

Modelos de negócio para inovações sustentáveis: uma abordagem para as tecnologias de recolha de energia em pavimentos rodoviários

**Mariana Barbosa Aguiar**

Relatório de Estágio

**Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente**

Orientado por

Professor Doutor Luís Miguel da Costa Monteiro de Carvalho

Supervisor de Estágio: Doutor Francisco João Anastácio Duarte

2020

## **Agradecimentos**

A realização deste trabalho foi possível graças ao apoio de várias pessoas que me acompanharam ao longo desta particular jornada académica no Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente, às quais gostaria de apresentar formalmente o meu agradecimento.

Desta forma, gostaria de agradecer ao Professor Doutor Luís Carvalho, o meu orientador académico, pelo seu constante apoio, orientação, ensino, disponibilidade e esclarecimento de dúvidas prestado ao longo deste trabalho.

Simultaneamente, gostaria de agradecer ao Doutor e Engenheiro Francisco Duarte, supervisor de estágio, pelo voto de confiança e a oportunidade de estágio que me foi concedida, para mim de grande valor e crescimento profissional e pessoal. Assim como, agradecer todo o apoio, esclarecimento de dúvidas, e partilha de conhecimentos que me transmitiu ao longo do período de estágio, e posteriormente até ao término deste trabalho.

Gostaria ainda, de prestar o meu agradecimento a toda a equipa da Pavnext<sup>®</sup>, em especial às minhas colegas de estágio, Ana e Inês, e à Doutora Sílvia Soares pelo apoio prestado ao longo do decorrer do estágio e deste trabalho.

Em paralelo agradeço aos amigos e familiares que me acompanharam e tornaram possível a realização e conclusão desta etapa, através do seu apoio incondicional e disponibilidade.

## Resumo

Atualmente, as iniciativas que respondem aos ideais de sustentabilidade estão a transformar os mercados e a sociedade. Estas têm vindo a despoletar inovações caracterizadas como sustentáveis, muitas vezes associadas a processos e atividades disruptivas e a mercados ainda emergentes. Uma das mudanças necessárias para o desenvolvimento de inovações “sustentáveis” passa pela formação de novos modelos de negócio, que permitam a obtenção de vantagem competitiva sustentável – no domínio económico, social e sobretudo ambiental – e, por conseguinte, a sua difusão e escalabilidade no mercado.

Com vista a explorar estes desafios, o presente relatório resulta do trabalho realizado no contexto de um estágio curricular, que teve como principal objetivo o desenvolvimento de um plano de negócios para entrada no mercado europeu da *start-up* Pavnext<sup>®</sup> (instituição de acolhimento). Centrado numa tecnologia que possibilita a recolha de energia com aplicações no pavimento rodoviário (*Next-road*), o estágio permitiu a elaboração de uma análise teórico-prática no âmbito dos modelos de negócio para inovações sustentáveis, assim como deduzir algumas conclusões acerca da sua importância aquando do processo de entrada/criação de um novo mercado. O relatório salienta que sendo este tipo de tecnologias imaturas e com uma procura pouco definida, tais requerem particular atenção face ao processo de difusão e formação de mercados paralelo ao seu desenvolvimento, nomeadamente aquando da criação de modelos de negócio inovadores que lhes permita o endereço próspero nesses novos mercados. Para tal, os modelos de negócio devem ser fundamentados por princípios inovadores e sustentáveis na maioria dos seus constituintes, entre os quais uma proposta de valor competitiva, e recursos e processos chave estratégicos, capazes de alavancar a vantagem competitiva da empresa e tecnologia nesses novos mercados.

**Palavras-chave:** modelo de negócio, inovações sustentáveis, proposta de valor sustentável, recolha de energia em pavimentos rodoviários, mobilidade urbana sustentável, inovação.

## **Abstract**

Nowadays, initiatives that respond to sustainability ideals are transforming the markets and society. These have been triggering sustainable innovations often associated with disruptive processes and activities, and markets that are still emerging. One of the necessary changes for the development of sustainable innovations is the formation of new business models that allow the gain of sustainable competitive advantage - in the economic, social and environmental domains -, and, therefore, its diffusion and scalability in the market.

In order to explore these challenges, this report is the result of the work carried out in the context of a curricular internship, whose main goal was the development of a business plan for the *start-up* (Pavnext<sup>®</sup>) entrance in the European market. Centred in a technology (Next-road) that allows the harvest of energy from the road pavement.

This internship allowed the elaboration of a theoretical-practical analysis within the scope of business models for sustainable innovations, as well to deduce some conclusions about its importance during the process of entry/creation of a new market. This report stresses that, as this type of technology is immature and with little defined demand, it requires particular attention in view of the process of diffusion and formation of markets parallel to its development, namely when creating innovative business models that allow them to have a prosperous address. To this end, business models must be based on innovative and sustainable principles in most of their constituents, including a competitive value proposition, and key strategic resources and processes, capable of leveraging the company's competitive advantage and technology in these new markets.

**Keywords:** business model; sustainable innovations, sustainable value proposition, road pavement energy harvesting, sustainable urban mobility, innovation.

## Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstract.....	iii
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Tabelas .....	viii
Lista de Abreviaturas.....	x
1. Introdução .....	1
1.1. Tema e Desafios.....	1
1.2. A empresa: Pavnext® .....	1
1.2.1. Next-road: Tecnologia de Energy Harvesting.....	2
1.2.2. Atividades Desenvolvidas no Estágio .....	4
1.3. Objetivos e Pertinência do Trabalho .....	5
1.3.1. Questões de investigação.....	6
1.4. Organização do Relatório .....	7
2. Revisão de Literatura .....	8
2.1. Contexto Societal da Tecnologia .....	8
2.1.1. <i>Next-road</i> : contributo para a mobilidade sustentável e <i>smart cities</i> .....	8
2.2. Modelos de Negócio.....	10
2.2.1. O conceito de modelo de negócio .....	10
2.2.2. Modelos de negócio e a inovação.....	12
2.3. Modelos de Negócio Sustentáveis.....	15
2.3.1. Modelos de Negócio para Inovações Sustentáveis.....	18
2.4. Síntese literária.....	20
3. Metodologia .....	22
3.1. Metodologia Investigação-Ação ( <i>Action-Research</i> ).....	22
3.2. Fontes de informação utilizadas .....	24
3.3. Síntese Metodológica.....	25
4. Resultados.....	26
4.1. Análise Externa .....	26
4.1.1. Análise PESTEL.....	26
4.1.2. Análise Competitiva .....	34

4.2.	Forças de Porter.....	40
4.3.	Análise SWOT.....	47
4.4.	Síntese análises externas e internas.....	51
4.5.	Formulação do Modelo de Negócio.....	53
4.5.1.	Proposta de Valor.....	53
4.5.1.1.	Análise Técnica, Económica e Custo-Benefício.....	55
4.5.1.2.	Impacto SETA.....	67
4.5.2.	Segmento de Clientes.....	71
4.5.2.1.	Processo de Descoberta do Cliente.....	73
4.5.2.2.	Processo de Validação do Cliente.....	78
4.5.3.	Relações com os Clientes.....	80
4.5.4.	Parceiros Chave.....	80
4.5.5.	Fluxos de Receita.....	81
4.5.6.	Estrutura de Custos.....	83
4.5.7.	Canais de Comunicação e Distribuição.....	84
4.5.8.	Recursos Chave.....	84
4.5.9.	Atividades Chave.....	85
4.5.10.	Business Model Canvas.....	86
5.	Conclusão.....	88
5.1.	Discussões.....	88
5.2.	Limitações e Pesquisa Futura.....	92
6.	Referências Bibliográficas.....	94
7.	Anexos.....	112
7.1.	Proposta de Estágio.....	112
7.2.	Plano de Trabalho.....	114
7.3.	Análise PESTEL.....	115
7.4.	Análise Concorrência Direta.....	116
7.5.	Análise SWOT Cruzada.....	117
7.6.	Cálculos auxiliares para a análise técnica, económica e custo-benefício.....	122
7.7.	Cálculos análise de sensibilidade.....	124
7.8.	Cálculos auxiliares para a realização da análise de Impacto.....	124
7.9.	Plano hipotético de vendas previsto para cada segmento de clientes.....	132
7.10.	Identificação dos principais segmentos de clientes da Pavnext®.....	135

7.11.	Guião da entrevista dos processos de Descoberta e Validação do Cliente.....	136
7.12.	Respostas à entrevista do processo de descoberta do cliente .....	140
7.13.	Respostas à entrevista do processo de validação do cliente .....	149

## Índice de Figuras

Figura 1: “The business models for sustainability innovation framework” .....	18
Figura 2: Fases da metodologia investigação-ação.....	25
Figura 3: Cronologia do trabalho realizado de acordo com as fases da metodologia investigação-ação .....	25
Figura 4: Ilustração do funcionamento do Next-road .....	53
Figura 5: Proposta de valor do Next-road .....	55
Figura 6: Business Model Canvas - Next-road .....	87



## Índice de Tabelas

Tabela 1: Análise qualitativa da concorrência.....	39
Tabela 2: Valores das variáveis relativas ao tráfego.....	59
Tabela 3: Valores das variáveis relativas à análise técnica.....	60
Tabela 4: Valores das variáveis relativas à análise económica.....	60
Tabela 5: Valores das variáveis relativas à aplicação de energia .....	63
Tabela 6: Valores das variáveis relativas à análise financeira (Autoconsumo).....	65
Tabela 7: Valores das variáveis utilizadas como referência para os cenários mínimo, médio e máximo.....	68
Tabela 8: Previsão de vendas ao longo dos cinco anos de análise.....	69
Tabela 9: Valores das variáveis de impacto para os cenários mínimo, médio e máximo.....	69
Tabela 10: Principais problemas dos Municípios em linha com os contributos do Next-road .....	74
Tabela 11: Principais problemas dos Operadores de Autoestradas em linha com os contributos do Next-road.....	74
Tabela 12: Principais problemas dos Operadores de Infraestruturas Rodoviárias em linha com os contributos do Next-road.....	75
Tabela 13: Posição de cada entidade face a cada tópico inquirido .....	76
Tabela 14: Identificação dos principais incentivos e barreiras à potencial adoção do Next-road.....	77
Tabela 15: Cronologia do plano de trabalhos.....	114
Tabela 16: Síntese análise PESTEL.....	115
Tabela 17: Comparação concorrência direta.....	116
Tabela 18: Análise SWOT e SWOT Cruzada.....	121
Tabela 19: Descrição das categorias de veículos .....	122
Tabela 20: Análise de sensibilidade .....	124
Tabela 21: Valores de referência utilizados na componente de segurança rodoviária da análise de impacto.....	124
Tabela 22: Identificação dos parâmetros relativos às smart cities em Espanha e Portugal	125
Tabela 23: População residente em smart cities em Espanha e Portugal .....	127
Tabela 24: Hipóteses aplicadas ao cálculo do número de potenciais acidentes a ocorrer nos locais de instalação do pavimento .....	127
Tabela 25: Valores de redução de acidentes por aplicação para os cenários mínimo, médio e	

máximo.....	128
Tabela 26: Valor médio de feridos graves e fatalidades ocorrentes em Espanha e Portugal .....	131
Tabela 27: Número médio de feridos graves e fatalidades em Portugal e Espanha .....	131
Tabela 28: Redução anual de feridos graves e fatalidades por aplicação para os cenários mínimo, médio e máximo.....	131
Tabela 29: Plano de vendas totais previsto .....	133
Tabela 30: Plano de vendas por ano, por grupo e por segmento de clientes previsto .....	134
Tabela 31: Identificação dos principais segmentos de clientes .....	135
Tabela 32: Respostas à entrevista do processo de descoberta do cliente .....	148
Tabela 33: Respostas à entrevista do processo de validação do cliente .....	153

## Lista de Abreviaturas

AADT - volume de tráfego médio diário anual

ACP - Automóvel Club de Portugal

AEG - total de energia gerada por ano

AIE - Agência Internacional de Energia

Análise PESTEL – Análise dos fatores políticos (P), económicos (E), sociais (S), tecnológicos (T), ambientais (E) e legais (L) que influenciam a atividade da empresa

Análise SWOT – Análise dos pontos fortes (S – *strengths*), fracos (W - *weaknesses*), oportunidades (O – *opportunities*) e ameaças (T-*threats*) que influenciam a empresa

ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

AR - metodologia *action research* (investigação-ação)

ATE - evolução anual do tráfego

B2B - *business to business* (segmento de negócio entre empresas)

B2G - *business to government* (segmento de negócio entre empresas e entidades públicas)

CAPEX - montante de investimento em bens capitais

CF – *capacity factor* (fator de capacidade)

CFLO - fluxos de receita anuais

CFLOU – fluxos de receita anuais atualizados

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

COP21 – 21ª Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas

DES - *energy distributed system* (sistema de energia distribuído)

EEP - custos com equipamento extra necessários à construção do pavimento

EGV cat - energia gerada por cada categoria de veículo

EHW - largura de cada módulo do pavimento

ERV cat - montante médio de energia cinética libertada por cada categoria de veículo

GEE – Gases do efeito estufa

Gt - gigatonelada

I&D – Investigação e Desenvolvimento

I2V - Sistemas de comunicação entre infraestruturas e veículos

ICPM - preço de instalação unitário do módulo

IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes

INF - inflação anual

IPM - capacidade instalada de cada unidade de geração de energia

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização)

ITS – Sistemas Inteligentes de Transporte

IVA – Imposto sobre o valor acrescentado

LCOE – *levelized cost of electricity* (custo nivelado da eletricidade)

LDT - tráfego diário anual por faixa

NL - nº de faixas de rodagem consideradas no estudo

NMI - número total de módulos necessário instalar

NMP - número de metros de pavimento instalado

NOx – Óxido de Azoto

OCI - outros custos

ODS - Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável

OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

ONU - Organização das Nações Unidas

OPEX - montante de investimento em custos operacionais

PIB – Produto Interno Bruto

PME – Pequenas e Médias Empresas

PPM - preço bruto por módulo da tecnologia

PPPs - parcerias público-privadas

PPW – *price per installed watt* (preço por watt instalado)

PRP – Prevenção Rodoviária Portuguesa

ROC - tempo de recuperação do investimento

RPEH – *Road Pavement Energy Harvesting* (tecnologia de recolha de energia aplicada ao pavimento rodoviário)

SCAH - número de horas diárias médio de consumo de energia da mesma da aplicação elétrica

SCAS - poupanças de energia anuais

SCECP - poupanças totais ao longo dos 10 anos de vida útil do projeto

SCEI - inflação anual do preço da energia elétrica

SCEP - preço inicial da energia elétrica

SCEPY - preço de energia atualizado

SCIP - potência instalada da aplicação elétrica

SCPC - percentagem de contribuição de energia  
SCPCE - energia consumida para o período de análise  
SCYCE - consumo energético anual da aplicação elétrica a endereçar a energia produzida  
TAS – velocidade média de deslocação dos veículos  
TD cat - distribuição de cada categoria de tráfego por faixa  
TEge - total de energia gerada para os 10 anos  
Tep - toneladas equivalentes de petróleo  
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação  
TINV - montante total de investimento para a vida útil do projeto, incluindo bens capitais e custos operacionais  
TIP - capacidade total instalada  
TIR/IRR - taxa de atualização do projeto  
UE – União Europeia  
UNECE – Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa  
UPTEC – Parque da Ciência e da Tecnologia da Universidade do Porto  
V2V - Sistemas de comunicação entre veículos  
VAL/NPV - valor atualizado líquido  
YMP - preço anual de manutenção por módulo  
 $\eta$  - eficiência de conversão do pavimento

# 1. Introdução

## 1.1. Tema e Desafios

Atualmente, as iniciativas que correspondem aos ideais definidos pela sustentabilidade estão a transformar os mercados e a sociedade, visto que os contributos sociais e ambientais têm ganho igual ou maior relevo que os económicos. Passando a constituir uma nova orientação estratégica e potencial fonte de vantagem competitiva para as empresas (Brindley & Oxborrow, 2014; Patala, et al., 2016).

O crescente desenvolvimento de inovações caracterizadas como sustentáveis origina novas tecnologias, produtos e serviços, assim como negócios e modelos organizacionais com desempenho melhorado no espetro ambiental, social e económico (Boons *et al.*, 2013). Salientado-se a relevância destas inovações para a transformação sustentável dos hábitos de consumo e produção tradicionais, embora geralmente enfrentem uma maior dificuldade e desafios de entrada nos mercados tradicionais, dado o seu carácter inovador (Tukker, et al., 2008).

Neste sentido, uma das mudanças necessárias ao suporte do desenvolvimento de tecnologias inovadoras sustentáveis, que contribuem diretamente para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e adaptação das condições e exigências da sociedade global atual, passa pela formação de modelos de negócio, que permitam a obtenção de vantagem sustentável competitiva no domínio económico, social e sobretudo ambiental. E, por conseguinte, a sua difusão e escalabilidade no mercado. Isto porque, os efeitos de sustentabilidade ambiental, social e económica, não são apenas determinados pela inovação/tecnologia *per si*, mas, também, pelo modo como esta é entregue aos seus potenciais clientes (Lüdeke-Freund, 2013).

Como tal, os modelos de negócio podem constituir, uma abordagem relevante aquando do processo de transformação do valor potencial de novas tecnologias (inovação) em resultados de mercado. Pelo que cabe à empresa estudar e definir, o modelo de negócio mais adequado à transposição do valor da tecnologia para o cliente (Chesbrough & Rosenbloom, 2002).

## 1.2. A empresa: Pavnex<sup>®</sup>

A Pavnex<sup>®</sup> é uma *start-up* portuguesa, sediada em Coimbra, e localizada no centro I da UPTEC (Parque da Ciência e da Tecnologia da Universidade do Porto) situado na Asprela (Porto). Esta *start-up* nasceu fruto do projeto de Doutoramento do supervisor deste

estágio, Doutor Francisco Duarte, e atualmente tem como objetivo o desenvolvimento de soluções inovadoras que possam contribuir para a melhoria da saúde humana e qualidade ambiental a partir das suas inovações.

Atualmente o foco da empresa é o produto *Next-road*, uma tecnologia de *energy harvesting* com aplicação em pavimentos rodoviários, caracterizada como inovadora, disruptiva e direcionada para a sustentabilidade.

Dada a fase corrente de desenvolvimento tecnológico, esta encontra-se prestes a entrar em fase comercial. Como tal, carece de um modelo de negócio que permita, entre outros aspetos, a entrada com sucesso nos mercados que pretende endereçar, e sobretudo a promoção do seu valor integrado nas áreas de mobilidades sustentável e energia. De modo que esta necessidade constitui o principal mote de realização deste trabalho.

### **1.2.1.Next-road: Tecnologia de Energy Harvesting**

Primeiramente, e para o seguimento deste trabalho, interessa dar a conhecer, de forma breve, a tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup> - *Next-road* -, assim como o conceito tecnológico do seu advento - *energy harvesting*.

O conceito de *energy harvesting* (ou *energy scavenging*), significa um processo no qual a energia é capturada, transformada, armazenada e utilizada através do emprego de várias interfaces, aparelhos de armazenamento, e outras unidades (Khaligh & Onar, 2010). Por sua vez, a energia gerada pode provir de diferentes fontes de energia, fontes macro, incluindo fontes solares, eólicas, hidráulicas, oceânicas, e fontes micro, por exemplo, através de vibrações mecânicas, fontes eletromagnéticas, luz, acústica, calor e variações de temperatura (Duarte & Ferreira, 2016; Yildiz, 2009; Khaligh & Onar, 2010). Como tal, considerando que neste tipo de sistemas a geração de energia elétrica é, geralmente, proveniente de fontes renováveis/alternativas aos combustíveis de origem fóssil, estes podem ser considerados como um exemplo tecnológico para a sustentabilidade (Khaligh & Onar, 2010).

Relativamente à aplicação deste tipo de tecnologias nos pavimentos (RPEH), é possível dividi-las em duas categorias. Uma no qual a energia é captada através da radiação solar, com recurso a células fotovoltaicas que posteriormente a transformam em energia elétrica (Harb, 2010; Duarte & Ferreira, 2016). E outra no qual a energia é captada através da energia mecânica gerada pela ação da carga dos veículos no pavimento rodoviário, podendo ser colhida diretamente através de coletores piezoelétricos que geram energia elétrica; ou através de sistemas hidráulicos, pneumáticos, eletromecânicos ou microeletromecânicos que transferem a energia captada para geradores eletromagnéticos, que por

sua vez produzem energia elétrica - como é o caso do pavimento desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup> - (Harb, 2010; Duarte & Ferreira, 2016).

