

Finalmente, conclui-se que a integração da transformação digital na indústria da pedra natural, apoiada por iniciativas como os Polos de Inovação Digital para a Economia Local, não só responde ao problema de investigação proposto, mas também estabelece um modelo replicável para outras regiões e setores. Esta abordagem inovadora assegura que a compatibilização entre a sustentabilidade ecológica e o desenvolvimento económico não é apenas possível, mas altamente benéfica, marcando um passo significativo para a preservação da integridade ambiental e a promoção de atividades económicas sustentáveis na Serra de Aire e Candeeiros.

A abordagem baseada na S-D Logic mostrou-se adequada para o desenvolvimento do modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local, uma vez que enfatizou a cocriação de valor, a integração de recursos e a colaboração entre diversos *Stakeholders*. Este enquadramento teórico permitiu uma compreensão ampla das dinâmicas do *Service Ecosystem* na região, orientando a estruturação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local de maneira a alinhar-se com as necessidades locais e promover um desenvolvimento económico sustentável. A S-D Logic proporcionou uma lente através da qual foi possível identificar oportunidades para inovação e colaboração, fundamentais para a conceção de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local eficaz.

Os objetivos estabelecidos no início da pesquisa foram cumpridos satisfatoriamente. O modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local desenvolvido reflete um entendimento profundo dos requisitos necessários para apoiar a inovação e a sustentabilidade na região. A arquitetura proposta e o guia de implementação fornecem um roteiro claro para a ativação do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, abordando tanto as dimensões tecnológicas quanto as socioeconómicas. Além disso, a validação conceitual do modelo através do caso de estudo confirmou sua viabilidade e destacou o potencial para impactos positivos significativos, alinhando-se assim com os objetivos da pesquisa.

A metodologia *Design Science Research* (DSR) revelou-se adequada para a investigação, permitindo não apenas a conceção de um artefacto teórico — o modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local — mas também a sua avaliação num contexto simulado. A DSR facilitou uma abordagem sistemática e iterativa, desde a identificação dos problemas até a demonstração das soluções, alinhando-se bem com os objetivos da

pesquisa. Esta metodologia suportou a criação de conhecimento aplicado, dirigido à solução de problemas concretos, e possibilitou uma reflexão crítica sobre o desenvolvimento e a implementação do modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local.

Os resultados desta investigação oferecem contribuições valiosas para o entendimento de como um Polo de Inovação Digital pode ser estrategicamente implementado para promover a sustentabilidade, a inovação tecnológica e o desenvolvimento económico numa região com riquezas naturais e económicas significativas como a Serra de Aire e Candeeiros.

Os resultados alcançados nesta investigação oferecem um modelo replicável para outras regiões que enfrentam desafios semelhantes de equilibrar desenvolvimento económico com sustentabilidade ambiental. A abordagem adotada, baseada na *S-D Logic*, fornece um quadro teórico sólido que pode ser adaptado para atender às necessidades específicas de diferentes Ecossistemas, destacando a versatilidade e a aplicabilidade do modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local.

6.1 Contribuições para a Gestão Pública e a Política de Inovação

Finalmente, os resultados desta investigação têm implicações significativas para gestores públicos e formuladores de políticas de inovação. Ao demonstrar como um Polo de Inovação Digital para a Economia Local pode servir como uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento regional sustentável, este estudo fornece insights valiosos para a elaboração de políticas que apoiam a inovação tecnológica, a sustentabilidade e o crescimento económico. Isso reforça a necessidade de um compromisso político e de investimentos em infraestruturas que possibilitem a cocriação de valor em Ecossistemas de inovação.

6.2 Limitações da Investigação e Caminhos Futuros

Embora esta investigação tenha proporcionado insights valiosos sobre o desenvolvimento de um Polo de Inovação Digital para a Economia Local para a Serra de Aire e Candeeiros, é importante reconhecer as limitações inerentes ao estudo. Estas limitações não só delimitam o escopo da pesquisa, mas também sugerem direções para estudos futuros.

Âmbito Geográfico Limitado: A pesquisa concentrou-se especificamente na Serra de Aire e Candeeiros, uma área com características únicas em termos de biodiversidade, recursos naturais e contexto económico. Embora isso tenha permitido uma análise detalhada e contextualizada, a aplicabilidade e replicabilidade do modelo de Polo de Inovação Digital desenvolvido em outras regiões podem ser limitadas pelas diferenças em contextos económicos, culturais e ambientais.

Simulação Digital como Substituto da Implementação Real: Devido a limitações temporais e físicas, a validação do modelo de Polo de Inovação Digital para a Economia Local proposto baseou-se em uma simulação digital de uma unidade de transformação de pedra natural, em vez de uma implementação real no campo. Embora a simulação tenha oferecido insights importantes sobre os potenciais benefícios do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, experiências práticas reais poderiam revelar desafios adicionais e oportunidades de otimização não capturados pela simulação.