Tendo por base uma análise comparativa de ambos os tipos de tecnologia de RPEH, Duarte & Ferreira (2016) concluíram que, embora a maior parte das tecnologias não esteja num estado completamente desenvolvido e validado, as tecnologias que utilizam a energia mecânica proveniente do veículo são as que apresentam um potencial mais relevante em termos de geração e conversão de energia elétrica. E, por conseguinte, nessa categoria, as de tipo hidráulico e eletromecânico são as que apresentam um processo de instalação mais simples, e constituem uma solução mais eficiente em termos de conversão de energia elétrica (Duarte & Ferreira, 2016).

Assim sendo, a tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup> - *Next-road* - vem constituir um sistema eletromecânico de *energy harvesting* a implementar na superfície rodoviária, a partir do qual é possível gerar energia elétrica através da energia cinética captada dos veículos, assim como reduzir de forma automática a velocidade dos veículos, sem qualquer tipo de intervenção por parte do condutor. A tecnologia permite, ainda, realizar a monitorização do tráfego rodoviário, assim como dados relativos às condições ambientais e à eficiência energética local. Por sua vez, a energia elétrica produzida é armazenada fora do pavimento e permite a sua utilização em variadas aplicações locais, ou a possibilidade de injeção na rede elétrica (Pavnext, 2019a).

Deste modo, a referida tecnologia vem promover a produção de energia elétrica proveniente de fontes renováveis, através da conversão de energia mecânica, tipicamente desperdiçada, em energia útil. Assim como, a promoção das tecnologias de *smart cities*, através da possibilidade de monitorização de dados úteis locais. E, sobretudo, a promoção da mobilidade sustentável através da possibilidade de utilização da energia limpa gerada para o carregamento de variadas formas de mobilidade elétrica, e através da promoção da segurança rodoviária com a redução da velocidade dos veículos, contribuindo para a diminuição da ocorrência de atos de sinistralidade rodoviária (Pavnext, 2019b).

Adicionalmente, o tipo de tecnologia de *energy harvesting* retratado neste trabalho pode ser considerado como um sistema de energia distribuído (DES), permitindo a descentralização dos modos de produção de energia, providenciando os utilizadores com aplicações energéticas autossustentáveis e aproximando-os da fonte de produção energética, evitando assim perdas por transmissão de longas distâncias (Alanne & Saari, 2006; Ren *et al.*, 2019). Sendo, por isso, considerado como uma alternativa confiável, eficiente e ecológica



face aos sistemas tradicionais de produção energia (Alanne & Saari, 2006).

Ainda, enquanto tecnologia pertencente à Pavnext<sup>®</sup>, o *Next-road* conta já com um progressivo reconhecimento a nível nacional e internacional. Assinalando a participação em vários concursos nos quais a tecnologia tem saído vencedora, tais como o programa “*Big Smart Cities*” promovido pela Vodafone e Ericsson; o “Prémio Inovação’17 – Segurança Rodoviária” promovido pela ACP (Automóvel Club de Portugal); o “Prémio Inovação” promovido pela Valorpneu, o Concurso “*Ideas from Europe*”; o Concurso “*ClimateLaunchpad*”; entre outros (Pavnext, 2019b).

### 1.2.2. Atividades Desenvolvidas no Estágio

O estágio iniciou-se no mês de outubro de 2019 e terminou no mês de maio do ano seguinte, perfazendo uma duração de 8 meses, fruto das condições excecionais vividas em 2020 causadas pela pandemia COVID-19. Como tal, o estágio foi realizado, até meados de março, de forma presencial nas instalações da Pavnext<sup>®</sup>, e, até maio, em modo virtual devido às condições referidas.

Enquanto estudante de mestrado e estagiária na empresa, no âmbito de um estágio curricular, as tarefas desempenhadas culminaram no desenvolvimento de um plano de negócios, para a tecnologia desenvolvida pela empresa, no âmbito do mercado europeu. Por sua vez, esse plano serviu como suporte para o presente relatório de estágio, permitindo a elaboração de uma análise teórico-prática no âmbito dos modelos de negócio para inovações sustentáveis.

De forma sucinta, no estágio foram realizadas várias análises qualitativas para a avaliação do ambiente externo à empresa, e à própria tecnologia, fatores necessários considerar aquando da elaboração do modelo de negócio. Posteriormente foi também elaborado um estudo de mercado na lógica do cliente, no qual foi averiguado o modo como o cliente compra/procura/decide, por forma a perceber o modo mais eficaz e potenciais tendências de atuação no mercado.

Já na ótica da empresa, foram, ainda, realizadas algumas análises do foro organizacional interno, assim como, desenvolvidas várias hipóteses de modelos de negócios (propostas de valor, parceiros necessários, *pricing model*), que posteriormente foram alvo de um processo de validação em ambiente real pelos potenciais clientes da empresa.

Finalmente, após este trabalho analítico a nível externo e interno, foi possível elaborar as devidas conclusões, que permitiram, entre outros, aferir quais os recursos-chave ne-

cessários em termos de investimento/financeiro adequados à estratégia definida. E puderam ser retiradas conclusões acerca dos fatores externos e internos que restringem a tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>, e as de RPEH no geral, salientando a importância do modelo de negócio e proposta de valor aquando do processo de entrada/criação de um novo mercado para uma tecnologia inovadora e sustentável deste tipo, e para o qual é fulcral a obtenção de vantagem competitiva.

Em anexo encontra-se a proposta de estágio (7.1) e um cronograma do plano de atividades seguido para a realização deste trabalho (7.2).

Mais concretamente o presente trabalho foi realizado sobre a ótica de uma metodologia investigação-ação. De modo a elaborar, com base em literatura científica relacionada, um modelo de negócio para uma inovação sustentável através do qual a empresa possa exercer a sua atividade com sucesso e relevância, com particular destaque no domínio da mobilidade sustentável (social e ambiental).

### **1.3. Objetivos e Pertinência do Trabalho**

O objetivo deste trabalho consiste na realização de um relatório de estágio baseado na atividade curricular desempenhada na *start-up* Pavnext<sup>®</sup>. E, cujo tema de investigação centrar-se-á no desencadear do processo de desenvolvimento de um modelo de negócio para inovações sustentáveis. Analisando/verificando que fatores relativos ao contexto interno e externo da tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>, se impõe à elaboração de um modelo de negócio para inovações sustentáveis como esta.

Um dos principais motes de realização do estágio vai de encontro com o objetivo inicial proposto pela empresa, o qual se depreendia com a perceção do potencial de escalabilidade (Bergin, 2001) da *start-up*, de modo a posteriormente ser desenvolvida uma estratégia para a sua entrada no mercado europeu, nas áreas de *smart cities* e mobilidade sustentável. Objetivo para o qual é essencial o desenvolvimento de um modelo de negócio sustentável no tempo e em qualidade, por forma a potenciar a atividade da empresa, e a sua tecnologia inovadora e disruptiva.

O presente tema vem demonstrar relevância pois, o modelo de negócio, e, por conseguinte, a sua proposta de valor, constitui parte fundamental da atividade da empresa, definindo toda a sua atividade e potencial no mercado.

Todavia, a adoção e desenvolvimento de modelos de negócio sustentáveis é um tópico pouco estudado na literatura e de caráter emergente, existindo, por isso, uma lacuna na

literacia do tema (Evans *et al.*, 2017). Importa ainda salientar que o conhecimento no domínio da inovação associada aos modelos de negócio sustentáveis ainda não está consolidado, experienciando uma falta de concordância acerca dos conceitos inerentes a este tópico e o modo em como executar este processo (Yang *et al.*, 2017). Pelo que este trabalho vem representar um contributo para a literatura, ao fornecer uma base de estudo para a análise do desempenho de um potencial modelo de negócio desenvolvido para uma tecnologia sustentável e inovadora.

Adicionalmente, o pavimento inovador de *energy harvesting* desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>, tem relevância de estudo no contexto atual, no sentido em que possui benefícios ambientais inerentes, relacionados com os ODS delineados pelas Nações Unidas (ONU). Nomeadamente, relacionados com a produção de energia elétrica (ODS 7), com a segurança rodoviária (ODS 3), inovação (ODS 9), *smart cities* (ODS 11), e circularidade dos materiais de produção do pavimento (ODS 12) (Pavnext, 2019b). E também benefícios no âmbito do problema global que é a descarbonização e ação climática (ODS 13), transversal a todos os setores de uma economia. Sendo, neste estudo, salientada a contribuição desta tecnologia para o futuro sustentável do setor dos transportes e energia, os quais constituem os mais poluentes devido à utilização de combustíveis fósseis como fonte de energia motora, e à geração de energia elétrica proveniente de fontes não renováveis, respetivamente (International Energy Agency, 2019).

### 1.3.1. Questões de investigação

Nesse sentido é possível enunciar as seguintes questões, a explorar e responder ao longo deste trabalho, por via de diferentes metodologias:

**Q1: Quais os fatores críticos para o desenho/desenvolvimento de modelos de negócio sustentáveis?**

**Q2: Como se caracteriza o ambiente competitivo das tecnologias de *energy harvesting*, no geral e na Pavnext<sup>®</sup>, em particular?**

**Q3: Que proposta de valor e que componentes podem informar o modelo de negócio da tecnologia *Next-road*?**

**Q4: Quais os principais entraves (desafios) e vantagens que a tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup> possui para a elaboração de modelos de negócio para inovações sustentáveis?**

#### **1.4. Organização do Relatório**

O presente relatório está organizado da seguinte forma. O ponto 2 introduz e define os principais conceitos inerentes a este estudo, tais como a mobilidade sustentável e os modelos de negócio. Explicando a diferença entre os modelos de negócio tradicionais e os sustentáveis – para os quais a definição e entrega de uma proposta de valor sustentável é essencial, de modo a satisfazerem-se as condições de valor social, ambiental e económico. E ainda, expondo a relação que os modelos de negócio vêm apresentar para com os conceitos de inovação e sustentabilidade aplicados ao domínio tecnológico.

De seguida, é apresentada a metodologia principal utilizada para a elaboração de um estudo desta natureza, que por sua vez vem compreender as ferramentas utilizadas no estágio, e que permitiram o alcance dos objetivos propostos, entre os quais a definição de um modelo de negócio para uma inovação sustentável. Sendo posteriormente apresentados os resultados obtidos através da utilização de cada uma das ferramentas referenciadas, e explicados os seus contributos para o processo de estudo em causa. Permitindo, finalmente, retirar as principais conclusões e direções de pesquisa e ação futura para a atividade da empresa e um estudo deste carácter.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1. Contexto Societal da Tecnologia

Tendo em conta as dimensões e características explícitas da referida tecnologia no âmbito social e ambiental, esta vem enquadrar-se no domínio das aplicações tecnológicas para o desenvolvimento sustentável - desenvolvimento de atividades várias por forma a atender as necessidades presentes sem prejudicar o atender das necessidades das gerações futuras (United Nations - World Commission on Environment and Development , 1987).

Mais concretamente, a presente tecnologia vem alinhar-se com vários dos ODS propostos pela ONU na “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e os seus 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável”, para os quais são necessárias mudanças no paradigma económico, social e ambiental. Favorecendo o desenvolvimento de conceitos tais como o da mobilidade sustentável, nomeadamente, a segurança rodoviária e mobilidade elétrica. Que por sua vez, vêm inserir-se nesse âmbito, visto que o transporte sustentável, seguro, inteligente e energeticamente eficiente é apontado como um dos principais catalisadores da mudança em direção ao alcance do desenvolvimento sustentável de forma holística (Eurostat, 2019c).

#### 2.1.1. *Next-road*: contributo para a mobilidade sustentável e *smart cities*

Enquanto tecnologia de carácter e benefício ambiental e social, o *Next-road* e o conceito de *energy harvesting* são passíveis de relacionar-se com o conceito de mobilidade sustentável. Pois possibilitam a utilização da energia gerada para o carregamento de formas de mobilidade elétrica, em simultâneo com a capacidade de promoção da segurança rodoviária providenciada pela desaceleração automática dos veículos.

Usualmente, o conceito de mobilidade sustentável está associado às escolhas relativas aos modos de transporte dos indivíduos singulares e coletivos. Escolhas que devem ser realizadas com base nas premissas de menor intensidade energética e menor poluição, englobando, por isso, diferentes modos de transporte e fontes de combustível alternativas, assim como alterações ao nível da infraestrutura, ambiente e mentalidades inerentes ao setor dos transportes e energia (European Commission, 2016).

Ou seja, o conceito de mobilidade sustentável, é, vulgarmente, apenas percebido através do seu carácter ambiental, que se depreende, principalmente, com a promoção da mobilidade elétrica. A qual representa um sistema de relações entre infraestruturas, atores e

tecnologias que pretendem alcançar um modo de transporte sustentável alimentado com energia elétrica, em alternativa aos combustíveis fósseis (Abdelkafi, Makhotin, & Posselt, 2013).

No caso específico dos sistemas de RPEH, estes possuem o potencial de atuar como atores e infraestruturas no sistema da mobilidade elétrica, mais concretamente, como fornecedores de serviço de energia (*service providers*) (Abdelkafi, Makhotin, & Posselt, 2013) para o carregamento das formas de mobilidade elétrica.

Contudo, o conceito de mobilidade sustentável tem experienciado um significativo desenvolvimento. Incluindo na sua base aspetos não só do foro ambiental (mobilidade elétrica), mas também social (segurança rodoviária) e económico, adotando a perspetiva holística de desenvolvimento sustentável, cada vez mais relevante no contexto social atual (Guinée, et al., 2011; Holden, Gilpin, & Banister, 2019).

Do ponto de vista social, a sinistralidade rodoviária é considerada como um dos grandes desafios no domínio da mobilidade sustentável das cidades, sobretudo devido aos elevados custos sociais e económicos inerentes ao efeito (Sustainable Mobility for All, 2017), enfatizando a necessidade de promover a segurança rodoviária. Neste sentido, o objetivo de segurança rodoviária depreende-se com os esforços preventivos necessários para terminar com a condição de dor humana e sofrimento psicológico (fatalidades e feridos graves), e custos económicos (danos materiais) inerentes às fatalidades e ferimentos resultantes dos acidentes causados pelos transportes, com maior relevância dos rodoviários. Para tal, é necessário uma reforma e planeamento estratégico por parte do setor dos transportes, assim como de todos os seus intervenientes, por forma a construir estradas, infraestruturas e comportamentos viários mais seguros (Sustainable Mobility for All, 2017).

Ao mesmo tempo, o fenómeno de congestionamento rodoviário, muito frequente nas áreas urbanas, pode ser diretamente relacionado com a condição de sinistralidade rodoviária. Já que as medidas públicas para a minimização deste primeiro fenómeno, podem também providenciar um efeito favorável na promoção da segurança rodoviária (Albalade & Fageda, 2019). Neste sentido, a obtenção de dados de tráfego em tempo real constitui também uma mais valia para a minimização de alguns efeitos negativos ambientais, económicos e sociais inerentes ao fenómeno de congestionamento de tráfego. Por exemplo, através da redução do risco de acidentes e gestão do auxílio médico e policial aos sinistros rodoviários (OECD, 2007).

Por sua vez, os valores da mobilidade sustentável (ambiental e social) e da componente analítica de geração de dados variados, promovidos pela tecnologia, são intrínsecos ao conceito de *smart cities*, atualmente, muito relevante, no domínio da inovação e desenvolvimento tecnológico.

Como tal, uma cidade inteligente (*smart city*) é, maioritariamente, caracterizada pelo uso dominante das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nos seus sistemas, infraestruturas e serviços em vários domínios; dotando-os com maior eficiência, conectividade e inteligência (Nam & Pardo, 2011).

Contudo, outras descrições têm surgido no âmbito de se alcançar uma definição mais holística, já que uma cidade é constringida por vários fatores de ordem económica, social, infraestrutural, etc. (European Parliament, 2014). Neste sentido, uma cidade é considerada inteligente quando o crescimento sustentável económico e a melhoria das condições de vida da sua população são despoletados por investimentos nos capitais humano e social, e nas infraestruturas de comunicação modernas e tradicionais (Schaffers, et al., 2011). Permitindo a resolução de problemas urbanos, em linha com a sustentabilidade de longo prazo e resiliência de adaptação e transformação de todos os sistemas e infraestruturas da cidade (Chang & Kalawsky, 2017).

## **2.2. Modelos de Negócio**

Uma das mudanças necessárias ao suporte do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, que contribuem diretamente para o alcance dos ODS e adaptação das condições e exigências da sociedade global atual, passa pela formação de modelos de negócio que permitam a obtenção de vantagem sustentável competitiva no domínio económico, social e sobretudo ambiental. E, por conseguinte, a sua difusão e escalabilidade no mercado. Isto porque, os efeitos de sustentabilidade ambiental, social e económica, não são apenas determinados pela inovação/tecnologia *per se*, mas, também, pelo modo como esta é entregue aos seus potenciais clientes (Lüdeke-Freund, 2013).

### **2.2.1. O conceito de modelo de negócio**

Atualmente, não existe, ainda, um consenso literário sobre a definição concreta do conceito de modelo de negócio. De modo que este pode ser percebido como um elemento artificial capaz de assumir várias formas. Podendo, por exemplo, constituir uma definição verbal, um diagrama, um conceito, ou um enquadramento específico e complexo, entre

outras (Lüdeke-Freund, 2013; Zott, Amit, & Massa, 2010), imperado pela criação e entrega de valor.

Contudo, uma das definições mais usuais do conceito passa pela descrição dos seus principais componentes (Zott, Amit, & Massa, 2010). Sendo que, para este estudo, o modelo de negócio foi definido em conformidade com essa mesma lógica. Neste sentido, de forma resumida, o modelo de negócio de uma empresa compreende os seus processos-chave (Ex: logística, produção, marketing e métodos de operação conjunta), assim como os seus principais produtos vendidos, por forma a conseguir atingir os seus objetivos estratégicos (OECD/Eurostat, 2018). Ou seja, um modelo de negócio consiste na interligação de quatro principais dimensões, a criação de valor para o cliente, a fórmula de geração de receitas, e os principais recursos e processos que tornam os fatores anteriores exequíveis, possibilitando, de forma integral, a criação e entrega de valor (Teece, 2010; Magretta, 2002; Johnson, Christensen, & Kagermann, 2008).

Analisando cada um destes fatores em particular, Johnson, Christensen, & Kagermann (2008) e Osterwalder & Pigneur (2010) referem que, a proposta de valor para o cliente é o fator principal, situando-se na base de todo o processo de criação e entrega de valor. Compreendendo, essencialmente, toda a mecânica de identificação dos clientes e das suas necessidades, assim como o modo preciso de satisfação das mesmas.

Ou seja, Johnson, Christensen, & Kagermann (2008) e Osterwalder & Pigneur (2010), afirmam que uma das formas mais eficazes de criar uma proposta de valor para o cliente, é através da quebra das principais barreiras que muitas vezes impedem a satisfação das suas necessidades. Sendo estas, geralmente, inerentes aos fatores de acesso ao produto/serviço, acesso ao capital financeiro, capacidades intelectuais/físicas de acesso/utilização e o tempo necessário à afetação das mesmas.

Ademais, no meio organizacional e empresarial, uma proposta de valor sustentada, bem executada e entregue, pode ser encarada como um contributo de grande significância para o desempenho e gestão estratégica de um negócio (Anderson, *et al.*, 2006), alavancando a vantagem competitiva da empresa. De modo que este elemento, desempenha o papel mais importante aquando do desenvolvimento e exposição de um modelo de negócio.

O fator de formulação de receitas, é muitas vezes interpretado como sinónimo do conceito de modelo de negócio, no entanto, este é apenas uma das suas partes integrantes, embora com a sua devida importância. Este fator representa o modo como a empresa consegue criar valor económico para si própria tendo por base a atividade de atender às neces-



sidades dos seus clientes. Compreendendo a definição dos modelos de receita, estrutura de custos (custos diretos, indiretos e economias de escala), modelos de margem (transações necessárias para alcançar o lucro desejado) e velocidade dos recursos (relacionado com a rotação de inventários e ativos fixo, ou seja, com a gestão e utilização dos recursos-chave) (Johnson, Christensen, & Kagermann, 2008; Osterwalder & Pigneur, 2010).