Foco na Indústria da Pedra Natural: A investigação focou predominantemente na indústria da pedra natural, considerando-a como o principal beneficiário do Polo de Inovação Digital para a Economia Local na região. Este enfoque limitado pode ter excluído potenciais sinergias e benefícios que um Polo de Inovação Digital para a Economia Local poderia trazer para outras indústrias locais ou setores emergentes, restringindo a visão sobre a aplicabilidade mais ampla do modelo.

Disponibilidade e Profundidade dos Dados: Embora tenham sido realizados esforços significativos para obter dados detalhados e representativos, a disponibilidade e a profundidade desses dados podem ter sido afetadas por várias razões, incluindo restrições de acesso e a natureza sensível de algumas informações empresariais. Isso pode ter impactado a análise e a interpretação dos resultados.

Perspetivas dos *Stakeholders*: A pesquisa baseou-se nas perceções e expectativas de um conjunto selecionado de *Stakeholders*, o que pode não capturar totalmente a diversidade de opiniões e necessidades presentes no Ecossistema da Serra de Aire e Candeeiros. Uma consulta mais ampla poderia proporcionar uma compreensão mais rica e nuances adicionais sobre os desafios e oportunidades enfrentados pela região.

Caminhos Futuros: Estudos subsequentes podem explorar a implementação prática do Polo de Inovação Digital para a Economia Local, expandir o foco para incluir uma gama mais ampla de setores e indústrias e empregar métodos que permitam uma coleta de dados mais abrangente e participativa. Através da superação dessas limitações, pesquisas futuras podem continuar a construir sobre o trabalho presente, contribuindo ainda mais para o desenvolvimento de comunidades sustentáveis e inovadoras.

Referências Bibliográficas

- Abubakre, M., Faik, I., & Mkansi, M. (2021). Digital entrepreneurship and indigenous value systems: An Ubuntu perspective. *Information Systems Journal*, 31(6), 838–862. <https://doi.org/10.1111/isj.12343>
- Adi, S. P. S., Ghinahana, S., Yudianto, B. R., & Wibowo, A. J. I. (2023). Institutions, technology and resource integration in the value co-creation process: a study of service-dominant logic in higher education. *Journal of Applied Research in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/JARHE-03-2023-0104>
- Akaka, M. A., & Vargo, S. L. (2014). Technology as an operant resource in service (eco)systems. *Information Systems and E-Business Management*, 12(3), 367–384. <https://doi.org/10.1007/s10257-013-0220-5>
- Akaka, M., Corsaro, D., Kelleher, C., Maglio, P., Seo, Y., Lusch, R., & Vargo, S. (2014). The role of symbols in value cocreation. *Marketing Theory*, 14(3), 311–326. <https://doi.org/10.1177/1470593114534344>
- Akaka, M., & Vargo, S. (2015). Extending the context of service: from encounters to ecosystems. *Journal of Services Marketing*, 29(6–7), 453–462. <https://doi.org/10.1108/JSM-03-2015-0126>
- Akaka, Melissa, Alvarez, S., Kjellberg, H., Nenonen, S., Storbacka, K., Vargo, S. L., Whalen, P., & Young, S. (2016). *Market (Re)creation Through Innovation and Entrepreneurship* (pp. 415–416). https://doi.org/10.1007/978-3-319-26647-3_82
- Akaka, Melissa, Schau, H., & Vargo, S. (2023). How Practice Diffusion Drives IoT Technology Adoption and Institutionalization of Solutions in Service Ecosystems. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2023-Janua*(March), 1427–1435. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2023.178>
- Borchert, M., & Bonefeld-Dahl, C. (2018). A Stronger Digital Europe: Our Call to Action Towards 2025. *DigitalEurope*. <https://www.digitaleurope.org/wp/wp-content/uploads/2019/02/DIGITALEUROPE---Our-Call-to-Action-for-A-STRONGER-DIGITAL-EUROPE.pdf>
- Bouncken, R., Kumar, A., Connell, J., Bhattacharyya, A., & He, K. (2024). Coopetition

- for corporate responsibility and sustainability: does it influence firm performance? *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 30(1), 128–154. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-05-2023-0556>
- Bowden, J. L. H., Gabbott, M., & Naumann, K. (2015). Service relationships and the customer disengagement – engagement conundrum. *Journal of Marketing Management*, 31(7–8), 774–806. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2014.983143>
- Breidbach, C., & Maglio, P. (2016). Technology-enabled value co-creation: An empirical analysis of actors, resources, and practices. *Industrial Marketing Management*, 56, 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.03.011>
- Buhl, A., Schmidt-keilich, M., Muster, V., Blazejewski, S., Schrader, U., Harrach, C., & Sch, M. (2019). Design thinking for sustainability : Why and how design thinking can foster sustainability-oriented innovation development. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1248–1257. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.259>
- Cappa, F., Oriani, R., Pinelli, M., & Massis, A. De. (2019). When does crowdsourcing benefit firm stock market performance? *Research Policy*, 48(9), 103825. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103825>
- Carvalho, J., Lopes, C., Mateus, A., Martins, L., & Goulão, M. (2018). Planning the future exploitation of ornamental stones in Portugal using a weighed multi-dimensional approach. *Resources Policy*, 59(August), 298–317. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.001>
- Carvalho, J. M. F., & Lisboa, J. V. (2018). Ornamental stone potential areas for land use planning: a case study in a limestone massif from Portugal. *Environmental Earth Sciences*, 77(5), 206. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7382-x>
- Carvalho, J. M. F., Meira, J., Marques, C., Machado, S., Mergulhão, L. M., & Cancela, J. F. (2020). Nature Conservation, Land Use Planning and Exploitation of Ornamental Stones - The Case Study of Cabeça Veada (Portugal). *Key Engineering Materials*, 848, 77–86. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.848.77>
- Chandler, J., & Vargo, S. (2011). Contextualization and Value-in-Context: How Context Frames Exchange. *Marketing Theory*, 11, 35–49.

<https://doi.org/10.1177/1470593110393713>

- Chou, C., Chen, C., & Conley, C. (2012). A systematic approach to generate service model for sustainability. *Journal of Cleaner Production* 29-30 (2012) 173-187 *Contents*, 10(1), 76–97. <https://doi.org/10.1287/serv.2017.0201>
- Demirkan, H., & Spohrer, J. C. (2018). Commentary—Cultivating T-Shaped Professionals in the Era of Digital Transformation. *Service Science*, 10(1), 98–109. <https://doi.org/10.1287/serv.2017.0204>
- Edvardsson, B., & Tronvoll, B. (2013). A new conceptualization of service innovation grounded in S-D logic and service systems. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 5(1), 19–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sres.2213>
- Edvardsson, B., Tronvoll, B., & Gruber, T. (2011). Expanding understanding of service exchange and value co-creation: a social construction approach. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(2), 327–339. <https://doi.org/10.1007/s11747-010-0200-y>
- Elo, J., Lumivalo, J., Tuunanen, T., & Vargo, S. L. (2024). Enabling Value Co-Creation in Partner Collaboration Ecosystems: An Institutional Work Perspective. *Proceedings of the 57th Hawaii International Conference on System Sciences, March*. <https://hdl.handle.net/10125/106412>
- Finsterwalder, J. (2018). A 360-degree view of actor engagement in service co-creation. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 40(January), 276–278. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.08.005>
- Folke, C., Holling, C. S., & Perrings, C. (1996). Biological Diversity, Ecosystems, and the Human Scale. *Ecological Applications*, 6(4), 1018–1024. <https://doi.org/10.2307/2269584>
- Frazao, I. (2016). Evolução do Cluster da Pedra. In *Master's thesis - Instituto Superior de Gestão*. ISG.
- Frazao, I. (2019). Capacidade Dinâmica das Alianças no Cluster dos Recursos Minerais. *PhD Thesis - ISCTE*.
- Frazao, J. (2016). Evolução do Colaborador no Setor da Pedra. *Master's Thesis - Instituto*

- Frazaó, J. (2019). Evolução da Força de Trabalho do Setor dos Recursos Minerais no início da Era Digital. *PhD Thesis - ISCTE*.
- George, G., Merrill, R. K., & Schillebeeckx, S. J. D. (2021). Digital Sustainability and Entrepreneurship: How Digital Innovations Are Helping Tackle Climate Change and Sustainable Development. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 45(5), 999–1027. <https://doi.org/10.1177/1042258719899425>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Grover, P., & Kar, A. K. (2020). User engagement for mobile payment service providers – introducing the social media engagement model. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 53(September), 101718. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.12.002>
- Hall, C. M. (2001). Trends in ocean and coastal tourism : the end of the last frontier? *Ocean & Coastal Management*, 44, 601–618.
- Hannah, D. P., & Eisenhardt, K. M. (2018). How firms navigate cooperation and competition in nascent ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39(12), 3163–3192. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/smj.2750>
- Hartmann, N. N., Wieland, H., & Vargo, S. L. (2018). Converging on a New Theoretical Foundation for Selling. *Journal of Marketing*, 82(2), 1–18. <https://doi.org/10.1509/jm.16.0268>
- Hevner, A., March, S., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Hevner, Alan, & Chatterjee, S. (2010). *Design Science Research in Information Systems BT - Design Research in Information Systems: Theory and Practice* (Alan Hevner & S. Chatterjee (eds.); pp. 9–22). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5653-8_2
- Hietanen, J., Andéhn, M., & Bradshaw, A. (2018). Against the implicit politics of service-