Por último, os fatores relacionados com os recursos e processos-chave, representam também uma parte fundamental do modelo de negócio relacionada com o modo de entrega do valor ao cliente e à empresa. O primeiro termo (recursos-chave) representa os ativos necessários e as suas interligações que permitem a entrega de valor ao cliente-alvo, incluindo tecnologias, produtos, atores, instalações, equipamentos, marcas e canais necessários para o efeito. Por outro lado, o segundo termo (processos-chave) representa os processos operacionais e de gestão, passíveis de serem repetidos e replicados em escala; as tarefas rotineiras, tais como o treino, desenvolvimento, manufatura, orçamentação, planeamento, vendas e serviços; assim como as normas e regras pelo qual a empresa se rege, e que permitem também a entrega de valor ao cliente e à empresa. Referindo-se, muitas vezes, que o sucesso e diferenciação do modelo de negócio reside na construção de uma relação única entre estes dois fatores, capaz de providenciar e alavancar a vantagem competitiva da empresa (Johnson, Christensen, & Kagermann, 2008; Osterwalder & Pigneur, 2010).

Ainda, no domínio da caracterização dos modelos de negócio, Chesbrough & Rosenbloom (2002), apontaram as principais funções inerentes aos mesmos, as quais vêm reforçar as ideias já expostas dos autores anteriores. Neste sentido, estas depreendem-se com o processo de articulação de valor para os clientes; com a identificação dos principais segmentos de clientes a endereçar o produto/serviço, e o respetivo mecanismo de geração de receitas; com a definição da estrutura da cadeia de valor necessária à criação e distribuição das ofertas principais e/ou complementares providenciadas pela empresa; com a descrição da posição da empresa na cadeia de valor e relação com os seus fornecedores e clientes; e com a formulação e evidência de estratégia e vantagem competitiva para a empresa face aos seus principais concorrentes.

### **2.2.2. Modelos de negócio e a inovação**

A inovação e a sua difusão são apontadas como fontes essenciais à mudança.

O Manual de Oslo define inovação como um produto ou processo novo ou melhorado, ou a combinação dos dois, que se diferencia de forma significativa dos produtos ou

processos anteriores, e que está à disposição dos possíveis utilizadores (produto) ou em utilização pelo ator responsável pela inovação (processo) (OECD/Eurostat, 2018).

Do ponto de vista do produto, o processo de difusão, associado à inovação tecnológica, pode ser definido como o método no qual, ao longo do tempo, a inovação é transmitida, recorrendo ao uso de determinados canais e aos membros de um dado sistema social, neste caso o mercado (Rogers, 2003).

Como tal, a difusão de uma tecnologia no mercado deve ser regida pelo mote de aumento da sua taxa de difusão no mesmo, ou seja, pelo aumento da sua velocidade de adoção por parte dos atores do sistema social e diminuição do seu tempo de adoção no mercado. Sendo que, quanto maior a taxa de adoção tecnológica, mais vantagens competitivas são geradas para a empresa. Embora grandes taxas de adoção possam, também, acarretar alguns problemas, nomeadamente relacionados com a elevada procura face aos recursos disponíveis existentes (Rogers, 2003; Ardilio & Seidenstricker, 2013).

Por sua vez, o processo de difusão pode ser realizado ao longo de quatro fases: a identificação dos mercados relevantes, no qual devem ser identificadas potenciais e atuais/existentes aplicações da tecnologia; a identificação de modelos de negócio existentes nos novos mercados; o desenvolvimento de potenciais modelos de negócio nos novos mercados; e a avaliação das ideias de modelo de negócio apuradas e a identificação dos requisitos para a implementação da tecnologia nos novos mercados (Ardilio & Seidenstricker, 2013).

Ainda, relativamente ao processo anterior, a definição do mercado a atuar e das suas características é fundamental para o sucesso da atividade de qualquer empresa, principalmente de *start-ups*. Isto porque a estrutura de organização do mercado, a sua extensão, âmbito, complexidade, concentração de *players*, importância da lógica dos clientes, entre outras características, vão influenciar e direcionar as ações estratégicas para o desenvolvimento das inovações tecnológicas no mercado (Carlsson & Stankiewicz, 1991). Para além disso, os mecanismos que não estão diretamente relacionados com o mercado, tais como políticas, regulações e normas, vêm também desempenhar um papel fundamental aquando da tomada de decisão do processo de escolha e entrada num mercado (Carlsson & Stankiewicz, 1991).

Contudo, para tecnologias emergentes, pouco maduras e sem procura definida, tais como as de RPEH, o processo de difusão e formação de mercado não se demonstra fácil, pois, muitas vezes, estas tecnologias requerem muito tempo até à sua adoção por parte dos

sistemas sociais, principalmente os atores do segmento B2B (*business to business*) e B2G (*business to government*) (Rogers, 2003; Ardilio & Seidenstricker, 2013). E, também, porque, muitas vezes, os respectivos mercados de endereço tecnológico são emergentes e associados a componentes de risco e incerteza consideráveis, não só para as empresas que neles operam, mas também para os potenciais investidores e clientes (Dewald & Truffer, 2011).

Para tentar ultrapassar esse primeiro desafio, as empresas podem apoiar-se em métodos variados inerentes à área do marketing, permitindo a difusão rápida de informação acerca das tecnologias através dos canais de comunicação. Alertando os potenciais clientes e despoletando a geração de conhecimento e espaço no mercado para si mesmas. Porém, existem outros fatores que influenciam esse mesmo desafio, tais como, a credibilidade da tecnologia, que por norma, em fases iniciais é baixa ou até mesmo nula; os custos da tecnologia, também por norma elevados; entre outros (Ardilio & Seidenstricker, 2013).

Nesse sentido, os modelos de negócio vêm ganhar relevância, pois, em certos casos, permitem contornar alguns destes desafios que se impõem à difusão das novas tecnologias (Ardilio & Seidenstricker, 2013). Sendo reconhecidos como um mecanismo fulcral para os processos de comercialização de inovações tecnológicas, de transformação do valor das inovações em resultados de mercado, e de alavancagem de difusão e escalabilidade (Chesbrough & Rosenbloom, 2002). Pois, uma inovação (produto/serviço) tecnológica, por si só, não garante sucesso em termos económicos, sendo sempre necessário uma definição clara, precisa e adequada das estratégias de captura de valor (Teece, 2010).

A comercialização das inovações pode basear-se na utilização de um modelo de negócio já utilizado pela empresa ou, por exemplo, pelo licenciamento da tecnologia (Zott, Amit, & Massa, 2010). Contudo, quando se trata de uma tecnologia inovadora e de maturidade reduzida no mercado, muitas vezes não existe um modelo de negócio que seja de utilização óbvia para a sua comercialização. Pelo que, nesses casos, cabe ao gestor/inovador definir e desenvolver um modelo de negócio apropriado que permita a captura e transmissão de valor da tecnologia (Zott, Amit, & Massa, 2010). Ainda mais, quando se tratam de *start-ups*, o grau de inovação no modelo de negócio depende muito do nível de maturidade da indústria (Abdelkafi, Makhotin, & Posselt, 2013).

Neste sentido, a literatura afirma que as inovações tecnológicas e os modelos de negócio evidenciam uma relação intrínseca, através do valor realizado de cada uma das partes (Abdelkafi, Makhotin, & Posselt, 2013). Nesta relação, o modelo de negócio atua como um catalisador para a inovação, assim como, singularmente, uma fonte de inovação (Zott,

Amit, & Massa, 2010). Deste modo, a literatura existente, refere três combinações/relações entre os modelos de negócio e as tecnologias: novos modelos de negócio que empregam tecnologias existentes; modelos de negócio existentes que englobam novas tecnologias; e novos modelos de negócio desencadeados por novas tecnologias (Lüdeke-Freund, 2013).

Por sua vez, o conceito de inovação pode e deve integrar-se com o conceito de sustentabilidade, através do mecanismo de inovação associado aos modelos de negócio (Schaltegger, Lüdeke-Freund, & Hansen, 2012). Constituindo assim uma característica de negócio crucial, tanto para pequenos avanços incrementais, como para inovações de caráter disruptivo, tornando certos produtos/serviços inovadores passíveis de alcançar e gerar resultados económicos, sociais ou ambientais sustentáveis (Adams *et al.*, 2012).

Ainda, no âmbito da inovação, surge o conceito de inovação sustentável, no qual todas as atividades organizacionais da empresa estão em linha com as considerações sustentáveis do domínio ambiental, social e financeiro/económico, originando novas tecnologias, produtos e serviços, assim como negócios e modelos organizacionais, com desempenho melhorado nesses mesmos domínios (Boons *et al.*, 2013). Como tal, este tipo de inovações vêm demonstrar-se essenciais para a transformação sustentável dos hábitos de consumo e produção tradicionais, embora geralmente experienciem uma maior dificuldade de entrada nos mercados tradicionais, dado o seu carácter inovador (Tukker, et al., 2008).

Particularmente, no que concerne com os novos produtores de energias renováveis, através de tecnologias inovadoras sustentáveis, estes enfrentam várias dificuldades e desafios aquando do desenvolvimento de um modelo de negócio que permita alcançar o critério de eficiência de custos e produção competitiva face aos sistemas de energia alimentados à base de combustíveis fósseis. Visto que, a mudança para um paradigma energético renovável, está, normalmente, associada a custos mais elevados para o cliente, apesar de contribuir, a longo prazo para a diminuição de custos para a sociedade em vários níveis (Okkonen & Suhonen, 2010).

### **2.3. Modelos de Negócio Sustentáveis**

Usualmente, o conceito de valor está maioritariamente associado à ideologia económica. Contudo, outras áreas do conhecimento têm vindo a demonstrar outras perspetivas de valor, nomeadamente social e ambiental, as quais podem e devem ser adotadas pelas empresas, aquando da criação das suas propostas de valor, e conseqüentemente, modelos de negócio. Isto porque, de acordo com a ótica da

sustentabilidade, a criação de valor de uma empresa deve reger-se sobre uma perspetiva holística e integrada de valor, exigindo, por isso, a integração de objetivos ambientais e sociais (Schaltegger & Wagner, 2011; Evans *et al.*, 2017).

Como tal, o conceito de valor sustentável deve compreender a junção dos principais sistemas da sociedade: social, natural (ambiental) e artificial (económico) - *the triple bottom line* (Elkington, 1998) -, atendendo aos principais indicadores de sustentabilidade de cada uma delas. Podendo, por exemplo, no domínio do sistema ambiental ser consideradas a emissões de CO<sub>2</sub> associadas à ideologia de prevenção da poluição; assim como a sensação de segurança e bem-estar, e o lucro e viabilidade a longo prazo do projecto, ser considerados, respetivamente, indicadores de valor nas áreas social e económica (Ueda, *et al.*, 2009; Evans *et al.*, 2017).

É, portanto, através destas ideologias de inovação e valor sustentável, que surge o conceito de modelo de negócio sustentável. O qual vem compreender, não só a transformação tecnológica e em termos de inovação aplicada ao serviço/produto, mas também ao próprio modelo de negócio e relações adjacentes, nomeadamente com os *stakeholders* (partes interessadas) (Stubbs & Cocklin, 2008; Evans *et al.*, 2017; Girotra & Netessine, 2013). Como tal, a identificação de todos os fluxos de valor (ambientais, sociais e económicos) para os *stakeholders* potencia a criação de novas oportunidades para o processo de inovação associado aos modelos de negócio (Evans *et al.*, 2017).

Nesse sentido, um modelo de negócio sustentável pode ser definido como um modelo que possibilita a criação de vantagem competitiva sustentada através da criação e entrega de um valor superior para o cliente, e, que, ao mesmo tempo, vem contribuir para o desenvolvimento sustentável da empresa e/ou sociedade em questão (Lüdeke-Freund, 2010). Salientando, novamente, a importância da integração de benefícios sociais e ambientais aquando do processo de criação e entrega de valor para o cliente (Yang *et al.*, 2017; Schaltegger, Lüdeke-Freund, & Hansen, 2012).

Face ao principal componente do modelo de negócio (proposta de valor), a literatura defende que uma proposta de valor sustentável é definida como a entrega de contributos ambientais, sociais e económicos por parte de uma empresa, aos seus clientes, e no fundo, à sociedade como um todo, englobando a sustentabilidade no longo prazo, e lucros no curto prazo (Patala, *et al.*, 2016).

No caso específico dos sistemas de distribuição de energia, estes podem providenciar benefícios (valor) diretamente relacionados com a energia, assim como outros benefí-

cios indiretos tais como a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, a estabilidade e confiança do fornecimento de energia, entre outros, que muitas vezes são ignorados, diminuindo o valor real do projeto (Ren *et al.*, 2019).

Para a avaliação custo-benefício deste tipo de projetos é necessário avaliar os seus custos e benefícios de forma quantitativa. Contudo, até ao presente momento, não existe um método padrão desenvolvido para avaliar os múltiplos benefícios inerentes a estes sistemas, principalmente para o caso dos benefícios indiretos, visto que a sua valorização dos é altamente dependente da existência de valores de mercado diretos. Todavia, os benefícios indiretos apresentam-se fundamentais neste tipo de projetos, já que muitas vezes acabam por superar o valor dos benefícios diretos (Ren *et al.*, 2019).

A definição clara dos atributos ambientais, sociais e económicos de um produto/serviço, assim como da relação de equilíbrio (*trade-off*) entre estas dimensões é, por isso, uma etapa fundamental e de significativo auxílio aquando do processo de tomada de decisão e compra por parte dos clientes. Visto que os clientes não compram os produtos/serviços apenas com base nos seus benefícios ambientais ou sociais, já que, muitas vezes, os contributos destes produtos/serviços estão associados a considerados níveis de incerteza (Olson, 2013; Boons & Lüdeke-Freund, 2013), devido ao seu carácter inovador.

Ainda, na literatura, é apontado que este tipo de modalidades de negócio sustentáveis devem englobar na sua atividade fornecedores e parceiros que se baseiem nos mesmos princípios sociais, ambientais e económicos que a empresa (Boons & Lüdeke-Freund, 2013). Assim como, englobar uma perspetiva de transformação da abordagem aos fluxos de receita. Nomeadamente, a premissa de que estes devem ser definidos de acordo com o valor a ser entregue (as necessidades a serem cumpridas), e não de acordo com a perspetiva tradicional, baseada no preço por unidade (Boons & Lüdeke-Freund, 2013).

O desenvolvimento de modelos de negócio sustentáveis engloba a formulação de novas estruturas organizacionais, novas ofertas de valor (Ex: sistemas de produto-serviço), e minimização das disparidades sociais, económicas e ambientais através do desenvolvimento do negócio na sua base (Lüdeke-Freund, 2013). Contudo, engloba também alguns desafios de carácter financeiro, por parte dos *stakeholders* da empresa, e de carácter estratégico, com a potencial dificuldade em identificar oportunidades de negócio sustentáveis inerentes ao produto/serviço em desenvolvimento (Lüdeke-Freund, 2013).

Neste sentido, os modelos de negócio sustentáveis desempenham o elo conceptual entre a inovação sustentável e o desempenho estratégico e económico do sistema organiza-

cional de uma empresa (Boons, *et al.*, 2013). Embora enfrentando alguns desafios, nomeadamente relacionados com os riscos diretos da atividade da empresa, devido ao facto de os efeitos ambientais, sociais e económicos da inovação não conseguirem ser antecipados ou previstos de forma suficiente para providenciar credibilidade à inovação, entre outros (Lüdeke-Freund, 2013).

Contudo, dada a novidade do tópico dos modelos de negócio sustentáveis na literatura, surgem ainda alguns problemas aquando da tentativa de validação do impacto deste tipo de modelos. Tais como a falta de um claro sistema de medição para o potencial de criação de valor económico, social e ambiental para estes modelos, e o facto dessa mesma avaliação implicar o envolvimento de vários *stakeholders* com diferentes objetivos e contributos para os modelos de negócio (Evans *et al.*, 2017).

### 2.3.1. Modelos de Negócio para Inovações Sustentáveis

O enquadramento teórico acerca dos modelos de negócio para inovações sustentáveis (*business models for sustainability innovation* -BMfSI), elaborado por Lüdeke-Freund (2013), vem expor que os modelos de negócio, nomeadamente as suas funções, têm o potencial de funcionar como auxiliares do processo de comercialização das inovações sustentáveis (Schaltegger, Lüdeke-Freund, & Hansen, 2012).

Para Lüdeke-Freund (2013), o enquadramento do modelo de negócio para a inovação sustentável baseia-se nas relações horizontais e verticais entre os conceitos de inovação sustentável, modelo de negócio e sustentabilidade empresarial.

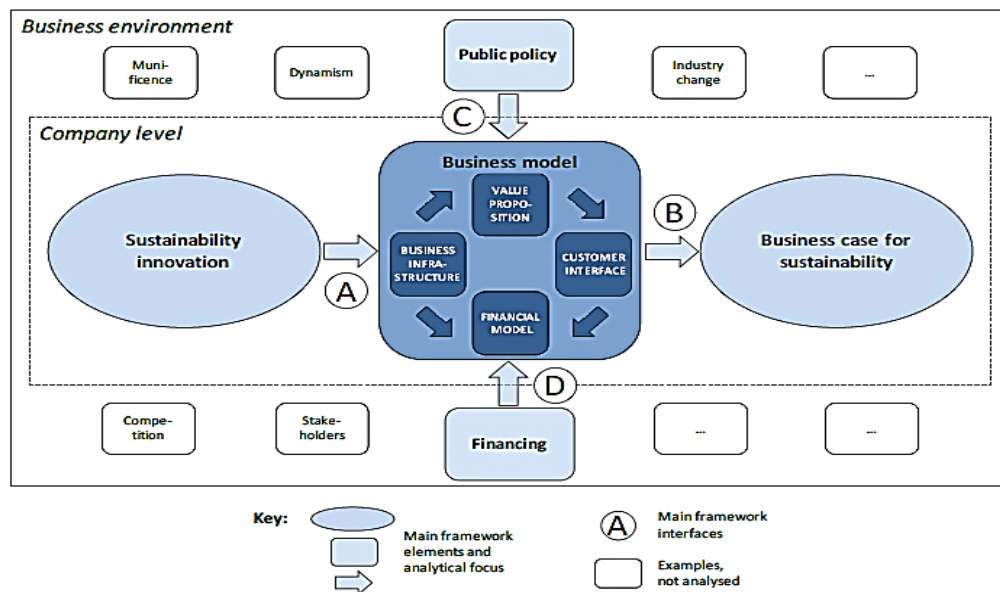


Figura 1: “The business models for sustainability innovation framework”  
 Fonte: Lüdeke-Freund (2013)

De acordo com esta estrutura, o panorama horizontal baseia-se na relação entre os conceitos inovação sustentável, modelos de negócio e casos de negócio para a sustentabilidade para os quais a inovação sustentável vem desempenhar um papel fulcral - evidenciando o papel dos modelos de negócio como suporte crítico à comercialização com sucesso das inovações sustentáveis (Lüdeke-Freund, 2013).

Por outro lado, o panorama vertical caracteriza-se pelas relações mutualistas que a empresa exerce com o meio externo e os seus envolventes (*stakeholders*), e os potenciais efeitos que as atividades e valores sustentáveis promovidos pela empresa emanam para o meio/sociedade (Lüdeke-Freund, 2013). Neste panorama, os dois elementos que mais se destacam para a comercialização favorável de inovações sustentáveis, são as políticas públicas e o financiamento para o empreendedorismo sustentável e inovação associada (Boons, *et al.*, 2013; Hockerts & Wüstenhagen, 2010). Não menosprezando a influência da competição e condições de mercado, as suas tendências e dinâmicas, assim como a necessidade de existência de uma procura potencial significativa (Sánchez & Ricart, 2010).

Ainda, dentro deste enquadramento é possível distinguir quatro principais interfaces: a inovação sustentável, os casos de negócio para a sustentabilidade, as políticas públicas, e o financiamento (Lüdeke-Freund, 2013). Contudo, para o âmbito deste trabalho apenas foram exploradas as interfaces relacionadas com a inovação sustentável, as políticas públicas e o financiamento.

A interface da inovação sustentável depreende as relações entre as inovações sustentáveis e os modelos de negócio. Esta depende maioritariamente do foco e dos objetivos das atividades desempenhadas pelo empreendedor sustentável e a sua inovação, as quais podem ser tecnologias limpas (sustentáveis), novas formas organizacionais ou de endereçar problemas sociais (Boons & Lüdeke-Freund, 2013).