- dominant logic. *Marketing Theory*, 18(1), 101–119. <https://doi.org/10.1177/1470593117692023>
- Ho, M. H. W., Chung, H. F. L., Kingshott, R., & Chiu, C. C. (2020). Customer engagement, consumption and firm performance in a multi-actor service eco-system: The moderating role of resource integration. *Journal of Business Research*, February, 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.02.008>
- Howard, B. C. (2018). Blue growth: Stakeholder perspectives. *Marine Policy*, 87(November 2017), 375–377. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.002>
- Iheanachor, N., & Umukoro, I. (2022). Partnerships in digital financial services: An exploratory study of providers in an emerging market. *Journal of Business Research*, 152, 425–435. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.08.010>
- Jaakkola, E. (2020). Designing conceptual articles: four approaches. *AMS Review*, 10(1–2), 18–26. <https://doi.org/10.1007/s13162-020-00161-0>
- Jaakkola, E., Kaartemo, V., Siltaloppi, J., & Vargo, S. L. (2024). Advancing service-dominant logic with systems thinking. *Journal of Business Research*, 114592. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114592>
- Jaakkola, E., & Vargo, S. L. (2021). Assessing and enhancing the impact potential of marketing articles. *AMS Review*, 11(3–4), 407–415. <https://doi.org/10.1007/s13162-021-00219-7>
- Joiner, K., & Lusch, R. (2016). Evolving to a new service-dominant logic for health care. *Innovation and Entrepreneurship in Health*, 25. <https://doi.org/10.2147/ieh.s93473>
- Kijima, K., & Arai, Y. (2016). *Global Perspectives on Service Science: Japan* (S. K. Kwan, J. C. Spohrer, & Y. Sawatani (eds.)). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3594-9>
- Kleinaltenkamp, M., Corsaro, D., & Sebastiani, R. (2018). The role of proto-institutions within the change of service ecosystems. *Journal of Service Theory and Practice*, 28(5), 609–635. <https://doi.org/10.1108/JSTP-12-2017-0241>
- Kleinaltenkamp, M., Kleinaltenkamp, M. J., & Karpen, I. O. (2023). Resource entanglement and indeterminacy: Advancing the service-dominant logic through the

- philosophy of Karen Barad. *Marketing Theory*.
<https://doi.org/10.1177/14705931231207327>
- Koskela-Huotari, K., & Vargo, S. L. (2016). Institutions as resource context. *Journal of Service Theory and Practice*, 26(2), 163–178. <https://doi.org/10.1108/JSTP-09-2014-0190>
- Kumar, V., Rajan, B., Gupta, S., & Pozza, I. D. (2019). Customer engagement in service. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 47(1), 138–160. <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0565-2>
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., & Júnior, J. A. V. A. (2013). Design Science Research: A research method to production engineering. *Gestao e Producao*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Leape, J., Abbott, M., Sakaguchi, H., Brett, A., Cao, L., Chand, K., Golbuu, Y., Martin, T., Mayorga, J., & Myksvoll, M. S. (2020). *Technology, Data and New Models for Sustainably Managing Ocean Resources*. www.oceanpanel.org/
- Lusch, R. F., Vargo, S. L., & Tanniru, M. (2010). Service, value networks and learning. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 38(1), 19–31. <https://doi.org/10.1007/s11747-008-0131-z>
- Lusch, R., & Nambisan, S. (2015). Service Innovation: A Service-Dominant Logic Perspective. *MIS Quarterly*, 39(1), 155–175. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2015/39.1.07>
- Lusch, R., & Vargo, S. (2014). Service Ecosystems. In *Service-Dominant Logic* (pp. 158–176). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139043120.012>
- Lusch, R., Vargo, S., & Gustafsson, A. (2016). Fostering a trans-disciplinary perspectives of service ecosystems. *Journal of Business Research*, 69(8), 2957–2963. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.02.028>
- Lusch, R., Vargo, S., & O'Brien, M. (2007). Competing through service: Insights from service-dominant logic. *Journal of Retailing*, 83(1), 5–18. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2006.10.002>

- Machado, S., Mergulhão, L., Pereira, B. C., Pereira, P., Carvalho, J., Anacleto, J. A., Neto de Carvalho, C., Belo, J., Paredes, R., & Baucon, A. (2021). Geoconservation in the Cabeço da Ladeira Paleontological Site (Serras de Aire e Candeeiros Nature Park, Portugal): Exquisite Preservation of Animals and Their Behavioral Activities in a Middle Jurassic Carbonate Tidal Flat. *Geosciences*, *11*(9), 366. <https://doi.org/10.3390/geosciences11090366>
- Maglio, P., Kieliszewski, C., Spohrer, J., Kelly, L., Patrício, L., & Sawatani, Y. (2019). *Handbook of Service Science, Volume II: Vol. II*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98512-1_5
- Medberg, G., & Grönroos, C. (2020). Value-in-use and service quality: do customers see a difference? *Journal of Service Theory and Practice*, *30*(4/5), 507–529. <https://doi.org/10.1108/JSTP-09-2019-0207>
- Meynhardt, T., Chandler, D., & Strathoff, P. (2016). Systemic principles of value co-creation: Synergetics of value and service ecosystems. *Journal of Business Research*, *69*(8), 2981–2989. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.02.031>
- Michel, S., Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2008). Reconfiguration of the conceptual landscape: A tribute to the service logic of Richard Normann. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *36*(1), 152–155. <https://doi.org/10.1007/s11747-007-0067-8>
- Mohajan, H. (2018). Qualitative Research Methodology in Social Sciences and Related Subjects. *Journal of Economic Development, Environment and People*, *7*(85654), 23–48. <http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9780511801938>
- Mustak, M., & Plé, L. (2020). A critical analysis of service ecosystems research: rethinking its premises to move forward. *Journal of Services Marketing*, *34*(3), 399–413. <https://doi.org/10.1108/JSM-02-2019-0084>
- Nath, T., Attarzadeh, M., Tiong, R. L. K., Chidambaram, C., & Yu, Z. (2015). Productivity improvement of precast shop drawings generation through BIM-based process re-engineering. *Automation in Construction* *54* (2015) 54–68, *54*, 54–68. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.014>