Contudo, duas adversidades surgem aquando do desenrolar desta interface, nomeadamente a dificuldade em identificar e compreender as barreiras que se impõe à comercialização e lucratividade das inovações sustentáveis, e ainda, a dificuldade de perceção do contributo do modelo de negócio para o combate a essas barreiras (Lüdeke-Freund, 2013).

No que concerne com as tecnologias limpas/sustentáveis, o papel mediador dos modelos de negócio é enfatizado. Ou seja, é salientada a necessidade de alinhar os elementos do modelo de negócio com as condições internas e externas da empresa, assim como com as particularidades específicas das inovações sociais e ambientais (Lüdeke-Freund, 2013). Providenciando à empresa uma compensação pelas desvantagens competitivas nor-



malmente associadas às inovações (Ex: elevados custos e existência de segmentos marginais de mercado) (Lüdeke-Freund, 2013).

A teoria afirma, ainda, que os modelos de negócio com foco em inovações sustentáveis constituem mecanismos de mercado que permitem ultrapassar as barreiras externas e internas que se impõem ao marketing das tecnologias limpas, salientando a capacidade do modelo de negócio estabelecer paridades entre as características da tecnologia e as abordagens de comercialização (novas ou já existentes) alavancando o seu sucesso nos mercados de interesse (Boons & Lüdeke-Freund, 2013).

A interface das políticas públicas compreende a relevante relação entre as políticas públicas e os modelos de negócio para as inovações sustentáveis. Visto que, as inovações com princípios e objetivos sustentáveis necessitam ativamente de apoio político público para o seu favorável desenvolvimento e difusão, de modo a serem reduzidos os riscos inerentes às suas atividades de pesquisa e desenvolvimento, e de entrada de mercado (Grubb, 2004; Rotmans, Kemp, & Van Asselt, 2001).

Face a esta relação, verificam-se algumas desvantagens competitivas inerentes às inovações sustentáveis, relacionadas com elevados custos, incompatibilidades de sistemas, ou barreiras culturais, daí a necessidade de apoio por parte das políticas públicas (Lüdeke-Freund, 2013). Assim como, verificam-se alguns desafios ao nível do reconhecimento do papel fulcral que as políticas públicas desempenham aquando da providência de bens complementares necessários ao desenvolvimento de modelos de negócio para a comercialização de soluções de contributo sustentável (Lüdeke-Freund, 2013).

Finalmente, a interface relativa à componente do financiamento, vem caracterizar o papel crítico que este desempenha aquando da concretização dos modelos de negócio desenvolvidos para as inovações sustentáveis (Lüdeke-Freund, 2013).

## **2.4. Síntese literária**

A literatura anterior foi revista de modo a dar resposta ao objetivo de criação de um modelo de negócio para a tecnologia sustentável, inovadora e disruptiva criada pela Pavnext<sup>®</sup>. Com uma proposta de valor alinhada com os ideias sustentáveis, com destaque para o conceito da mobilidade sustentável, quer do ponto de vista social (segurança rodoviária), como ambiental (mobilidade elétrica sustentável).

Adicionalmente, a revisão de literatura elaborada permitiu já aferir a resposta face à primeira questão de investigação (Q1) relacionada com a identificação dos principais fato-

res críticos para o desenho de modelos de negócio sustentáveis. Os quais se depreendem com a determinação de uma proposta de valor sustentável no qual são entregues contributos ambientais, sociais e económicos aos clientes da empresa, promovendo a sustentabilidade no longo prazo, e lucros no curto prazo (Patala, et al., 2016; Lüdeke-Freund, 2013). Assim como, com a elaboração de uma cadeia de fornecimento que englobe fornecedores e parceiros que disponham de ideais sustentáveis, semelhantes aos da empresa, nos seus processos; com o desenvolvimento de uma interface de incentivo à atuação do cliente de modo socialmente e ambientalmente responsável; e com a construção de um modelo de obtenção de receitas que represente a distribuição justa dos custos económicos e benefícios associados à inovação (Boons & Lüdeke-Freund, 2013; Lüdeke-Freund, 2013).

Deste modo, foi possível desvendar o caminho para a elaboração de um modelo de negócio no âmbito de uma tecnologia inovadora e sustentável de recolha de energia com aplicação no pavimento rodoviário - *Next-road*.

Um processo que, em simultâneo, veio permitir aferir o espetro de atuação externo e interno inerente a esta tecnologia inovadora e disruptiva, a ser introduzida em mercados emergentes. Dando resposta, mais adiante, à Q2: “*Como se caracteriza o ambiente competitivo das tecnologias de energy harvesting, no geral e na Pavnext<sup>®</sup>, em particular?*”.

Assim como, conferir a importância relativa que cada um dos componentes do modelo de negócio desta tecnologia vem desempenhar na construção e elaboração de um modelo de negócio sustentável capaz de levar à difusão e escalabilidade desta tecnologia, com a perceção clara do valor integrado da mesma. Permitindo, posteriormente, responder à Q3: “*Que proposta de valor e que componentes podem informar o modelo de negócio da tecnologia Next-road?*”.

E, ainda, em linha com o ponto anterior, responder à Q4: “*Quais os principais entraves (desafios) e vantagens que a tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup> possui para a elaboração de modelos de negócio para inovações sustentáveis?*”, após a análise de cada um dos constituintes das hipóteses de modelo de negócio teorizadas, em linha com as restrições internas e externas da tecnologia e da empresa.

### 3. Metodologia

#### 3.1. Metodologia Investigação-Ação (*Action-Research*)

O presente relatório de estágio rege-se, principalmente, sobre os princípios da metodologia investigação-ação (*action research* -AR). A qual vem endereçar a resolução de problemas organizacionais através de intervenção direta, sendo por isso bastante aceite e utilizada no meio de desenvolvimento organizacional, ou seja, domínio empresarial (sistemas sociais) (Susman & Evered, 1978). Por sua vez, vem também contribuir para a aquisição e produção de conhecimento relevante, neste caso específico para a literatura referente a modelos de negócio no âmbito das tecnologias sustentáveis de *energy harvesting* a aplicar no pavimento rodoviário (Davison, Martinsons, & Kock, 2004; Baskerville & Wood-Harper, 1996).

Adicionalmente, este método pode ser caracterizado como multifacetado, na medida em que se baseia no domínio do empírico, do interpretativo, do observacional, mas sobretudo intervencionista, face à aquisição de conhecimento científico (Baskerville & Wood-Harper, 1996).

Contudo, até ao presente, dado o seu carácter “irreverente”, a metodologia AR ainda não reconheceu a afirmação oficial do seu estatuto científico enquanto método valioso no domínio das ciências quantitativas. Permanecendo, em parte, escondido o seu valioso contributo, que apenas se tem vindo a afirmar nas áreas das ciências sociais e psicológicas. Embora, experiências têm vindo a ser realizadas com sucesso no domínio dos sistemas de informação, originando, quiçá, a formação de forças para a quebra das barreiras científicas que se têm imposto a este método (Baskerville & Wood-Harper, 1996; Davison, Martinsons, & Kock, 2004).

De acordo com Susman & Evered (1978), o processo de AR consiste em cinco fases interdependentes e ordenadas: diagnóstico, planificação da ação, implementação da ação, avaliação e aprendizagem. Estas decorrem no ambiente empresarial, o qual é profundamente marcado pela relação cliente-empresa, que vem moldar o panorama de investigação e ação. Ficando estas ações constringidas às vontades e potenciais benefícios para o cliente e para a empresa. Ademais, este método apresenta-se como variável, devendo ser ajustado a cada tipo de situação e aplicação (Baskerville & Wood-Harper, 1996).

##### a) Diagnóstico

Aplicando o método, desenvolvido por Susman & Evered (1978) e corroborado por Baskerville & Wood-Harper (1996), ao relatório desenvolvido, é possível considerar

que a fase de diagnóstico, caracterizada pela identificação do problema a resolver, foi realizada previamente pela entidade acolhedora do estágio (Pavnext<sup>®</sup>). E traduziu-se, por isso, no propósito inicial de realização do estágio, o qual consistiu no desenvolvimento de uma estratégia integrada para entrada no mercado Europeu para uma *start-up* tecnológica nas áreas de mobilidade sustentável e *smart cities*. Por sua vez, compreendendo os seguintes objetivos secundários: análise do mercado Europeu nos setores da mobilidade e *smart cities*; elaboração de um plano de negócios e análise de viabilidade de um produto inovador desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>; e estudo e desenvolvimento de um modelo de negócio para entrada em mercados europeus.

Contudo, para o presente relatório foi dado especial destaque à questão de elaboração e desenvolvimento de um potencial modelo de negócio (sustentável) para a comercialização futura do produto desenvolvido pela empresa. Passando este a ser o problema central a tratar na literatura, e, por conseguinte, a formular conhecimento e contributo para a mesma. E para o qual foram lançadas, à partida, um conjunto de questões de investigação, constituindo um fio condutor do trabalho.

#### **b) Planificação da Ação**

Posteriormente, a fase de planificação da ação, caracteriza-se pela especificação das ações necessárias realizar para o alcance do objetivo referente ao problema organizacional - ações definidas com o auxílio de literatura teórica já existente no tema (Susman & Evered, 1978; Baskerville & Wood-Harper, 1996). Como tal, esta fase consistiu na elaboração do plano de trabalho, no qual foram planificadas quais as ações a realizar para a concretização de cada um dos objetivos acima referidos.

Assim sendo, para a realização do objetivo secundário de análise do mercado europeu nos setores referidos, foi estipulado que seria necessário realizar várias análises e ferramentas externas e internas de gestão capazes de endereçá-lo.

Seguidamente, para o objetivo de principal destaque deste relatório (elaboração de um modelo de negócio para uma inovação sustentável), foi determinado que seriam necessárias, para além das ações já referidas, o desenvolvimento de uma proposta de valor consolidada, assim como dos parceiros necessários à concretização da mesma, aliado de um modelo de preço inerente aos fluxos de receita.

Para além disso, nesta fase foi também importante definir o desenvolvimento de uma estratégia para a realização de uma validação dos modelos de negócio elaborados.

Importa ainda referir que estas ações planificadas vêm constituir uma espécie de

metodologia complementar/paralela para a realização do objetivo principal de elaboração de uma estratégia para o mercado europeu, e, mais precisamente, neste trabalho, para a elaboração de um modelo de negócio capaz de levar a cabo essa estratégia.

### **c) Implementação das ações**

De seguida, a fase de implementação das ações, vem apresentar-se no capítulo 4 e 7 referente aos resultados e anexos, respetivamente. Onde são apresentadas as análises e estratégias acima referidas. Sendo neste caso, aplicada uma estratégia de intervenção direta, no qual a investigação teórica previamente realizada e especificada no capítulo 2, vem direcionar a mudança para a concretização do objetivo em causa (Baskerville & Wood-Harper, 1996; Susman & Evered, 1978).

### **d) Avaliação dos resultados e Aprendizagem**

Por fim, a fase de avaliação dos resultados foi concretizada, em parte, por meio do processo de validação com os potenciais clientes (*customer validation*). Assim como, por meio do capítulo final relativo às conclusões (5) e no qual são apontadas as respostas às perguntas de investigação lançadas na fase inicial do trabalho.

Contudo, para a obtenção de um maior rigor e profundidade de resultados nesta fase, seria interessante analisar e avaliar outros aspetos que não foram possíveis neste trabalho, de modo que a respetiva nota permanece no capítulo 5, no ponto referente à futura pesquisa.

## **3.2. Fontes de informação utilizadas**

Para o processo de investigação, e como fontes de informação primárias, foram utilizados vários artigos de caráter científico no âmbito dos conceitos acima mencionados: mobilidade sustentável e cidades inteligentes, elaboração de modelos de negócio, modelos de negócio para inovações sustentáveis, proposta de valor sustentável, etc. Informação útil para a realização da segunda fase do processo de AR (planificação).

Adicionalmente, para a elaboração das análises necessárias para o desenvolvimento do modelo de negócio (fase de implementação das ações) foram também consultados alguns documentos científicos, assim como vários websites para a pesquisa de dados relativos às empresas concorrentes; relatórios oficiais da Comissão Europeia e outras organizações e agências internacionais no âmbito do ambiente, energia, tecnologia, contexto social atual, e outros contextos externos de ação da empresa; assim como documentos legais,

nomeadamente leis e diretivas com respeito ao tema de mobilidade, energia e outros temas inerentes.

### 3.3. Síntese Metodológica

De seguida é apresentado um esquema sequencial de cada uma das fases da metodologia principal seguida para a realização deste trabalho: investigação- ação.

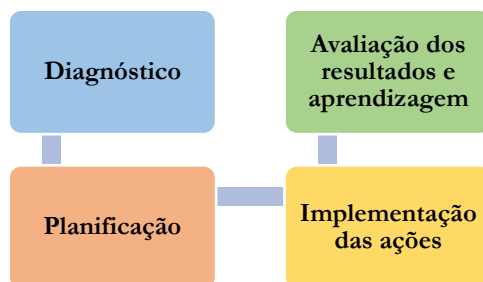


Figura 2: Fases da metodologia investigação-ação

Fonte: Elaboração própria

Adicionalmente, foi elaborado um esquema sequencial, em linha com as fases e cores correspondentes do esquema anterior, por forma a expor e relacionar cada etapa do trabalho com cada uma das fases da metodologia de investigação-ação.

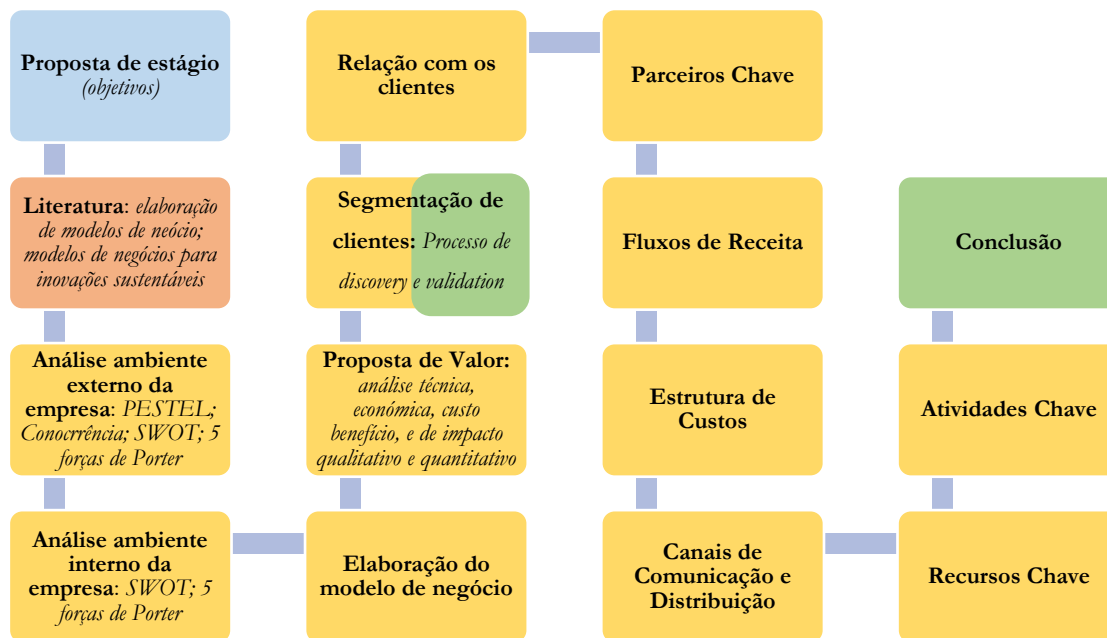


Figura 3: Cronologia do trabalho realizado de acordo com as fases da metodologia investigação-ação

Fonte: Elaboração própria

## **4. Resultados**

O processo de conceção de um modelo de negócio envolve a perceção de um conjunto de fatores complexos a nível macro e micro, como por exemplo, relacionados com a concorrência da empresa, com a tecnologia, e o seu ambiente externo (Ex: legal, político, económico), entre outros (Osterwalder & Pigneur, 2010).

### **4.1. Análise Externa**

A elaboração de modelos de negócio bem-sucedidos, mais fortes e competitivos, carece de uma complexa análise estratégica desde o meio envolvente à operação do próprio modelo de negócio. Permitindo adaptar o modelo concebido, de forma eficaz, às forças externas em atuação no meio, assim como avaliar as várias direções que este pode tomar no futuro (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Nesse sentido, a caracterização do meio envolvente é geralmente realizada do ponto de vista das forças de mercado (análise do mercado), forças da indústria (análise competitiva), tendências-chave (previsão) e forças macroeconómicas (macroeconomia) (Osterwalder & Pigneur, 2010).

#### **4.1.1. Análise PESTEL**

Em termos macro, uma das primeiras análises/ferramentas utilizadas, por forma a analisar a envolvente externa, ou seja, as principais tendências-chave, forças macroeconómicas, e fatores, políticos, económicos, sociais, tecnológicos, ambientais e legais, com influência no desempenho da empresa e no desenvolvimento do negócio, foi a análise PESTEL. A qual constitui uma ferramenta frequentemente utilizada aquando do lançamento de um novo produto ou exploração de um novo mercado (Islam , 2017). Servindo também como um complemento à análise SWOT realizada mais adiante.

Como tal, no estágio foi elaborada uma análise PESTEL relativa aos vários fatores políticos, económicos, sociais, tecnológicos, ambientais e legais com influência no contexto da mobilidade sustentável e processos de inovação associados às tecnologias inteligentes. Tendo por base esta análise foi possível elaborar uma perspetiva externa do panorama inerente a estas temáticas, englobando aspetos inerentes à mobilidade elétrica; desenvolvimentos tecnológicos a este nível; promoção e inclusão das energias renováveis neste setor rumo ao objetivo da descarbonização; e ainda abordar a crescente preocupação para com a segurança rodoviária em termos dos veículos, mas principalmente por parte das infraestruturas e sistemas auxiliares que ajudam na prevenção da sinistralidade rodoviária.

### a) Fatores Políticos

Em termos políticos, para o alcance da mobilidade sustentável há a necessidade de um processo de envolvimento estratégico que permita compreender as necessidades das cidades e alocar as soluções num contexto holístico.

Neste sentido, atualmente, verificou-se o fomento da criação de programas e plataformas que vêm promover a mobilidade sustentável em todas as suas vertentes, principalmente em termos de segurança rodoviária e redução das emissões, assim como os sistemas inteligentes, entre as quais:

- i) a plataforma *C-roads*, co-financiada pela União Europeia, a qual vem possibilitar a troca de dados entre os modos de comunicação V2V (entre veículos) e I2V (infraestruturas e veículos). Por forma a permitir a integração deste tipo de sistemas nos seus projetos de mobilidade (ex: desenvolvimento de estradas inteligentes) (C-ROADS, s.d.; Razão Automóvel, 2017);
- ii) a plataforma de suporte ao investimento, *Advisory Hub* - programa de Consultoria de Segurança Rodoviária (*Road Safety Advisory*) -, cujo objetivo depreende-se com o desempenho de serviços de consultoria, financeira e técnica, aos projetos que têm por base a melhoria das condições de segurança rodoviária. Promovendo assim a segurança rodoviária como uma potencial rentável fonte de investimento, fator que também faz parte do Plano Europeu de Ação Estratégica para a Segurança Rodoviária (European Commission, 2019h; European Investment Bank, 2019);
- iii) o projeto *Europe on the Move* que tem como premissa a modernização da mobilidade, através do desenvolvimento de medidas que promovam soluções com maior avanço tecnológico. Essencialmente nas áreas de segurança rodoviária (Visão Zero) e emissões por parte dos veículos (*Third Mobility Package; Clean Mobility Package*). Com destaque para as principais temáticas que o programa aborda: a mobilidade segura, limpa e conectada e automatizada (European Commission, 2018); e
- iv) a plataforma *European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities* (EIP-SCC), criada com o objetivo de providenciar apoio ao desenvolvimento de projetos no contexto de *smart cities*. Através do *design* de projetos e soluções que permitam a interligação inteligente das cidades com as suas atividades chave (European Commission, 2019a).



A promoção e reforço da segurança rodoviária vem apresentada em vários atos jurídicos e políticos europeus. Com destaque para a “Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões Europa em movimento - mobilidade sustentável para a Europa: segura, conectada e limpa”, de 17 de maio de 2018, mais conhecida por “Visão Zero”. No qual a União Europeia tem como objetivo atingir as zero mortes e acidentes graves, provenientes de acidentes com transportes rodoviários, até 2050. No entanto, para já, num curto-prazo, outros objetivos depreendem-se com a diminuição do número de fatalidades e feridos graves para 50% entre 2020 e 2030.

Neste sentido, o projeto “Visão Zero” traz outra abordagem ao pensamento tradicional inerente à sinistralidade rodoviária. Promovendo o foco nos feridos graves e nas fatalidades, e não só nos acidentes; a integração do erro humano nos sistemas de prevenção; a cooperação entre os sistemas e a sua implementação (ambos têm responsabilidade); e a estimulação da indústria no sentido de enveredar por projetos que promovam estas medidas de segurança (European Commission, 2019e; European Commission, 2019f).

Por outro lado, no âmbito da mobilidade sustentável, o setor dos transportes tem como objetivo a redução das emissões, existindo, por isso, um incentivo à adoção de soluções de mobilidade limpas, ou seja, com reduzidas ou nulas emissões de gases poluentes (CO<sub>2</sub>). Como é o caso, por exemplo, dos veículos elétricos, das iniciativas de mobilidade partilhada (ex: transportes públicos), e ainda da utilização de outro tipo de combustíveis menos poluentes (Comissão Europeia, 2017).

Ademais, a temática da mobilidade sustentável, do ponto de vista energético e ambiental, é um dos principais tópicos de ação previstos para o Plano Nacional Energia e Clima (PNEC) 2030 onde a palavra descarbonização é líder. Neste Plano são propostas metas para fomentar a transição energética do setor dos transportes, com crescente aposta na utilização de combustíveis alternativos, com especial destaque para a energia elétrica – mobilidade elétrica, incluindo serviços e infraestruturas da sua cadeia de valor. Em termos quantitativos, para 2030, algumas das suas metas são as seguintes: nos transportes prevê-se que as renováveis tenham uma representação de cerca de 14%; e que as emissões sejam 40% inferiores em relação aos valores de 1990 (República Portuguesa, 2019).

Como tal, os esforços e políticas previamente mencionados para a redução das emissões de gases poluentes vão de encontro com os objetivos propostos pelo Acordo de Paris em 2015, na COP21, face ao combate às alterações climáticas no longo-prazo. No

qual são definidos esforços para tentar manter as temperaturas globais abaixo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais. Incrementando as capacidades dos países membros no que toca à adaptação dos impactos das alterações climáticas, aliado a um novo rumo financeiro que permita o alcance da meta de diminuição considerável de emissões de GEE e desenvolvimento climático resiliente (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2016).

Igualmente, os progressos e foco demonstrados, ao longo dos últimos anos, pela União Europeia, em relação aos ODS, principalmente ao nível da melhoria das condições de vida dos seus cidadãos, do acesso à energia limpa e sustentável, da ação climática, e da inovação; vêm constituir um ponto favorável ao desenvolvimento e criação de novas políticas, programas e plataformas inerentes ao contexto da mobilidade sustentável. Visto que o transporte sustentável, seguro, e energeticamente eficiente é apontado como um dos principais catalisadores da mudança em direção ao alcance do desenvolvimento sustentável de forma holística (Eurostat, 2019c).

Ainda, recentemente, com a eleição da nova presidência da Comissão Europeia, foi proposto e aprovado o Pacto Ecológico Europeu. O qual tem por objetivo combater os desafios climáticos e ambientais futuros, por forma a tornar a Europa um exemplo de crescimento e desenvolvimento económico e social sustentável. Até à data, algumas das políticas definidas para a execução do referido Pacto caracterizam-se por uma aposta na promoção da inovação e investigação para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e disruptivas para o alcance dos vários objetivos ambientais e climáticos; o alavancar da transição para a mobilidade sustentável e inteligente, com as principais metas de redução das emissões, até 2050, em cerca de 90% por parte dos transportes e adoção de combustíveis alternativos mais sustentáveis; e o fomento do fornecimento de energia não poluente, segura e a preços acessíveis, em linha com a meta anterior de descarbonização dos sistema energético como um todo, para 2030 e 2050 (Comissão Europeia, 2020).

#### **b) Fatores Económicos**

A existência de sistemas que contribuem para a mobilidade sustentável pode auxiliar a redução dos custos económicos para o Estado, através da diminuição dos custos com tarifas e subsídios. Pelo que, a Comissão Europeia tem criado alguns planos que permitam às entidades, pertencentes à União Europeia, adquirir financiamento para a realização de projetos sustentáveis, por exemplo, inerentes à temática da mobilidade sustentável.

Um deles é o Plano “Horizonte 2020”, um dos principais programas de inovação

na União Europeia. O qual disponibilizou um fundo monetário de cerca de 80 mil milhões de euros para os anos compreendidos entre 2014 e 2020, tendo como objetivo o apoio à investigação, desenvolvimento tecnológico e inovação (European Commission, s.d. b; IAPMEI, 2016c). Sendo que, na área dos transportes “*Smart, Green and Integrated Transport*”, o financiamento total previsto era de 6.339 milhões de euros (European Commission, s.d. a).

Todavia, a partir de 2021, e até 2027, o programa que o irá suceder será o “*Horizon Europe*” com um fundo monetário previsto de 100 mil milhões de euros. Este programa terá como base as mesmas metas que o anterior, ao nível do reforço e estímulo científico, tecnológico e de inovação, embora com algumas novidades. Para além disso, para este período, para o pilar relativo aos “desafios globais e competitividade industrial europeia”, que inclui o financiamento a soluções na área do “Clima, energia e mobilidade”, está previsto um orçamento de cerca de 52.700 milhões de euros (European Commission, 2019g).

Outro dos planos é o COSME, o programa para a competitividade das empresas e das PME que decorre de 2014 a 2020, com um orçamento de cerca de 2,3 mil milhões de euros. E que tem como objetivos: facilitar o acesso ao financiamento, sob a forma de capital e de dívida, para as PME nas diferentes fases do seu ciclo de vida; apoiar a internacionalização e acesso aos mercados, no território europeu e a nível mundial; criar um ambiente favorável à competitividade; e promover o empreendedorismo (IAPMEI, 2016b).

Outro fator favorável ao empreendedorismo, é o facto de em Portugal e na UE em geral, as empresas possuírem, na sua generalidade, um bom acesso à rede de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento dos seus produtos/serviços. Neste sentido, destaca-se a rede *Enterprise Europe Network*. A qual possui o intuito de apoiar as PME e *start-ups*, com ambições internacionais, a se tornarem mais inovadoras e competitivas em mercados internacionais. Promovendo informação estratégica e serviços de apoio nas áreas de inovação, acesso a programas de financiamento e crescimento (European Commission, 2019b; IAPMEI, 2016a).

A sinistralidade rodoviária surge também como um fator de grande impacto a nível económico, tendo em conta que acarreta custos avultados variantes de acordo com a gravidade e o tipo de acidente. Por exemplo, na UE o custo anual de acidentes rodoviários foi estimado em cerca de 280 biliões de euros, correspondendo a cerca de 2% do PIB da mesma (European Commission, 2019i).

Ainda, no âmbito da prevenção rodoviária, as Nações Unidas criaram o Fundo para

a Segurança Rodoviária , o qual vem promover o tema de segurança aliada à mobilidade contribuindo para a implementação de sistemas eficazes de segurança rodoviária nos países com menos posses financeiras (UNECE, s.d.). Assim como outros fundos europeus existentes, tais como o Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional e o Fundo *Connecting Europe Facility*, são importantes para a aceleração de resultados positivos no âmbito da segurança rodoviária e desenvolvimento de novas soluções (European Commission, 2019i).

No contexto nacional, o Fundo Ambiental Português vem promover o alcance dos ODS através de várias iniciativas económicas do foro ambiental. Tais como, por exemplo, com a criação de vários avisos inerentes à promoção da mobilidade sustentável e descarbonização – “Incentivo para a aquisição de veículos elétricos de baixas emissões”, “Programa de apoio à mobilidade elétrica na administração pública”, “Aquisição e instalação de postos de carregamento rápido de veículos elétricos” (República Portuguesa - Ambiente e Transição Energética, 2018).

Considerando o lado infraestrutural da mobilidade, a crescente abertura do mercado induziu, em geral, um aumento da eficiência e uma diminuição dos custos, essencial ao desenvolvimento da mobilidade como um todo (Comissão Europeia, 2009). A nível económico um dos principais fatores é a contribuição do setor automóvel para a competitividade da economia (rentabilidade) e o conseqüente interesse de apostar continuamente no investimento neste setor. Em grande parte, devido à crescente pressão para o enquadramento e adaptação, deste setor e da sua cadeia de valor, de acordo com as várias tendências económicas, ambientais e sociais (Byrne & Pedro, 2016).

Por outro lado, com a descarbonização e conseqüente eletrificação do setor automóvel, na UE, em 2019, o número total de veículos elétricos (elétricos e híbridos) foi de 1.168.552, com um crescimento total para 2019 de 41,4%. Em termos de infraestruturas, para carregamento de veículos elétricos, em 2019, na UE, foram registados cerca de 172.672 postos de carregamento, apontando um crescimento de cerca de 25,8%, para o mesmo ano (European Alternative Fuels Observatory, 2019a). Já em Portugal, para 2019, foram registados 22.193 carros movidos a eletricidade e cerca de 2.895 postos de carregamento (European Alternative Fuels Observatory, 2019c). Valores motivado pelos incentivos de compra, de registo, de posse e do IVA (isenção/redução da taxa baseada no CO<sub>2</sub>) para as empresas (European Alternative Fuels Observatory, 2019b).

### **c) Fatores Sociais**

Face ao exponencial aumento populacional global, é previsto que para 2050, 68%

da população, em termos mundiais, tenha como área de residência as cidades (o ambiente urbano), evidenciando uma clara tendência da urbanização ao longo das últimas e próximas décadas (United Nations, 2018).

Socialmente a mobilidade apresenta-se como um direito básico das pessoas (comunidades), requerendo essencialmente fatores como a acessibilidade, a segurança rodoviária, e por exemplo a otimização de fluxos de tráfego, em linha com a iniciativa proposta pelo *World Bank* em 2017, intitulada de *Sustainable Mobility for All* (Sustainable Mobility For All, 2017).

A sinistralidade rodoviária é uma das principais preocupações sociais e económicas inerentes ao conceito de mobilidade sustentável, podendo estar relacionada com diversas condicionantes. Todavia, para este estudo o foco incidiu sobre aquelas relacionadas com a velocidade média de circulação.

Em 2017, a nível europeu, cerca de 25.309 pessoas tiveram como causa de morte acidentes rodoviários, valores consideravelmente menores que em 2002 e 2012, cujos valores foram cerca de 53,1% e 10,4% maiores, respetivamente. No entanto, analisando os anos seguintes, desde 2013 tem-se assistido a uma estagnação nos valores, demonstrando que os objetivos de desenvolvimento sustentável previstos a este nível não conseguirão ser alcançados no curto-prazo para 2020 (Eurostat, 2019b). Como tal, a ocorrência de acidentes rodoviários tem sido apontada como a principal causa de fatalidade global para crianças e jovens adultos, entre os 5 e 29 anos de idade, enfatizando o caráter urgente desta problemática (World Health Organization, 2018).

Para além do referido, a globalização tem desempenhado um papel muito marcado em todos os processos sociais, ambientais e económicos, tendo possibilitado vários acordos de liberalização do comércio e progressos revolucionários nas tecnologias inerentes aos transportes, reduzindo algumas barreiras espaciais e temporais.

#### **d) Fatores Tecnológicos**

O grande aumento populacional previsto, para as cidades, traz novos desafios sociais e tecnológicos, relativos à satisfação sustentável da procura das necessidades básicas da população, fazendo emergir o conceito de *smart cities*.

Relativamente ao setor dos transportes, este tem experienciado um profundo desenvolvimento sobretudo devido aos grandes avanços tecnológicos que têm dominado esta área, e também devido aos objetivos políticos que têm sido traçados. Sendo enfatizadas as necessidades de construção de um sistema resiliente, englobando veículos, infraestruturas e

comportamentos rodoviários mais seguros, com o auxílio das novas tendências tecnológicas que têm vindo a revelar-se neste setor (European Commission, 2018).

Ao nível das tecnologias inerentes aos veículos, os sistemas de condução autónoma têm-se destacado de forma cada vez maior e mais relevante, permitindo a redução das emissões de gases poluentes para atmosfera, o incremento ao nível da segurança rodoviária e ainda uma melhoria em termos de fluxo de tráfego através de uma gestão inteligente da capacidade da gestão das vias rodoviárias (Hoppe & Trachsel, 2018). Também, a eletrificação dos veículos a motor tem sido alvo de grande destaque por parte das grandes empresas de mobilidade.

Outro fator inovador inerente ao conceito de *smart cities* e mobilidade sustentável, são os Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Caracterizados por constituírem aplicações avançadas que visam proporcionar serviços inovadores relacionados com diferentes modos de transporte; e com o objetivo de tornar o uso das redes de transporte mais seguro (segurança rodoviária através do abrandamento da velocidade em locais estratégicos), mais coordenado e mais inteligente (recolha de dados acerca do tráfego e consumo de energia) (ITS Portugal, 2019). Este tipo de sistemas pode conter vários tipos de comunicação associados entre os quais as comunicações I2V e V2V (Kantowitz & LeBlanc, 2006; Hoppe & Trachsel, 2018).

Qualquer uma destas tendências tecnológicas e de mobilidade aqui mencionadas têm associado um considerável grau de incerteza devido à volatilidade das variáveis (económicas, sociais, ambientais, legais e tecnológicas) envolventes. As quais colocam em causa o seu desenvolvimento e utilização. No entanto é evidente que qualquer uma delas traz benefícios que permitem ir de encontro com as perspetivas para o desenvolvimento de uma mobilidade sustentável inclusiva (Hoppe & Trachsel, 2018).

#### **e) Fatores Ambientais**

A mobilidade elétrica sustentável é uma meta importante de se alcançar visto que o crescimento do setor dos transportes é um dos principais contribuidores para as emissões de GEE, poluição atmosférica e sonora.

Em 2017, a Agência Internacional de Energia (AIE) contabilizou que cerca de dois terços (2/3) do total de emissões de CO<sub>2</sub> mundial (21,64 Gt), provieram do setor dos transportes (8,04 Gt) e da geração de eletricidade (13,60 Gt) (International Energy Agency, 2019).

O setor dos transportes é também responsável por cerca de 24% das emissões de

CO<sub>2</sub> devido ao consumo e combustão dos combustíveis fósseis, sendo que cerca de três quartos (3/4) das emissões são provenientes dos veículos de estrada, tais como carros, autocarros, entre outros (International Energy Agency, 2019).

#### **f) Fatores Legais**

Em termos normativos, têm sido criados padrões no âmbito da mobilidade sustentável, inovação e *smart cities*. Com destaque para a criação da norma ISO 39001 - Sistemas de Gestão de Segurança do Trânsito Rodoviário - em contexto organizacional. A qual tem como principal fim servir como um instrumento eficaz para a minimização da sinistralidade rodoviária (Apcer, 2019). Assim como a ISO/TC 204 – Sistemas de transporte inteligentes – cujo principal objetivo é a uniformização dos sistemas inteligentes de controlo, comunicação e informação inerentes aos transportes, os quais constituem um importante fator legal no âmbito da mobilidade (ISO, s.d.). E a ISSO 37122 com referência à criação de cidades e comunidades sustentáveis (ISO, 2019).

Em relação ao projeto “Visão Zero” previsto nas políticas da UE, dada a sua novidade, não existe, ainda, um enquadramento legal concreto. No entanto é esperado que num futuro próximo este venha a existir.

Adicionalmente, com a imposição do Pacto Ecológico Europeu, surgiu a Lei Europeia Climática (*European Climate Law*) com o objetivo de impor e reforçar a meta de construção de uma Europa neutra em carbono até 2050. Com especial destaque para a redução das emissões poluentes, investimento em tecnologias verdes e proteção do ambiente natural, aplicável a todos os setores económicos e sociais de todos os países europeus (Comissão Europeia, 2020).

Em anexo encontra-se uma síntese com os principais fatores políticos, económicos, sociais, tecnológicos, ambientais e legais desta análise PESTEL - 7.3.

#### **4.1.2. Análise Competitiva**

De seguida, realizou-se uma análise às principais barreiras do mercado, com o intuito de identificar: os principais concorrentes dominantes nos mercados aos quais a Pavnext<sup>®</sup> pertence – *smart cities*, *energy harvesting*, mobilidade sustentável (segurança rodoviária e mobilidade elétrica) -; as suas principais vantagens e desvantagens; os seus principais segmentos de clientes, estruturas de custos, fluxos de rendimento, entre outros aspetos; as principais novas empresas entrantes no mercado; e os produtos e serviços substitutos para a oferta da Pavnext<sup>®</sup> (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Tendo em conta os atributos do *Next-road*, a análise de concorrência baseou-se nas seguintes características chave. A possibilidade de o produto/serviço concorrente permitir a geração de energia elétrica renovável, independente das condições climáticas, assim como a geração de energia elétrica através de energia cinética por parte dos veículos. Ao nível da mobilidade sustentável, a possibilidade de promoção da segurança rodoviária, de geração de energia renovável em ambiente urbano passível de ser utilizada para a mobilidade elétrica, e de geração de dados de tráfego (incluindo o peso, velocidade e número de veículos). E, a possibilidade de transmissão de dados nos modos de comunicação V2I e I2V.

#### **a) Concorrência direta**

No contexto da concorrência direta foram consideradas aquelas empresas que mais se destacam no panorama de *energy harvesting*, por ser a tecnologia base do pavimento desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>. E, que, por sua vez, vem permitir os benefícios ambientais e sociais inerentes ao pavimento (segurança rodoviária, contribuição para a mobilidade elétrica, geração de tráfego, emissões de CO<sub>2</sub> evitadas).

Neste sentido, destacaram-se a empresa britânica *Pavegen*; as empresas holandesas *Energy Floors* e *Solaroad*; a empresa alemã *Solmove*; a empresa americana *Solar Roadways*; o grupo francês *Colas*; assim como a empresa canadiana *KinergyPower*. Ademais, apesar de estarem atualmente em estado inativo comercial, foram ainda consideradas as empresas *Innowattech*, *Genziko* e *Energy Intelligence*, por possuírem um grau de similaridade tecnológico muito semelhante ao da Pavnext<sup>®</sup>, e por constituírem casos de aprendizagem valiosos para a empresa.

E, portanto, com base na análise do tipo de tecnologia; estado de desenvolvimento e capacidade instalada da mesma; eficiência de conversão do equipamento; energia gerada; capacidade de armazenamento de energia, monitorização de dados, condição de sistema inteligente, e tipo de aplicação urbana, de cada produto, de cada empresa; foi possível aferir o panorama geral da concorrência face à Pavnext<sup>®</sup>. Evidenciando algumas características competitivas singulares que o *Next-road* apresenta.

Considerando as empresas e os seus produtos mencionados no ponto 7.4, deparamo-nos com um relativo progresso em formas alternativas de providenciar energia elétrica renovável, através de painéis solares fotovoltaicos, ou através de tecnologias mecânicas e/ou cinéticas. No entanto, é possível verificar que a eficiência de conversão de energia ainda não é totalmente eficaz em muitos destes projetos, gerando-se um desaproveitamento



considerável de energia que poderia ser capitalizável e útil a várias funcionalidades dos sistemas urbanos. Ao mesmo tempo, verifica-se que muitas destas tecnologias não permitem o armazenamento da energia captada, tendo esta de ser injetada na rede pública ou então utilizada para consumo imediato. Assim como, conclui-se que muitas destas não estão direcionadas para a captação, e conseqüente monitorização, de dados relevantes para os sistemas elétricos e de mobilidade.

#### **b) Concorrência indireta**

Por outro lado, face à concorrência indireta foram consideradas empresas com atuação no domínio da mobilidade elétrica, mais precisamente o carregamento de formas de mobilidade elétrica; empresas que possuam sistemas inteligentes, permitindo a geração de dados de tráfego e comunicação entre o veículo e a infraestrutura; e equipamentos que venham promover a segurança rodoviária.

No contexto da mobilidade elétrica sustentável, a geração de energia elétrica para o carregamento de veículos elétricos de forma tradicional é desempenhada pelos operadores da rede elétrica. Entre os maiores operadores, que são também comercializadores de energia elétrica, em Portugal, temos a PRIO, a Repsol Portuguesa, a GRCApp Unipessoal, a Galp Power, a ENAT Energias, a Elergone energia, a EDP comercial e a Eco Choice (MOBI.E, 2019).