- Ng, I., Maglio, P. P., Spohrer, J., & Wakenshaw, S. (2018). The Study of Service: From Systems to Ecosystems to Ecology. In SAGE Publications Ltd (Ed.), *The SAGE Handbook of Service-Dominant Logic* (pp. 230–240). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781526470355.n14>
- Ng, I., & Wakenshaw, S. (2017). The Internet-of-Things: Review and research directions. *International Journal of Research in Marketing*, 34(1), 3–21. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2016.11.003>
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Computers in Industry Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4 . 0 : A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121–139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- Pakkala, D., Koivusaari, J., Pääkkönen, P., & Spohrer, J. (2020). An Experimental Case Study on Edge Computing Based Cyber-Physical Digital Service Provisioning with Mobile Robotics. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, 1165–1174. <https://doi.org/10.24251/hicss.2020.145>
- Pata, A., & Silva, A. (2022). Challenges and Opportunities of Industry 4.0 at Mold Production Engineering and Management. In J. Machado, F. Soares, J. Trojanowska, E. Ottaviano, P. Valášek, M. Reddy D., E. A. Perondi, & Y. Basova (Eds.), *Innovations in Industrial Engineering II* (pp. 13–23). Springer International Publishing. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-031-09382-1_2
- Patkar, V. (2018). Research Methodology: Logic, Methods and Cases. *Vikalpa: The Journal for Decision Makers*, 43(3), 175–177. <https://doi.org/10.1177/0256090918796953>
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Pellegrin-Boucher, E., Le Roy, F., & Gurău', C. (2018). Managing Selling Coopetition: A Case Study of the ERP industry. *European Management Review*, 15(1), 37–56.

<https://doi.org/10.1111/emre.12123>

Pierre-Léonard, H. (2017). *Community Informatics Design Applied to Digital Social Systems*.

Pohlmann, A., & Kaartemo, V. (2017). Research trajectories of Service-Dominant Logic: Emergent themes of a unifying paradigm in business and management. *Industrial Marketing Management*, 63, 53–68.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.01.001>

Pongsakornrungsilp, S. (2010). *Value Co-Creation Process: Reconciling S-D Logic of Marketing and Consumer Culture Theory within the Co-Consuming Group* [University of Exeter]. <http://hdl.handle.net/10036/113457>

Probst, L., Lefebvre, V., Martinez-Diaz, C., Unlu Bohn, N., Klitou, D., & Conrads, J. (2018). *EU businesses go digital: Opportunities, outcomes and uptake*.
<https://doi.org/10.2826/691861>

Razavi, A. R., Krause, P. J., & Strommen-Bakhtiar, A. (2010). From business ecosystems towards digital business ecosystems. *4th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, 290–295.
<https://doi.org/10.1109/DEST.2010.5610633>

Razmdoost, K., Alinaghian, L., Chandler, J. D., & Mele, C. (2023). Service ecosystem boundary and boundary work. *Journal of Business Research*, 156(November 2022), 113489. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113489>

Redclift, M. (2005). Sustainable development (1987–2005): an oxymoron comes of age. *Sustainable Development*, 13(4), 212–227. <https://doi.org/10.1002/sd.281>

Remneland Wikhamn, B., & Styhre, A. (2023). Open innovation ecosystem organizing from a process view: a longitudinal study in the making of an innovation hub. *R&D Management*, 53(1), 24–42. <https://doi.org/10.1111/radm.12537>

Ribeiro, R., Fernandes, L., Costa, R., Cavaleiro, C., Salgueiro, L., Henriques, M., & Rodrigues, M. E. (2022). Comparing the effect of *Thymus* spp. essential oils on *Candida auris*. *Industrial Crops and Products*, 178, 114667.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114667>