Ainda, no domínio da mobilidade sustentável, mais concretamente da segurança rodoviária, é possível considerar as principais medidas de segurança rodoviária de controlo de velocidade (acalmia de tráfego), frequentemente utilizadas nas vias, como uma forma de concorrência ao pavimento desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>. De entre as principais medidas destacam-se as lombas redutoras de velocidade, as rotundas, passadeiras elevadas, as formas de sinalização vertical e sinais luminosos, tais como semáforos.

As rotundas são frequentemente utilizadas enquanto medida de acalmia de tráfego, tendo como objetivo a imposição da deflexão da trajetória do fluxo de tráfego, incentivando o condutor a optar por uma velocidade mais adequada, e também mais reduzida, face à via em questão (Silva & Santos, s.d.). Estas podem ser utilizadas em vários locais, tanto urbanos como interurbanos (Hoz & Pozueta, 1995). E, também, utilizadas enquanto medida de acalmia aplicada a fluxos de tráfego baixos a moderados (MATD, 2001). Geralmente, o seu potencial de aplicação é satisfatório, sendo esperadas, teoricamente, reduções de velocidade superiores a 50% relativamente à velocidade inicial (Bastos Silva & Seco, 2004); 39% de reduções de colisões, 76% de reduções de acidentes globais e mais de 90% de redução

de acidentes com fatalidades (Silva & Santos, s.d.). Contudo, para efeitos de redução de velocidade, a sua utilização é recomendada juntamente com outras medidas de acalmia de tráfego (Silva & Santos, s.d.).

As lombas redutoras de velocidade, até há bem pouco tempo eram consideradas como a medida preferencial de acalmia de tráfego, ainda o sendo em várias localidades, devido à sua favorável relação custo-qualidade (Silva & Santos, s.d.). Este tipo de media caracteriza-se pela elevação da cota da superfície rodoviária de modo a impactar o condutor de forma física e visual, forçando-o a reduzir a sua velocidade de circulação (Silva & Santos, s.d.). Contudo, têm vindo a perder a popularidade, já que, o impacto físico que provoca no condutor e no seu veículo é acentuado, assim como um aumento do nível de ruído na zona de aplicação, sendo, por isso, alvo de queixas, sobretudo nas zonas residenciais, entre outros problemas (Silva & Santos, s.d.). Também, o seu domínio da aplicabilidade não se revela muito extenso, estando limitadas e aconselhadas a serem utilizadas em zonas residenciais e comerciais, ou seja, em locais cuja velocidade de circulação é inferior a 40km/h (MATD, 2001) e fluxos de tráfego diários inferiores a 3.000 veículos (Delaware Department of Transportation, 2000). Quanto à sua eficácia, esta demonstra-se de 50% na redução da velocidade dos veículos (Cruz, 2008; Silva, 2010); e entre os 13% e os 41% na redução do número de acidentes rodoviários (Silva & Santos, s.d.).

Outra medida popular têm sido as passagens pedonais elevadas e plataformas. Caracterizadas como lombas planas que possibilitam e evidenciam a passagem de peões, forçando o condutor a reduzir a sua velocidade. Contudo, a sua eficácia vem demonstrar-se inferior à das lombas, reduzindo a velocidade de circulação até 18% e os acidentes até 45%.

Os serviços de obtenção, monitorização e gestão de dados de tráfego têm também desempenhado um papel essencial no desenvolvimento de *smart cities* e dos sistemas de mobilidade citadinos. Visto que, uma das grandes preocupações do setor rodoviário é a gestão correta e eficaz dos seus sistemas de tráfego, devido ao facto de grandes intensidades de fluxo de trânsito potenciarem a criação de problemas sociais (Ex: sinistralidade rodoviária) e ambientais (ex: poluição), ou até mesmo económicos. Como tal, este problema pode ser ultrapassado através de um acesso imediato e frequentemente atualizado a dados úteis inerentes à mobilidade rodoviária.

Nesse sentido, ao longo dos últimos anos, com o desenvolvimento da tecnologia, várias empresas têm surgido com soluções no sentido de minimizar esta problemática, modernizando os sistemas de gestão de tráfego. Como é o caso de empresas como a *FLIR*,

que vem disponibilizar um conjunto de soluções sensoriais inteligentes, tais como o “*Traffi-One*”, o “*ITS-Series Dual AID*” e o “*ITS-Series Rai!*” (FLIR, 2019); a *Waycare* (Waycare, 2019); a *Cellint Traffic Systems*, com os monitores “*CitySense*” (Cellint, 2019); a *Integrated Roadways*, com o projeto “*Smart Pavement*” (Integrated Roadways, 2019); a *Valerann*, com o seu sistema “*Smart Road System*” (Valerann, 2019); e a *Springboard*, com a sua tecnologia de *Target Specific Tracking (TST)* (Springboard., 2019).

Ainda, de forma particular, a Tesla é uma das empresas que deve ser distinguida no meio da concorrência. Pois, tem vindo a afirmar-se no contexto de geração de energia elétrica renovável, através dos seus painéis solares (*Solar Roof*) com bateria *Powerwall* integrada, permitindo o armazenamento da energia elétrica produzida e a sua utilização dinâmica, consoante as necessidades dos clientes - podendo até ser utilizada para o carregamento doméstico de veículos elétrico. Ao mesmo tempo, a empresa tem desenvolvido soluções de carregamento rápidas e económicas, específicas para os seus veículos elétricos, possuindo, já, uma rede de postos de carregamento públicos muito diversificada a nível mundial, com ações previstas para a sua expansão (Tesla, 2019). Nesse sentido, a Tesla constitui um forte concorrente em termos de providência de alternativas substitutas, visto ser uma empresa líder na indústria automóvel elétrica e que começa a expandir-se para outras áreas com igual destaque e inovação tecnológica. De modo que deve ser considerada como uma potencial ameaça, ou até, como um parceiro estratégico para formação de potenciais parcerias.

Ademais, outras empresas têm vindo a desenvolver atividades e programas no âmbito das áreas das *smart cities*, *energy harvesting* e ITS. E, visto constituírem empresas líderes noutros mercados, devem merecer especial atenção por parte de *start-ups*, como é o caso da Pavnext<sup>®</sup>, no que toca à competição, mas sobretudo ao nível de processos de aprendizagem e potencial formação de parcerias, que podem ser benéficas para a empresa. São exemplos, empresas como a *Cisco*, a *3M*, a *IBM*, a *Huawei*, a *Hitachi*, a *Google*, e a *ABB*.

Deste modo foi possível sistematizar, de forma qualitativa, as principais características dos concorrentes diretos e indiretos mais relevantes. Permitindo uma comparação detalhada face à Pavnext<sup>®</sup>, como demonstrado na seguinte tabela:

	Pavnext <sup>®</sup>	PAVEGEN	Solmove	Energy Intelligence	Integrated Roadways	Underground Power	Innowatech	Lombas redutoras de velocidade
Geração de energia elétrica	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Geração de energia elétrica renovável	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Geração de energia elétrica através da energia cinética dos veículos	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗
Geração de energia para a mobilidade elétrica (carregamento de formas de Mobilidade elétrica)	✓	✗	✓	N/A	✗	✓	✓	✗
Geração de dados	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗
Geração de dados de tráfego: peso	✓	✗	✗	N/A	✓	✗	✗	✗
Geração de dados de tráfego: velocidade	✓	✗	✗	N/A	✓	✗	✓	✗
Comunicação de dados: V2I e I2V	✓	✗	✗	N/A	✓	✗	✗	✗
Promoção da Segurança Rodoviária com eficácia de redução de velocidade	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓

Tabela 1: Análise qualitativa da concorrência

Fonte: Elaboração própria

Com base na tabela anterior, foi possível verificar que as três empresas que mais se destacaram, nos parâmetros definidos, em termos de geração de energia renovável, dados de tráfego, armazenamento da energia e aplicações da mesma, foram a *Innowatech*, a *Energy Intelligence* e a *Underground Power*; embora as duas primeiras empresas já não se encontrem em atividade.

Neste sentido, a exposição anterior, veio também permitir a identificação de uma oportunidade de mercado para a Pavnext<sup>®</sup> no âmbito do desenvolvimento de *smart cities*, mais precisamente de tecnologias inteligentes com componente de geração de energia e

contribuição para a mobilidade sustentável (promoção da segurança rodoviária e mobilidade elétrica).

Por último, o atributo mais peculiar do *Next-road* é a reunião de todos os seus benefícios multidisciplinares num só produto. Que, desta forma, o transformam numa solução completa, versátil, e capaz de entregar valor no domínio das múltiplas áreas destacadas. Face à concorrência identificada, não se verifica nenhum concorrente que possa, de momento, igualar esse valor.

## 4.2. Forças de Porter

Esta análise é, também, normalmente utilizada em conjunto com a SWOT, visto que vem providenciar um perfil estratégico da organização mais completo. Alargando o seu âmbito para além do espectro interno da organização, focando, assim, no ambiente externo da empresa. Incluindo, desta forma, a descrição das cinco forças competitivas externas à organização: fornecedores, concorrentes, substitutos, clientes e a avaliação da rivalidade entre estas forças (Porter, 1980).

### a) Barreiras à entrada de concorrentes

Em termos genéricos os mercados de *Smart Cities*, Mobilidade Elétrica, Segurança Rodoviária, *Energy Harvesting*, Geração e Monitorização de dados de tráfego e Sistemas de Transporte Inteligente (ITS), são por norma mercados no qual existe muito risco associado e uma grande necessidade de possuir grandes disponibilidades de capital para investimento, principalmente ao nível dos processos de I&D. Fatores que podem constituir um entrave para as empresas mais pequenas que queiram entrar nestes mercados. Contudo, atualmente, principalmente a nível Europeu, temos assistido a uma grande aposta por parte da Comissão, em desenvolver e alocar fundos monetários de apoio ao desenvolvimento tecnológico, diminuindo a força que os elevados custos iniciais têm sobre os novos entrantes.

Ainda assim, para além das *start-ups*, alguns dos novos participantes nestes mercados têm sido grandes empresas que já são líderes noutras áreas tecnológicas. Como é o caso da *Side Walk Labs*, uma das empresas pertencentes à *holding Alphabet (Google)*, que no momento se encontra a desenvolver um projeto ambicioso na área das *Smart Cities*.

Como tal, à semelhança da anteriormente referenciada, esse é o tipo de empresas com o qual é necessário estabelecer uma relação próxima sinérgica, até mesmo de parceria, de modo a que a *start-up* não desvaneça no meio empresarial em que se insere. Pois a ação destas grandes empresas no mercado, em contexto de parceria, pode providenciar, às *start-*

*ups*, oportunidades em termos de economias de escala, melhores acessos a contactos com fornecedores e clientes, *know-how* e *expertise*, e ainda, reforço da credibilidade no mercado.

Para além das barreiras já referidas, existem outras que constituem um fator facilitador ou bloqueador à entrada de novas empresas. Nomeadamente, a existência de potenciais economias de escala. Uma vez que, usualmente, os fornecedores de tecnologias de *energy harvesting* aplicadas ao pavimento rodoviário, são abundantes e estão inseridos no setor automóvel. O que por norma, é um fator propício à criação de economias de escala, diminuindo o custo unitário de produção, e permitindo assim o reforço estratégico através dos preços. Assim como, a necessidade competitiva de diferenciação do produto. Outro fator podem ser os relativamente baixos custos de mudança de produção. Visto que a indústria automóvel possui um leque de oferta de fornecedores, que por sua vez, providenciam uma certa folga e liberdade de negociação para com as empresas, aplicando-se o mesmo em termos de distribuição. E, ainda, por exemplo, a existência de propriedade de capital intelectual, ao nível de patentes, certificações, licenças, face ao produto desenvolvido.

Por outro lado, as barreiras à saída da indústria são também um ponto no qual podem ser impostas condicionantes à entrada de novas empresas no mercado (Portal Gestão, 2014). Contudo, no caso desta área, estas constituem uma força menor, visto que tratando-se de produtos compostos por vários componentes eletrónicos e mecânicos de interesse à indústria automóvel, não se considera necessariamente que existam grandes perdas relacionados com a eventual venda desses componentes, pois, à partida, irá existir mercado para a sua compra. Embora, no que toca ao abandono das indústrias, seja plausível que existam custos de saída aquando da desistência de um contrato público ou entre empresas, no caso de parcerias. Assim como restrições governamentais e/ou sociais.

Assim sendo, de um modo geral, foi possível considerar a ameaça de novos entrantes como sendo moderada. Isto porque, tendo em conta que a maioria dos mercados apontados são emergentes, e que apenas há pouco tempo começaram a experienciar um maior e mais relevante desenvolvimento, sobretudo devido ao crescente desenvolvimento tecnológico; é comum existirem vários novos entrantes que vêm propor ambiciosos projetos nos mesmos, de forma a ganharem posição no mercado. Quer seja através de parcerias com as empresas experientes no mercado, ou por ação individual, processo mais difícil e arriscado. Contudo, o que é certo, é que estas novas empresas, maioritariamente *start-ups* na área das tecnologias inteligentes, vêm aumentar o nível de competição nos mercados, principalmente entre elas. Pois, uma vez que se situam quase todas mais ou menos ao mesmo nível em

termos de desenvolvimento empresarial, têm todas objetivos de posicionamento no mercado semelhantes.

Nesse sentido, salientou-se que a aquisição de vantagem competitiva sustentável da Pavnext<sup>®</sup>, no longo prazo, pode ser conseguida através da evidência das características singulares inerentes à sua proposta de valor. Importa também salientar que os principais aspectos da tecnologia inerente ao produto desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup> já se encontram patenteados, alavancando a competitividade sustentável da empresa nesse prisma, formando mais um entrave à acumulação de concorrência excessiva nos respetivos mercados, por parte dos novos entrantes.

Para além das estratégias mencionadas, a constituição do processo de certificação, inerente ao processo de licenciamento do tipo de tecnologia utilizado, que permite a imposição de *standards* a todos os outros potenciais concorrentes que queiram desenvolver projetos nesta área. No caso específico da Pavnext<sup>®</sup>, a certificação seria no âmbito da tecnologia de *energy harvesting*, ao nível do atrito, ruído, segurança, e outras especificações técnicas diferenciadoras. E seria realizada pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ) e a Associação para a Certificação (CERTIF).

Ademais, aferiu-se que a Pavnext<sup>®</sup> poderá disfrutar de um cenário favorável, com grande potencial de rentabilidade (posse de consideráveis barreiras à entrada) e com relativamente baixos custos de desinvestimento (fracas barreiras à saída).

#### **b) Poder de negociação dos Clientes**

Idealmente, o modelo de negócio da Pavnext<sup>®</sup> será tipicamente na ótica do B2B (*Business to Business*), mais essencialmente ao nível B2G (*Business to Government*). Ou seja, a tecnologia desenvolvida pela empresa irá, à partida, interessar em maior escala, a instituições públicas, visto que traz uma solução com benefícios ao nível da promoção da segurança rodoviária (melhoria das condições de vida e segurança dos cidadãos), e da geração de energia elétrica renovável, que pode, entre outras coisas, ser utilizada no local para carregamento de formas de mobilidade elétrica, contribuindo para o objetivo de descarbonização.

Porém, o setor público apresenta alguns desafios inerentes à sua capacidade de negociação. Uma vez que, possui regras de contratação pública legalmente impostas, que por vezes diferem de acordo com a legislação nacional de cada país, com o tipo de concurso em questão, e com a quantia dos contratos. A nível europeu, este procedimento pode ocorrer

por meio de concursos abertos, disponíveis para qualquer indivíduo, singular ou coletivo; por meio de concursos limitados e procedimentos concorrenciais com negociação, no qual apenas os indivíduos convidados pela entidade pública podem participar; por meio de diálogo concorrencial no qual os próprios indivíduos propõem um método, por si definido, para responder a uma dada necessidade; por meio de parcerias de inovação aquando da necessidade de um produto/serviço ainda não disponível no mercado; ou até por meio de concursos de conceção por forma a serem criadas novas ideias para as empresas (Comissão Europeia, 2019). No caso específico da Pavnext<sup>®</sup>, tendo em conta que o pavimento possui uma tecnologia inovadora de mercado, à partida, o método de concurso público mais apropriado seriam as parcerias de inovação, ou até mesmo através de diálogos concorrências e concursos abertos.

A comercialização de produtos por meio de concursos públicos vem ainda, demonstrar outro desafio relativo ao preço, visto que os valores limites a cada tipo de contrato são alvo de várias limitações decorrentes do orçamento da entidade pública em questão, e também de restrições legais impostas pelo código de contratação pública e tribunal de contas. De modo que, salientou-se uma sensibilidade aguçada face ao preço, por parte destes clientes públicos. Ao mesmo tempo, este tipo de comercialização pública, legalmente regrada e restringida por motivos de sensibilidade ao preço, vem também influenciar o volume médio de compras realizadas por este tipo de cliente (B2G), e que obviamente, em termos práticos, vêm ser, à partida, em quantidade menos significativa face a um cliente privado.

Quanto aos clientes privados, estes já não apresentam restrições tão significativas, pelo menos face à parte legal, ficando maioritariamente sujeitos às restrições orçamentais internas da empresa.

Para além do referido, o negócio entre entidades públicas ou privadas, oferece mais vantagens face ao tradicional segmento de venda para clientes singulares. Entre as quais uma maior oportunidade para escalar no meio, principalmente ao nível dos negócios com entidades públicas. E, ainda uma maior segurança no que toca à fidelização do cliente e pagamento pelo produto/serviço, considerando as condições legais contratadas.

Tal como para qualquer negócio, os clientes são uma parte fundamental na atividade da Pavnext<sup>®</sup>. Contudo, a oferta e a procura no mercado, por este tipo de soluções, ainda não são dominantes, uma vez que, os mercados de atuação da empresa são maioritariamente emergentes. Não existindo, grandes *players* consolidados que ofereçam tecnologias substi-



tutas, assim como necessidades percebidas, por parte dos clientes em adquirir este tipo de soluções.

Neste sentido, a fraca procura, a significativa sensibilidade ao preço e moderado volume médio de compras, por parte das entidades públicas, permitiram concluir que os clientes vêm exercer um poder de dimensão moderada/elevada sobre a empresa. Revelando a relação ainda frágil que estes revelam pelas tecnologias deste gênero.

Como tal, a Pavnext<sup>®</sup>, e estes mercados adjacentes, necessitam de promover a utilização deste tipo de tecnologias, através da sua credibilização e despertar da necessidade dos seus potenciais clientes. Por forma a garantirem um estímulo e aumento da procura por este tipo de soluções tecnológicas, assim como, garantirem um aumento do número de clientes, essencialmente através da promoção da sua proposta de valor única e diferencial. Exigindo um trabalho de construção de mecanismos de comercialização da tecnologia vantajosos e em concordância com o código de contratação pública, no caso das entidades públicas.

### **c) Poder de negociação dos fornecedores**

Geralmente, os fornecedores possuem maior poder negocial que a empresa, no que toca à imposição de condições para a produção. No entanto, estando a Pavnext<sup>®</sup> inserida num contexto muito competitivo em termos de fornecedores, esta possui alternativas, diminuindo assim o poder dos fornecedores sobre a sua atividade.

Isto é, no caso concreto da Pavnext<sup>®</sup>, os seus fornecedores são na maioria comuns aos da indústria automóvel. Por exemplo, ao nível da maquinação, trabalho com o alumínio (extrusão e injeção), borracha do pneu, etc. Por um lado, tal fator constitui um benefício, visto que o setor automóvel é um dos maiores e mais desenvolvidos na economia global, existindo uma panóplia de empresas (fornecedores) que oferecem serviços e produtos, permitindo a geração de economias de escala. Mas por outro lado, essa mesma oferta elevada pode, por vezes, ser congestionada pela forte procura que se vivencia nesse setor, principalmente por parte das grandes empresas da indústria. E nesses casos, a Pavnext<sup>®</sup> pode ficar vulnerável, visto ainda ser uma *start-up*, sem grande experiência no mercado. Pois é comum se criarem problemas relacionados com os preços e disponibilidade dos fornecedores, uma vez que são priorizados os pedidos de produção e matéria prima das grandes empresas que, à partida, conseguem garantir um maior retorno financeiro e menor risco associado.