- Richards, D. A., Bazeley, P., Borglin, G., Craig, P., Emsley, R., Frost, J., Hill, J., Horwood, J., Hutchings, H. A., Jinks, C., Montgomery, A., Moore, G., Plano Clark, V. L., Tonkin-Crine, S., Wade, J., Warren, F. C., Wyke, S., Young, B., & O’Cathain, A. (2019). Integrating quantitative and qualitative data and findings when undertaking randomised controlled trials. *BMJ Open*, *9*(11), 1–5. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-032081>
- Rinaldi, M., Caterino, M., Fera, M., Manco, P., & Macchiaroli, R. (2021). Technology selection in green supply chains - the effects of additive and traditional manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, *282*, 124554. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124554>
- Rowan, N. J. (2023). The role of digital technologies in supporting and improving fishery and aquaculture across the supply chain – Quo Vadis? *Aquaculture and Fisheries*, *8*(4), 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.06.003>
- Sassanelli, C., Terzi, S., Panetto, H., & Doumeingts, G. (2021). Digital Innovation Hubs supporting SMEs digital transformation. *2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC52061.2021.9570273>
- Scott, W. (2013). *Institutions and Organizations - Ideas, Interests, and Identities*. SAGE Publications, Inc.
- Siltaloppi, J., Koskela-Huotari, K., & Vargo, S. (2016). Institutional complexity as a driver for innovation in service ecosystems. *Service Science*, *8*(3), 333–343. <https://doi.org/10.1287/serv.2016.0151>
- Siltaloppi, Jaakko, & Vargo, S. L. (2017). Triads: A review and analytical framework. *Marketing Theory*, *17*(4), 395–414. <https://doi.org/10.1177/1470593117705694>
- Silva, A. (2018). Improving Industry 4 . 0 Through Service Science. In *PhD Thesis - Universidade de Évora*.
- Silva, A., Capela, C., Dionisio, A., & Rabadão, C. (2020). Stone.pt|20-25 - Impacto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações do Setor das Rochas Ornamentais Portuguesas. In *Cluster Portugal Mineral Resources*.

- Silva, A., Dionísio, A., & Coelho, L. (2020a). Flexible-lean processes optimization : A case study in stone sector. *Results in Engineering*, 6(March), 100129. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100129>
- Silva, A., Dionísio, A., & Coelho, L. (2020b). Improving Industry4.0 Through the Service Science. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) ISSN 2307-4531 Vol 52 No 2 (2020)*, 52, 17–32.
- Silva, A., Dionísio, A., & Coelho, L. (2020c). Methodological Research Design for Industry4 . 0 | A Service Science Approach. *International Journal of Service Sciences*, 24535. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2020.10031018>
- Silva, A., & Gil, M. M. (2020). Industrial Processes Optimization in Digital Marketplace Context: A Case Study in Ornamental Stone Sector. *Results in Engineering*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100152>
- Silva, A., & Pata, A. (2022). Value Creation in Technology Service Ecosystems - Empirical Case Study. In J. Machado, F. Soares, J. Trojanowska, V. Ivanov, K. Antosz, Y. Ren, V. K. Manupati, & A. Pereira (Eds.), *Innovations in Industrial Engeneering II* (pp. 26–36). Springer International Publishing. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-031-09360-9_3
- Silva, A., Rabadão, C., & Capela, C. (2020). Towards Industry 4.0 | A case study of BIM deployment in ornamental stones sector. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 67, 24535. <https://doi.org/ISSN 2307-4531>
- Silva, H. M., Gonzaga do Nascimento, M. M., de Morais Neves, C., Oliveira, I. V., Cipolla, C. M., Batista de Oliveira, G. C., de Almeida Nascimento, Y., & Ramalho de Oliveira, D. (2021). Service blueprint of comprehensive medication management: A mapping for outpatient clinics. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 17(10), 1727–1736. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.01.006>
- Sklyar, A., Kowalkowski, C., Sörhammar, D., & Tronvoll, B. (2019). Resource integration through digitalisation: a service ecosystem perspective. *Journal of Marketing Management*, 35(11–12), 974–991. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2019.1600572>

- Spohrer, J., Anderson, L., Pass, N., & Ager, T. (2009). Service science and service-dominant logic. In O. F. 2 (2008) (Ed.), *Otago Forum 2* (Vol. 1, Issue 2, pp. 133–156). http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-1628-0_8
- Spohrer, J. C., & Freund, L. E. (2012). The Human Side of Service Engineering. *Advances in the Human Side of Service Engineering*, 00(0), 1–475. <https://doi.org/10.1201/b12315>
- Štěrbová, M., Stojanovski, V., Weiss, G., & Šálka, J. (2019). Innovating in a traditional sector: Innovation in forest harvesting in Slovakia and Macedonia. *Forest Policy and Economics*, 106(June). <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.101960>
- Storbacka, K., Brodie, R., Böhmman, T., Maglio, P., & Nenonen, S. (2016). Actor engagement as a microfoundation for value co-creation. *Journal of Business Research*, 69(8), 3008–3017. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.02.034>
- Thierry, E. C. (2022). *EU space policy: Boosting EU competitiveness and accelerating the twin ecological and digital transition*. European Parliamentary Research Service. <https://policycommons.net/artifacts/2256734/eu-space-policy/>
- Vargo, S. L., & Lusch, R. (2017). Service-dominant logic 2025. *International Journal of Research in Marketing*, 34(1), 46–67. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2016.11.001>
- Vargo, S., & Lusch, R. (2016a). Institutions and axioms: an extension and update of service-dominant logic. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(1), 5–23. <https://doi.org/10.1007/s11747-015-0456-3>
- Vargo, S., & Lusch, R. (2016b). Institutions and axioms: an extension and update of service-dominant logic. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(1), 5–23. <https://doi.org/10.1007/s11747-015-0456-3>
- Vargo, Stephen L., Fehrer, J. A., Wieland, H., & Nariswari, A. (2024). The nature and fundamental elements of digital service innovation. *Journal of Service Management*, 35(2), 227–252. <https://doi.org/10.1108/JOSM-02-2023-0052>
- Vargo, Stephen L., & Lusch, R. F. (2008). From goods to service(s): Divergences and convergences of logics. *Industrial Marketing Management*, 37(1), 254–259.