Nesse sentido, para que a Pavnext<sup>®</sup> seja capaz de garantir o contínuo fornecimento de matérias-primas e serviços, necessários à produção da sua tecnologia, necessita de garantir um acréscimo do seu poder de negócio para com os fornecedores e alguma lealdade por parte dos mesmos. Por exemplo, através da afirmação no mercado, que por sua vez pode ser conseguida através do aumento de credibilidade do potencial do seu produto e dos seus mercados alvo, que como se verificou na concorrência, estão em crescimento; havendo muito potencial para que a empresa desenvolva uma atividade próspera e lucrativa nos mesmos. Ademais, como já referido, essa garantia pode também ser dada por parte dos clientes, através da sua satisfação e correspondência às suas exatas necessidades. Ou seja, por meio da proposta de valor única da empresa.

No entanto, em caso de falha do plano anterior, ou outro tipo de falha no processo produtivo, é também importante que a empresa possua um leque de fornecedores alternativos. E que de certa forma também consiga desenvolver uma certa independência de alguns tipos de fornecedores, por forma a prosseguir a sua atividade sem grandes modificações, sobretudo ao nível dos preços dos serviços e matérias fornecidos. Tratando-se de uma mais-valia para a empresa em termos de diferenciação da concorrência.

Contudo, tendo em conta que a indústria automóvel é altamente competitiva, também os fornecedores competem entre si, de modo que para eles é também vantajoso garantirem lealdade por parte dos seus clientes, e um portfólio de prestação de serviços variado. Por forma a garantirem retorno financeiro, para assim, também, garantirem a sua sobrevivência na indústria em constante mudança.

Neste sentido, o poder negocial dos fornecedores apresenta-se como um dos principais componentes que marcam o ambiente externo e atividade da empresa. Exercendo uma influência positiva (variedade de fornecedores na indústria automóvel, com qualidade e custo acessível) e negativa (pouca reputação da Pavnext<sup>®</sup> no mercado, e o facto de ainda não se encontrar em fase comercial desenvolvida) na mesma. Assim, os fornecedores foram considerados como possuindo uma relevância moderada na atividade da empresa, com tendência a enfraquecer, à medida que a empresa for crescendo e ganhando espaço de mercado.

#### **d) Existência de Bens Substitutos**

A análise à ameaça de bens substitutos é complementar com o poder de negociação dos potenciais clientes. Visto que se relaciona com a perceção do valor acrescentado que o novo produto vem trazer ao mercado e aos seus clientes. Por sua vez, quanto maior esse

valor, menor o risco de substituição do produto por outro de preços mais baixos, e de características semelhantes.

Neste sentido, tendo em conta que o potencial principal cliente da tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup> é o setor público, que como já referido, está sujeito a várias restrições legais e orçamentais, e para o qual o preço a que a tecnologia será comercializado é um dos principais aspetos da tomada de decisão; a perceção do valor integrado da tecnologia torna-se fundamental, para concretizar o processo de contratação com os Municípios. É então, com base nesta perceção que a empresa garante a possibilidade de se destacar no mercado. Uma vez que através de um único produto consegue satisfazer em simultâneo todas estas necessidades dos potenciais clientes.

Atualmente, tem-se assistido a um crescimento rápido do valor dos mercados inerentes à tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>: *smart cities*, geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, geração de energia elétrica para o carregamento de formas de mobilidade elétrica, geração de dados de tráfego e comunicação V2I e I2V, promoção da segurança rodoviária.

O mercado das *smart cities* constitui o principal mercado, visto que vem englobar muitas das áreas inerentes aos outros mercados, relativamente à criação e desenvolvimento de modos de transporte inteligente, infraestruturas de energia resilientes, gestão de tráfego inteligente, comunicações do tipo V2X e dados relacionados com a segurança pública (International Data Corporation, 2019). O crescimento global deste mercado é evidenciado por vários estudos, contando com uma taxa de crescimento de mercado prevista na ordem dos 18,4% até 2023 (Markets and Markets, 2019).

Também o mercado da mobilidade elétrica vem apresentar um crescimento acentuado, na ordem dos 22% até 2025 (Statista, 2019). Assim como o mercado da segurança rodoviária, que embora já mais consolidado, venha ainda apresentar taxas de crescimento consideráveis, na ordem dos 10% até 2022 (Grand View Research, 2019a). O mercado de *energy harvesting* na ordem dos 11% até 2024 (Mordor Intelligence, 2019). Assim como os mercados de geração de dados de tráfego na ordem dos 14% até 2023 (Market Watch, 2019), de sistemas de transportes inteligentes (ITS) na ordem dos 11% (Grand View Research, 2019b).

Contudo, o desenvolvimento e reconhecimento de alguns destes mercados não tem sido realizado de forma tão rápida e assumida por parte dos potenciais clientes. Visto ainda existir uma certa incerteza por parte da adoção de algumas das tecnologias de caráter ino-

vador, e naturalmente, com um certo grau de risco associado.

Posto isto, é possível avaliar a ameaça de bens substitutos como sendo baixa/moderada, uma vez que não existem tecnologias diretamente substitutas dos sistemas de *energy harvesting*. Contudo, é possível, que num futuro próximo venham a surgir alternativas visto que os mercados em questão são emergentes, possuindo grande afluência de candidatos, e também devido à previsão do contínuo e exponencial crescimento tecnológico.

#### **e) Rivalidade entre concorrentes**

A rivalidade entre os concorrentes da Pavnext<sup>®</sup> pode considerar-se como baixa visto que a empresa, atualmente, ainda não possui concorrentes muitos fortes e consolidados no mercado, principalmente no de *energy harvesting*. Deste modo, ao contrário do tradicional, a competição entre os concorrentes não é ainda marcada pelo fator dos preços, nem pela questão de posição de mercado (quotas de mercado). A este nível a competição é ainda baseada no desenvolvimento de produtos inovadores e disruptivos nesses mercados e alicerçado nas perspectivas de crescimento de cada segmento de mercado.

Contudo, no futuro é esperado que estes mercados venham a possuir grandes *players* com uma posição muito relevante devido às constantes fusões e aquisições de empresas. Pelo que o fator de influência desta componente pode passar a moderado/forte.

### **4.3. Análise SWOT**

Outra ferramenta utilizada, por forma a identificar as principais forças, fraquezas, ameaças e oportunidades do negócio da empresa (produtos e serviços) e do mercado onde esta opera, foi a análise SWOT (Islam , 2017). Complementar às últimas análises efetuadas (PESTEL, Concorrência e Forças de Porter), visto que a sua utilização não deve restringir-se de forma singular, mas sim, em simultâneo com outras ferramentas estratégicas (Evans & Wright, 2009).

As forças e as fraquezas constituem fatores internos e sobre os quais a empresa tem controlo. Podendo ser geridos pela própria empresa de modo a alcançar os seus objetivos e prevalecer no seu mercado/indústria (Kotler, 2000). Já as oportunidades e ameaças surgem como fatores externos sobre os quais a empresa não consegue controlar.

Deste modo, esta análise surge como um importante aliado na execução do plano estratégico de qualquer negócio, através da combinação e transformação de todos estes fatores (Islam , 2017). Proporcionando uma boa base para a tomada de decisões e inovação em torno dos modelos de negócio (Osterwalder & Pigneur, 2010).

### **a) Pontos Fortes**

Atualmente, um dos principais pontos fortes da empresa depreende-se com as multifaces do pavimento desenvolvido (*Next-road*). O qual vem contribuir para o fomento da segurança rodoviária, assim como para a geração de energia limpa, renovável e independente das condições climáticas que pode ser inserida na rede elétrica local, utilizada a alimentação de várias aplicações elétricas locais (ex: mobilidade elétrica. Adicionalmente esta tecnologia permite a geração de dados locais de tráfego, energéticos e ambientais. Possuindo, também, um método de instalação simples e rápido, em comparação com as soluções renováveis existentes.

Como tal, a amplitude de características presentes na tecnologia *Next-road* vem constituir uma vantagem para a empresa, na medida em que proporciona um potencial de geração de múltiplos fluxos financeiros derivados dos diferentes valores oferecidos pelo produto. Tais como a monetização da energia gerada (venda à rede, venda a uma entidade comercial); a monetização dos dados derivados da componente sensorial (estes, por sua vez, podem ser vendidos a mais que uma entidade que apresente interesse); e ainda a possibilidade de criação de um modelo de recompensa baseado na redução do fenómeno de sinistralidade rodoviária local.

A própria constituição *eco-friendly* do equipamento vem constituir uma força competitiva do mesmo, pela conformidade com os valores da economia circular - alvo de grande aposta por parte das últimas diretivas e planos propostos pela Comissão Europeia no âmbito do desenvolvimento sustentável. Também, o design específico do produto com materiais reciclados, traduz-se num impacto ambiental derivado da tecnologia significativamente reduzido.

As próprias características, missão e valores da Pavnext<sup>®</sup> são também um ponto forte enquanto afirmação no domínio da sustentabilidade. Visto que vêm atender ao conceito de desenvolvimento sustentável. Mais concretamente, o *Next-road* vem atender especificamente aos ODS 3,7,9,11,12 e 13. Como tal, estes fatores vêm salientar a relevância que o produto desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup> tem na sociedade atual. Considerando a aposta de investimento em programas e projetos que venham apoiar o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.

### **b) Pontos Fracos**

Por outro lado, o ponto fraco mais saliente da empresa, é provavelmente o seu estatuto enquanto entidade organizacional, visto que ainda é considerada uma pequena *start-up*

em fase de desenvolvimento. Ademais, a sua tecnologia enquadra-se ainda num nível 7 da escala TRL visto que os seus protótipos ainda se encontram em fase de testes, e sem comercialização. Contudo com o objetivo de num futuro próximo passarem a ser testados em contexto real, numa estrada pública. Como tal, estes fatores, menos favoráveis, vêm fomentar a possibilidade de a empresa carecer de credibilidade organizacional e reconhecimento da sua marca (*brand recognition*) aquando da entrada no mercado. Podendo ainda gerar incertezas e relutância por parte do cliente e outras eventuais partes interessadas (ex: financiadores).

Outra fragilidade decorrente do estado embrionário de desenvolvimento organizacional da Pavnext<sup>®</sup>, é a componente da comunicação. Mais precisamente a carência de conhecimentos específicos de marketing que permitam à empresa a comunicação clara da ideia/conceito do produto. Dificultando, assim, o processo de perceção do valor integrado para o potencial cliente.

Adicionalmente, a tecnologia elaborada pela Pavnext<sup>®</sup>, na fase inicial do projeto, vem apresentar um custo elevado derivado da cobertura dos seus elevados custos operacionais. E, por conseguinte, dificuldade em expressar o valor integrado do projeto através do preço (dificuldade em quantificar os benefícios intangíveis que a tecnologia vem promover) devido ao carácter inovador e disruptivo do projeto.

### **c) Ameaças**

Em contexto de ameaças é de destacar a existência de empresas que providenciam alternativas substitutas (concorrentes) para algumas das finalidades do produto desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>. Exemplos destes são os sistemas tradicionais de redução de velocidade (ex: lombas, passadeiras, sinalética) para a componente de segurança rodoviária do produto; as empresas de geração de energia renovável, com especial destaque para as tecnologias de micro-geração que têm vindo a ser impulsionadas pelas políticas verdes; e os sistemas de captação de dados de tráfego tradicionais (radares), bem como empresas de recolha e tratamento de dados.

Similarmente, é possível que num futuro próximo (5-10 anos) os mercados onde se enquadra a tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>, se tornem muito mais competitivos e, por conseguinte, mais concentrados face ao panorama atual.

Ao mesmo tempo, tendo em conta a segmentação de clientes estabelecida, a capacidade de compra do setor público destaca-se como o um dos principais limites/ameaças,

devido à elevada burocracia de contratação associada comparativamente com o setor privado.

Ainda na lógica do cliente, observa-se uma dificuldade em compreender qual o valor percebido da tecnologia para o cliente, pois a competição atual está ainda muito orientada para os preços e não para o valor integrado não monetário. Dificultando o processo de determinação do preço que englobe o valor agregado da solução, e para o qual o cliente esteja disposto a pagar.

#### **d) Oportunidades**

Por fim, no âmbito das oportunidades externas para a Pavnext<sup>®</sup>, destacou-se, em primeiro lugar, o alinhamento institucional político e legal na concretização de planos, programas, e instrumentos financeiros que visam promover o desenvolvimento sustentável, o combate ao fenómeno das alterações climáticas, descarbonização, mobilidade sustentável em todas as suas vertentes, principalmente em termos de segurança rodoviária, e o fomento dos processos de investigação e desenvolvimento aplicados a estas temáticas. Corroborando a importância que estes valores têm para os potenciais clientes e sociedade como um todo.

Paralelamente, o crescimento verificado e previsto em mercados emergentes como o das *smart cities* e de *energy harvesting*, reflete o potencial económico de tecnologias inovadoras e disruptivas, como a da Pavnext<sup>®</sup>. No caso concreto do mercado das *smart cities*, o crescimento será em grande parte concretizado devido à crescente procura por novas soluções tecnológicas que permitam facilitar e melhorar a qualidade de vida das populações nas cidades, e que ao mesmo tempo permitam lidar com as limitações que irão existir ao nível dos recursos naturais (Prescient & Strategic Intelligence, 2018).

Outro fator favorável à atividade da empresa, é o facto de em Portugal e na UE, as novas empresas possuem, na generalidade, um bom acesso à rede de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento dos seus produtos/serviços. Neste âmbito, a incubação de *start-ups* oferece um variado número de vantagens. No caso da Pavnext<sup>®</sup>, esta encontra-se incubada na UPTEC, o que lhe trouxe a possibilidade de partilha de informação junto de outras *start-ups*, bem como a hipótese de se relacionar com outras organizações mais estabelecidas nas indústrias e mercados de relevo tecnológico (oportunidade de *networking*), permitindo a aquisição de experiências e conhecimentos.

Em anexo consta ainda uma análise SWOT Cruzada elaborada com o intuito de de-

envolvimento de um potencial plano estratégico para a empresa, tendo em conta os pontos fracos, fortes e ameaças e oportunidades acima identificados. Assim como uma síntese da análise SWOT e SWOT Cruzada - 7.5.

#### **4.4. Síntese análises externas e internas**

Com base nas análises internas e externas realizadas, foi possível caracterizar o ambiente competitivo das tecnologias de *energy harvesting*, e, por conseguinte, da tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>. Permitindo responder à segunda questão de investigação (Q2) lançada inicialmente neste trabalho: *“Como se caracteriza o ambiente competitivo das tecnologias de energy harvesting, no geral e na Pavnext<sup>®</sup>, em particular?”*.

Neste sentido, externamente, verifica-se uma abertura de mercado para a Pavnext<sup>®</sup> e a sua tecnologia, no âmbito de contribuição para o desenvolvimento da condição de mobilidade sustentável, um dos principais temas de trabalho no domínio da sustentabilidade global dos sistemas. Visto que, quando os sistemas de transporte carecem de falta de planeamento e adequação, podem contribuir para a criação de novas formas de segregação social e espacial, agravando em termos de igualdade e sustentabilidade o setor dos transportes. De modo que, um dos principais desafios quando se discute sobre a condição de mobilidade sustentável passa por “identificar estratégias viáveis para equilibrar os imperativos morais de satisfazer as necessidades humanas, assegurando equidade social e respeitando os limites do ambiente” (Holden, Linnerud, & Banister, 2017).

Como tal, a mobilidade sustentável, em todas as suas vertentes, apresenta-se como uma meta importante de se alcançar. Não só pelas razões acima descritas, mas também visto que o crescimento do setor dos transportes é um dos principais contribuidores para as emissões de GEE na UE (poluição atmosférica) e poluição sonora. E nesse sentido, tal meta só é conseguida através da utilização eficiente e ótima dos vários sistemas de transporte, havendo ainda necessidade para a criação de outros novos que possam trazer melhorias neste aspeto.

Do ponto de vista social, tem-se assistido a uma maior apetência por parte da sociedade, em geral, para questões relacionadas com o ambiente e sustentabilidade. Um ponto relevante, considerando o papel crítico que a sociedade (os consumidores) desempenha aquando do processo de tomada de decisão relativa à implementação de tecnologias e serviços inovadores para a sustentabilidade.

Do mesmo modo, os governos e organizações públicas têm vindo a desenvolver



programas, quadros legislativos e fundos de financiamento, de apoio ao desenvolvimento de projetos inovadores, e com contributos sustentáveis. Com o intuito de combater os vários problemas ambientais e sociais inerentes ao setor da mobilidade e também energia, expressando a preocupação governamental e social de cumprir com as metas, nacionais e internacionais, previstas no âmbito do combate às alterações climáticas (República Portuguesa - Ambiente e Transição Energética, 2018). E, ainda, considerando a relevância que o setor da mobilidade tem ganho nos últimos anos, destacando o seu contributo para o alcance dos relevantes ODS, no qual se insere a temática da mobilidade sustentável. Os quais são encarados como uma excelente oportunidade de negócio, demonstrando grandes retornos a nível financeiro.

O rápido desenvolvimento e crescimento dos mercados adjacentes às tecnologias de *energy harvesting*, e da Pavnext<sup>®</sup>, têm trazido, também, o desenvolvimento de alguns concorrentes diretos e indiretos nestes domínios, capazes de se tornarem uma potencial ameaça ao desenvolvimento da atividade comercial da empresa.

Especificamente, para a Pavnext<sup>®</sup>, destacam-se três principais concorrentes diretos (Innowatech, a Energy Intelligence e a Underground Power) pelas semelhanças operacionais demonstradas nas respetivas tecnologias. Embora, devido à imaturidade do mercado no seu desenvolvimento, a Innowatech e a Energy Intelligence não obtiveram o desempenho esperado, acabando por sucumbir.

Assim sendo, atualmente, o panorama competitivo da Pavnext<sup>®</sup> não se demonstra de todo carregado. Evidenciando as características únicas da tecnologia desenvolvida pela *start-up* no âmbito das *smart cities* e capacidade inteligente, geração de energia elétrica renovável, e mobilidade sustentável (com destaque para a promoção da segurança rodoviária). Caracterizando-a como uma solução completa, versátil, e capaz de entregar valor no domínio das múltiplas necessidades destacadas.

Contudo, as tecnologias de *energy harvesting* aplicadas aos pavimentos rodoviários, são ainda alvo de vários desafios de mercado, entre os quais a falta de credibilidade, dado o seu carácter inovador e disruptivo nos mesmos. De modo que, a elaboração de um plano estratégico, como exposto no ponto 7.5 (análise SWOT cruzada), com base na evidência dos fatores fortes, fracos, oportunidades e ameaças que constroem estas tecnologias, e a da Pavnext<sup>®</sup>, deve constituir uma ação contínua de extrema importância para a sustentabilidade das empresas, tecnologias, e seus processos no longo prazo.

## 4.5. Formulação do Modelo de Negócio

O desenho das hipóteses de modelos de negócio foi efetuado com base na tela universal de construção de modelos de negócio criada por Osterwalder – *business model canvas*, mais precisamente o *lean start-up business model template* (Osterwalder & Pigneur, 2010) - 4.5.10. Esta consiste numa tela de apresentação visual dos nove blocos constituintes de qualquer modelo de negócio: Proposta de valor, Segmento de Clientes, Relações com os Clientes, Canais, Fluxos de Rendimento, Atividades-Chave, Parceiros-Chave, Recursos-chave, e Estrutura de Custos. Sendo frequentemente utilizada no âmbito da gestão estratégica de um negócio (Austin, 2020). Por sua vez, esta vem apresentar o panorama relacional entre o empreendedor (empresa), os parceiros e clientes (Austin, 2020). Sendo que o lado esquerdo da tela se relaciona com a eficiência do negócio, e o lado direito com o valor do projeto (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Ademais, na sua generalidade, os modelos de negócio possuem alguns fatores passíveis de serem transpostos para outros mercados, desde que existam certas pré-condições semelhantes (Okkonen & Suhonen, 2010). De modo, que os modelos aqui apresentados podem ser alocados a outros segmentos de clientes e/ou mercados que a Pavnext® no futuro pretenda endereçar. Ou ainda, servirem como referência para outras tecnologias de RPEH.

### 4.5.1. Proposta de Valor

Como já referido, a solução da Pavnext® foi desenvolvida com o intuito de promover a segurança rodoviária, minimizando a sinistralidade, de forma eficaz. Permitindo ainda a geração de energia limpa e sustentável, contribuindo, como um todo, para o desenvolvimento inteligente da comunidade em que se insere (*smart city*).