<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2007.07.004>

Vargo, Stephen L., & Lusch, R. F. (2011). It's all B2B...and beyond: Toward a systems perspective of the market. *Industrial Marketing Management*, 40(2), 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2010.06.026>

Vargo, Stephen L., & Lusch, R. F. (2014). Inversions of service-dominant logic. *Marketing Theory*, 14(3), 239–248. <https://doi.org/10.1177/1470593114534339>

Vargo, Stephen L., Wieland, H., & O'Brien, M. (2023). Service-dominant logic as a unifying theoretical framework for the re-institutionalization of the marketing discipline. *Journal of Business Research*, 164, 113965. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113965>

Vilas-Boas, J., Mirnoori, V., Razy, A., & Silva, A. (2019). Outlining a New Collaborative Business Model as a Result of the Green Building Information Modelling Impact in the AEC Supply Chain. In *Collaborative Networks and Digital Transformation* (pp. 405–417). https://doi.org/10.1007/978-3-030-28464-0_35

vom Brocke, J., Hevner, A., & Maedche, A. (2020). *Introduction to Design Science Research* (Issue September, pp. 1–13). https://doi.org/10.1007/978-3-030-46781-4_1

Waqar, A., Qureshi, A. H., & Alaloul, W. S. (2023). Barriers to Building Information Modeling (BIM) Deployment in Small Construction Projects: Malaysian Construction Industry. *Sustainability*, 15(3), 2477. <https://doi.org/10.3390/su15032477>

Wieland, H., Hartmann, N., & Vargo, S. (2017). Business models as service strategy. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45(6), 925–943. <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0531-z>

Wiesner, S., & Thoben, K. D. (2017). Requirements for models, methods and tools supporting servitisation of products in manufacturing service ecosystems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(1), 191–201. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2015.1130243>

Yan, J., Lu, Q., Tang, J., Chen, L., Hong, J., & Broyd, T. (2022). Digital Tools for

- Revealing and Reducing Carbon Footprint in Infrastructure, Building, and City Scopes. *Buildings*, 12(8), 1097. <https://doi.org/10.3390/buildings12081097>
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2017). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 848–861. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>
- Yun, J. J., Kim, D., & Yan, M. R. (2020). Open innovation engineering—preliminary study on new entrance of technology to market. *Electronics (Switzerland)*, 9(5), 1–10. <https://doi.org/10.3390/electronics9050791>
- Zamiri, M., Sarraipa, J., Marcelino-Jesus, E., & Jardim-Goncalves, R. (2023). Supporting Mass Collaborative Learning Communities Through Digital Innovation Hubs. *2023 24th International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, 363–370. <https://doi.org/10.1109/CSCS59211.2023.00064>
- Zott, C., & Amit, R. (2013). The business model: A theoretically anchored robust construct for strategic analysis. *Strategic Organization*, 11(4), 403–411. <https://doi.org/10.1177/1476127013510466>

Anexos

Tabela 1. Requisitos para modelo de Polo de Inovação Digital focado na Economia Local

Categoria	Requisitos	Descrição
Cocriação de Valor	Plataformas de Colaboração (Lusch & Nambisan, 2015)	Desenvolver e fornecer plataformas digitais para colaboração e cocriação de valor.
Cocriação de Valor	Iniciativas de Inovação Aberta (Cappa et al., 2019)	Promover programas de inovação aberta adaptados às necessidades da indústria.
Foco em Recursos Operantes	Desenvolvimento de Competências (Sklyar et al., 2019)	Fornecer formação para aumentar competências digitais e inovadoras.
Foco em Recursos Operantes	Gestão do Conhecimento (Stephen L. Vargo et al., 2024)	Implementar sistemas para capturar e disseminar informações inovadoras.
Orientação para o Ecossistema	Redes de Parcerias (Wieland et al., 2017)	Estabelecer rede de parceiros para apoiar ecossistema de inovação integrado.
Orientação para o Ecossistema	Sustentabilidade e Governabilidade do Ecossistema (S. Vargo & Lusch, 2016a)	Desenvolver estratégias para sustentabilidade e viabilidade econômica a longo prazo.
Comprometimento e Empoderamento da Comunidade	Inclusão Comunitária (Stephen L. Vargo et al., 2023)	Assegurar acessibilidade e relevância para a comunidade, promovendo inclusão digital.
Comprometimento e Empoderamento da Comunidade	Comunicação Eficaz (S. Vargo & Lusch, 2016b)	Estabelecer canais de comunicação para transparência e construção de confiança.
Adaptabilidade e Resiliência	Flexibilidade Operacional (Demirkan & Spohrer, 2018)	Adaptar-se rapidamente às mudanças tecnológicas e de mercado.

Adaptabilidade e Resiliência	Incentivo à Inovação Contínua (Ho et al., 2020)	Criar ambiente que estimule experimentação e aprendizagem contínuo.
------------------------------	---	---

Tabela 2. Constructos para modelo de Polo de Inovação Digital focado na Economia Local

Constructo	Descrição	Citações
Cocriação de Valor	A cocriação de valor é central na SDL, transformando o <i>Hub</i> em um facilitador onde empresas, academia, governo e comunidade local colaboram para gerar soluções inovadoras e valor mútuo. Requer desenvolvimento de programas de inovação aberta, espaços de coworking, e laboratórios de prototipagem.	R. F. Lusch et al., 2010; Akaka & Vargo, 2015; S. L. Vargo et al., 2023
Trocas de Serviço e Integração de Recursos	Promove uma cultura de troca de serviços, vendo conhecimentos, habilidades, tecnologias como serviços negociáveis. Requer criação de plataformas digitais para facilitar a partilha de conhecimento e recursos entre participantes.	Hietanen et al., 2018; R. Lusch & Vargo, 2014; R. Lusch et al., 2007
Sistemas de Recursos Operantes	Foca no desenvolvimento e ampliação de recursos operantes como conhecimento e capacidades, fundamentais para ações cocriativas. Requer programas de capacitação e	Spohrer et al., 2009; Zamiri et al., 2023; S. Vargo & Lusch, 2016

	desenvolvimento profissional contínuo.	
Relacionamentos e Redes	Essencial para o sucesso, facilita a integração de recursos e cocriação de valor. Requer um sistema de gestão de relacionamentos para mapear, gerenciar e cultivar parcerias estratégicas.	Pongsakornrunsilp, 2010; Pata & Silva, 2022
Orientação para o Ecossistema	Considera o <i>Hub</i> como parte de um ecossistema mais amplo, promovendo o bem-estar coletivo. Requer desenvolvimento de estratégias alinhadas com as necessidades locais, promovendo práticas sustentáveis e desenvolvimento económico regional.	R. Lusch et al., 2007; S. L. Vargo et al., 2024; Pongsakornrunsilp, 2010
Adaptabilidade e Inovação Contínua	Incorpora flexibilidade e inovação contínua no modelo operacional, essencial para adaptação a mudanças do mercado. Requer um observatório de tendências tecnológicas para orientação constante.	Storbacka et al., 2016; Mustak & Plé, 2020
Transparência e Confiança	Vital para o comprometimento e colaboração efetiva entre <i>Stakeholders</i> , baseando-se em transparência nas operações. Requer políticas claras de governança e compartilhamento de benefícios.	Remneland Wikhamn & Styhre, 2023; Siltaloppi et al., 2016

Tabela 3. *Building Blocks* para modelo de Polo de Inovação Digital focado na Economia Local

Building Block	Componentes-Chave
Plataformas de Interação e Cocriação	Ferramentas colaborativas online, espaços de coworking, laboratórios de prototipagem, áreas de brainstorming.
Redes de Conhecimento e Aprendizagem	Programas de mentorias, workshops, cursos de capacitação, eventos temáticos como think tanks.
Sistemas de Suporte à Inovação	Acesso a tecnologias avançadas (IA, IoT, análise de dados), suporte à prototipagem, assistência legal e de patentes, programas de incubação e aceleração.
Modelos de Governança Colaborativa	Conselhos consultivos multidisciplinares, encontros regulares com <i>Stakeholders</i> , políticas transparentes de operação e compartilhamento de resultados.
Estratégias de Sustentabilidade e Financiamento	Diversificação de fontes de receita, parcerias público-privadas, investimentos em R&D, modelos de negócios baseados em assinaturas e serviços, iniciativas de crowdfunding.
Cultura de Inovação Aberta	Políticas de incentivo à inovação, reconhecimento de contribuições, mentalidade de 'falhar rápido, aprender rápido', celebração de sucessos.
Mecanismos de Integração de Mercado	Plataformas de matchmaking entre <i>startups</i> e indústria, eventos de pitch para investidores, parcerias de distribuição e comercialização, redes de contato com clientes potenciais.

Tabela 4. Guia de Implementação para modelo de Polo de Inovação Digital focado na Economia Local

Seção	Descrição
Design Estrutural e Funcional	Espaços adaptáveis e interativos, com acessibilidade física e digital para todos os participantes.
Serviços e Experiências para Utilizadores	Oferecimento de programas de capacitação, eventos de networking, e exposições para promover a colaboração e o desenvolvimento de negócios.
Integração com Políticas Públicas	Harmonização do <i>Hub</i> com políticas públicas locais em planejamento urbano, educação e inovação, e empreendedorismo para criar um ambiente favorável.
Avaliação e Feedback Contínuo	Implementação de mecanismos de coleta de feedback e análise de dados para adaptação e melhoria contínua.
Fomento da Responsabilidade Social e Sustentabilidade	Promoção de iniciativas ecológicas e compromisso comunitário para incentivar a responsabilidade social e a sustentabilidade.