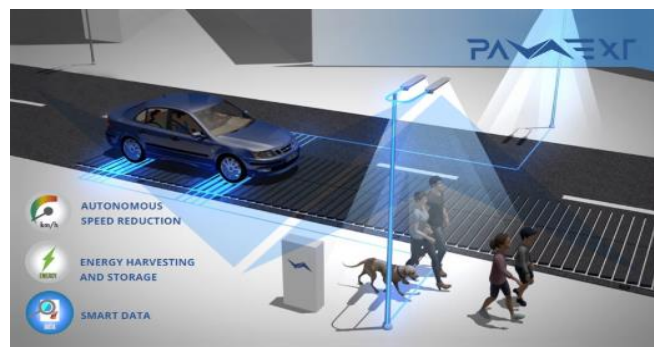


Figura 4: Ilustração do funcionamento do *Next-road*  
Fonte: Pavnext (2019a)

Particularmente, a solução, com uma implementação de 20 metros consecutivos no pavimento, vem permitir o controlo/redução da velocidade de circulação dos veículos, de forma autónoma, em cerca de 40%<sup>1</sup>, permitindo aferir um potencial de redução da sinistralidade rodoviária em cerca de 70%<sup>2</sup>, tendo em conta que o excesso de velocidade é um dos fatores mais críticos aquando da ocorrência dos fenómenos de sinistralidade rodoviária. Ainda, relativamente à componente de redução da velocidade dos veículos, esta é conseguida de forma silenciosa, ou seja, sem causar poluição sonora, e sem induzir desconforto nos ocupantes do veículo (incluindo condutor). Duas características que se destacam em comparação com as soluções tradicionais de segurança rodoviária (Ex: lombas), acrescentando valor à solução.

Paralelamente, a solução vem contribuir para o objetivo da descarbonização, permitindo a geração de energia não poluente (limpa), sustentável e independente das condições climáticas. Energia que pode destinar-se a um vasto conjunto de aplicações elétricas, que passam a caracterizar-se como autossustentáveis. Como é o caso da iluminação e sinalização pública das imediações do pavimento. Assim como, destinar-se ao seu armazenamento, ou até injeção na rede elétrica (opção de ainda algum estudo). Mas sobretudo, permitir o carregamento de formas de mobilidade elétrica, numa primeira fase, suave, tais como bicicletas e trotinetes elétricas. Contribuindo assim para o desenvolvimento e difusão da mobilidade elétrica sustentável da comunidade.

Adicionalmente, a energia gerada nestas condições favoráveis, permite ainda a redução dos níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, provenientes da produção tradicional de energia elétrica, que seria necessária para alimentar as aplicações referidas.

Por fim, a solução vem também oferecer uma componente inteligente. Através da geração e armazenamento de dados relativos ao tráfego, nomeadamente a contagem de veículos, peso e velocidade de circulação dos mesmos, assim como os seus valores máximos, médios e mínimos. Através da geração de dados relativos aos consumos energéticos locais, especificamente a redução dos consumos de energia das aplicações em causa, e a sua conversão em emissões de CO<sub>2</sub> evitadas. E, ainda, através de dados relativos às condições ambientais no local de instalação, tais como os níveis de emissões de CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, ruído, luz e humidade.

---

<sup>1</sup> Valor aferido pela Pavnext® através dos testes realizados aos protótipos

<sup>2</sup> Valor aferido pela Pavnext® através da comparação com outras medidas tradicionais de segurança rodoviárias

Como tal, estas características, especialmente a geração de dados relativos ao tráfego, vêm oferecer valor no âmbito da construção de comunidades mais conectadas e inteligentes, permitindo contribuir para a melhoria da gestão dos fluxos de tráfego, e segurança rodoviária nas cidades.

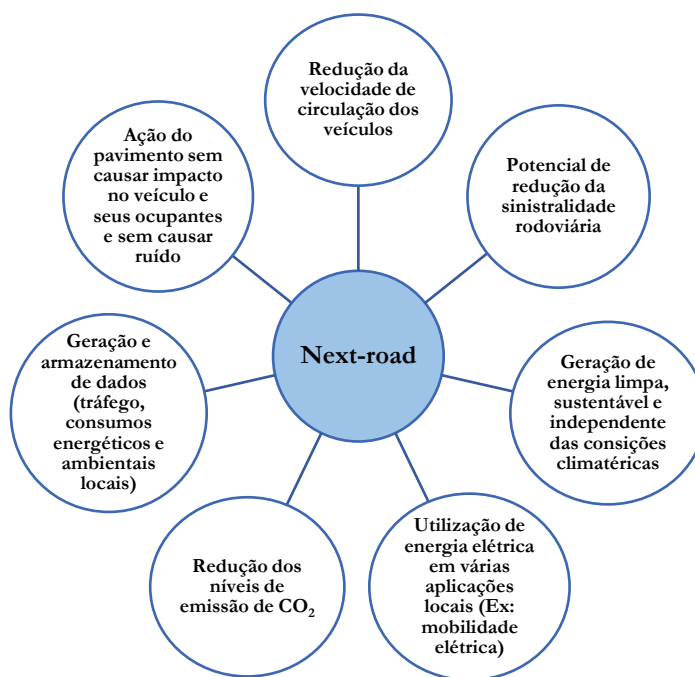


Figura 5: Proposta de valor do *Next-road*  
 Fonte: Elaboração própria

Adicionalmente, para corroborar do valor integrado da solução foi realizada uma análise técnica, económica e de custo benefício do pavimento, baseada no trabalho de Duarte F. (2017). Aliada a uma análise simples de impacto social, económico e ambiental das características operacionais do projeto (promoção da segurança rodoviária, geração de energia sustentável e redução das emissões de CO<sub>2</sub>), para um espaço temporal de 5 anos, e considerando uma potencial perspectiva comercial do pavimento.

#### 4.5.1.1. Análise Técnica, Económica e Custo-Benefício

Uma das características inerentes aos sistemas de geração de energia distribuída, como é o caso do *Next-road*, tem que ver com o facto da eletricidade gerada poder ser vendida à rede elétrica ou utilizada para autoconsumo, gerando, assim, benefícios externos, com destaque para a mobilidade elétrica sustentável.

Contudo, previamente, deve ser realizada uma análise custo-benefício de modo a estimar a sua viabilidade económica, já que este tipo de análise constitui um dos principais elementos para a avaliação da eficiência energética de um DES (Ren *et al.*, 2019; Yushchen-

ko & Patel, 2017).

A análise custo-benefício pode então ser realizada sobre a alçada de três perspectivas, nomeadamente o ponto de vista técnico, as múltiplas perspectivas dos *stakeholders* e sob o ponto de vista do programa de administração (Yushchenko & Patel, 2017). Sendo que para este estudo, o foco incidiu sobre o ponto de vista técnico e dos *stakeholders*.

Como tal, do ponto de vista técnico, por norma, esta análise é efetuada com base na comparação dos custos das medidas de eficiência energética com os benefícios da redução do consumo energético, incluindo ainda a análise de vários indicadores, tais como o *pay-back*, o investimento inicial, os custos marginais, os custos da energia poupada, entre outros (McNeil & Bojda, 2012). Providenciando informação útil para os *stakeholders* (Ex: governo, empresas do setor energético, etc.), que normalmente acarretam os custos relacionados com as medidas de eficiência energética, e que por sua vez beneficiam dos custos da energia poupada.

Adicionalmente, importa salientar que os *stakeholders* possuem um papel fundamental para o desenvolvimento e manutenção destas tecnologias, no âmbito do planeamento, gestão e manutenção das mesmas. Expressando, geralmente, um interesse claro em beneficiar do retorno dos projetos (Yushchenko & Patel, 2017; Ren *et al.*, 2019).

Portanto, como referido, no sentido de corroborar a proposta de valor qualitativamente definida para o projeto desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>, foi efetuada uma análise técnica e de custo benefício da tecnologia, baseada no trabalho matemático já desenvolvido por Duarte F. (2017). Na qual foram utilizados os valores atuais referentes aos aspetos técnicos da tecnologia. Esta análise veio permitir uma referência do ponto de vista financeiro do equipamento, que muitas vezes é requisitada nos processos de candidatura a programas de apoio ao investimento.

A referida análise foi realizada do ponto de vista energético, mais concretamente da injeção na rede e autoconsumo. Visto que a energia constitui o principal mecanismo de avaliação económica concreta e direta do projeto. Contendo, ainda, uma componente de comparação com as alternativas renováveis, atualmente mais usuais, como é o caso da eólica e solar.

Relativamente à análise técnica e, também económica, deste tipo de tecnologia, existem três principais fatores cuja análise é muito relevante: o fator de capacidade (CF – *capacity factor*), o preço por *watt* instalado (PPW – *price per installed watt*), e o custo nivelado da eletricidade (LCOE – *levelized cost of electricity*).

### a) **Análise Técnica**

Para a realização da análise técnica foi necessário identificar um conjunto de variáveis chave, das quais a operacionalização da tecnologia depende. As suas fórmulas de cálculo constam em anexo -7.6.

Neste sentido, as variáveis relacionadas com o tráfego constituem as mais importantes, já que os veículos representam a única fonte de energia deste tipo de sistemas. Como tal, para um local hipotético, e assumindo duas faixas de rodagem, foi calculado o volume de tráfego médio diário anual (AADT), assim como o respetivo tráfego diário anual por faixa (LDT), dado que estas análises foram efetuadas com o intuito de se obter o custo benefício unitário de uma aplicação, por faixa de rodagem.

Ainda com respeito ao tráfego, Duarte F. (2017) elaborou quatro categorias de veículos de acordo com o seu peso relativo e tipo de veículo (pesado ou leve). Para o qual, quanto maior o seu peso, maior o seu potencial de geração de energia. Assim, foi possível calcular a energia gerada por cada categoria de veículo (EGV cat), através da combinação da eficiência de conversão do pavimento ( $\eta$ ) com o montante médio de energia cinética libertada por cada categoria de veículo (ERV cat) – valor previamente calculado pelo *software* desenvolvido por (Duarte, Ferreira, & Fael, 2017). Assim como, foi possível aferir a distribuição de cada categoria de tráfego por faixa (TD cat). Ainda, neste âmbito, por forma a tornar mais realista a análise para o período de vida útil do projeto, foi necessário considerar a evolução anual do tráfego (ATE).

Os aspetos físicos do pavimento, isto é, as suas dimensões, vêm também influenciar os resultados obtidos em termos de energia gerada e preço por aplicação. Neste sentido, foram também previamente definidos, o número de metros de pavimento instalado (NMP), a capacidade instalada de cada unidade de geração de energia deste tipo (IPM), e ainda a largura de cada módulo do pavimento (EHW). Permitindo calcular o número total de módulos necessário instalar (NMI), assim como a sua capacidade total instalada (TIP).

Desta forma, com base nestas variáveis foi possível calcular o total de energia gerada por ano (AEG), e, por conseguinte, o total de energia gerada para os 10 anos (TEge). Os quais constituem das variáveis mais importantes desta análise técnica, uma vez que permitem transpor o valor energético concreto da solução. O cálculo da energia anual gerada foi realizado através da decomposição da fórmula elaborada por Duarte F. (2017), evidenciando quais as variáveis que contribuem para este cálculo. A fórmula original (13) encontra-se exposta em anexo -7.6.

$$1) AEG_y = \sum_{cat=1}^4 NMI \times \frac{\left(\frac{AADT}{NL}\right) \times (TD_{cat} \times (1+ATE)^y) \times (\eta \times ERV_{cat})}{3,600,000} \times 365$$

$$2) TE_{Ge} = \sum_{y=1}^{YRS} AEG_y$$

Após o cálculo destas variáveis foi então possível estimar o valor do fator de capacidade (CF), com recurso à energia gerada ao longo dos 10 anos de vida útil do projeto, e à capacidade total instalada do pavimento. Permitindo aferir o grau de capacidade de operação do pavimento (Duarte F. , 2017).

$$3) CF = \frac{TE_{Ge}}{\left(\frac{TIP \times 24 \times 365 \times YRS}{1000}\right)}$$

### b) Análise Económica

Quanto à análise económica do projeto, foi importante aferir os principais gastos do ponto de vista operacional e de investimento em bens capitais, por forma a obter o montante de investimento total necessário realizar aquando da implementação de uma tecnologia como esta.

Como tal, novamente com recurso ao trabalho de Duarte F. (2017), foram utilizados os valores referentes ao preço bruto por módulo da tecnologia (PPM); ao preço de instalação unitário do módulo (ICPM); aos custos com equipamento extra necessários à construção do pavimento, tais como o conversor de energia, as unidades de armazenamento e eletrónica e o inversor de corrente elétrica (EEP); e aos outros custos (OCI), como por exemplo referentes à componente de *design* de instalação, seguros e impostos relativos ao produto. E ainda, calculado o preço anual de manutenção por módulo (YMP), considerado apenas partir do segundo ano. Incluindo a inflação anual desta variável (INF), por forma a aproximar a análise da realidade.

$$4) YMP_y = YMP_{(y-1)} \times INF$$

Deste modo, foi possível aferir o montante de investimento em bens capitais (CAPEX), assim como o montante de investimento em custos operacionais (OPEX), através das seguintes equações. Ambas as variáveis, perfazendo o montante total de investimento para a vida útil do projeto (TINV).

$$5) CAPEX = NMI \times (PPM + ICPM) + EEP + OCI$$

$$6) OPEX_y = NMI \times YMP_y$$

$$7) TINV = CAPEX + \left(\sum_{y=2}^{YRS} OPEX_y\right)$$

Após a determinação destas variáveis procedeu-se ao cálculo dos restantes fatores

críticos da tecnologia - o preço por watt instalado (PPW) e o custo nivelado da energia elétrica (LCOE). Permitindo determinar critérios importantes do ponto de vista económico. Sobretudo o LCOE que vem permitir obter a relação entre o investimento total do projeto e a energia gerada para os 10 anos de vida útil perspectivada do mesmo (Duarte F. , 2017).

$$8) PPW = \frac{CAPEX}{TIP}$$

$$9) LCOE = \frac{TINV}{TE_{Ge}}$$

As tabelas seguintes evidenciam os valores definidos e obtidos para as variáveis acima descritas no contexto da análise técnica e económica, para um cenário base:

	Variável	Valor	Unidade
<b>Dados relativos ao tráfego</b>	AADT	20.000	(veículos/dia)
	Número de faixas de rodagem (NL)	2	-
	Velocidade média (TAS)	50	(km/h)
	Distribuição de tráfego TD1-4	23   50   25   2	(%)
	ERV1-4 at TAS=50 km/h	400   522   800   1.222	(J)
	Número de anos considerados na análise (vida útil do projeto)	10	(anos)
	Evolução anual do tráfego (ATE)	2	(%)

Tabela 2: Valores das variáveis relativas ao tráfego  
Fonte: Elaboração própria

	Variável	Valor	Unidade
<b>Dados análise técnica</b>	Número de metros instalados (NMI)	20	(m)
	Largura de cada módulo (EHW)	0,4	(m)
	Potência instalada por módulo (IPM)	800	(W)
	Eficiência de conversão ( $\eta$ )	60	(%)
	Energia gerada por cada tipo de veículo (EGV 1-4)	240   313,2   480   733,2	(J)



	Energia gerada anualmente (AEG)	17.563,80 (ano 1) 18.273,38 (ano 2) 18.638,85 (ano 3) 19.011,62 (ano 4) 19.391,85 (ano 5) 19.779,69 (ano 6) 20.175,29 (ano 7) 20.578,79 (ano 8) 20.990,37 (ano 9) 21.410,17 (ano 10)	(kWh)
	Energia total gerada ao longo dos 10 anos (TEge)	195.813,81	(kWh)
	Fator de capacidade (CF)	5,59	(%)

Tabela 3: Valores das variáveis relativas à análise técnica  
Fonte: Elaboração própria

	Variável	Valor	Unidade
<b>Dados análise económica</b>	Preço por módulo (PPM)	500	(eur)
	Preço de instalação por módulo (ICPM)	100	(eur)
	Custo equipamento extra (EEP)	1.000	(eur)
	Outros custos (OCI)	500	(eur)
	Manutenção anual por módulo (YMP)	50	(eur)
	Inflação anual (INF)	2	(%)
	Investimento em bens capitais (CAPEX)	31.500	(eur)
	Custos operacionais (OPEX)	24.874,30	(eur)
	Investimento total vida útil do projeto	56.374,30	(eur)
	Preço por watt instalado (PPW)	0,79	(eur)
	Custo nivelado da eletricidade (LCOE)	0,29	(eur)

Tabela 4: Valores das variáveis relativas à análise económica  
Fonte: Elaboração própria

Neste sentido, tendo por base um tráfego médio diário anual de 20.000 veículos (AADT), que se desloca a uma velocidade média de 50km/h, verificou-se que, ao longo da sua vida útil de 10 anos, o pavimento tem o potencial de produzir 195.813,81 kWh de energia elétrica.

Ademais, para a extração destes benefícios, estimou-se que o investimento total seja de 56.374,30€. Compreendendo o valor do investimento em bens capitais de 31.500€ e os custos operacionais associados variando entre os 2.550€ e 2.987,73€. Perfazendo um valor de 0,79€ relativo ao preço por watt instalado e de 0,29€ relativo ao custo nivelado da ener-

gia elétrica.

Face à análise concreta dos três principais fatores mencionados (CF, PPW e LCOE), verifica-se que os valores de CF (5,59%) e de PPW (0,79€/W) são inferiores e/ou próximos do que aqueles provenientes das tecnologias de recolha de energia mais desenvolvidas no mercado, as solares fotovoltaicas, cujos valores variam entre 20 e 30% (CF) (Duarte F., 2017; Adaramola, 2014; Narbel, Hansen, & Lien, 2014), e entre 0,20 e 0,26€/W (PPW) (PV Magazine International, 2019). Salientando o potencial deste novo tipo de tecnologias de geração de energia (RPEH) disruptivo e inovador.

Contudo, o valor do custo nivelado da eletricidade (LCOE), que se apresenta como um dos fatores mais importantes aquando da avaliação económica destes projetos, vem demonstrar-se ainda muito elevado (0,29€/kWh = 290€/MWh). E, por isso, pouco atrativo do ponto de vista de investimento nestas tecnologias, quando comparado com os valores globais das energias solares fotovoltaicas (76€/MWh) e eólicas (50€/MWh) (IRENA, 2019; Solar Europe, 2019; Wind Europe, 2019).

### **c) Análise Custo-Benefício**

A análise custo-benefício da tecnologia foi realizada sob alçada de duas perspetivas de utilização da energia elétrica gerada, a perspetiva da injeção na rede elétrica local e a perspetiva de autoconsumo.

Contudo, para este estudo, apenas a perspetiva do autoconsumo foi considerada. Visto que, no âmbito da contribuição do pavimento para a difusão e desenvolvimento da mobilidade elétrica sustentável, a energia gerada pode ser utilizada para a alimentação de um posto de carregamento elétrico no local, pertencente à Pavnext<sup>®</sup> ou a outra empresa detentora do pavimento. Evitando a compra dessa quantidade de eletricidade à rede.

Para a realização da análise custo-benefício na perspetiva de autoconsumo, foi necessário estabelecer e identificar previamente um conjunto de variáveis relacionadas com o parâmetro energético, também estas já traçadas no trabalho de Duarte, F. (2017). Nomeadamente, o preço inicial da energia elétrica (SCEP) juntamente com a inflação anual a que esse mesmo preço está sujeito (SCEI). Assim como a potência instalada da aplicação elétrica (SCIP) e o número de horas diárias médio de consumo de energia da mesma (SCAH). As quais permitem obter o consumo energético anual da aplicação elétrica a endereçar a energia produzida (SCYCE). E, por conseguinte, o total de energia consumida para o período de análise (10 anos) (SCPCE), assumindo um consumo constante de energia.

$$10) SCYCE = \frac{SCIP \times SCAH \times 365}{1000}$$

$$11) SCPCE = SCYCE \times YRS$$

Assim, com base nos parâmetros calculados, foi possível estimar, em termos percentuais, em que medida a energia gerada pelo pavimento ao longo dos 10 anos (TEge) contribui para a alimentação da aplicação elétrica a que se destina – percentagem de contribuição de energia (SCPC).

$$12) SCPC = \frac{TEge}{SCPCE} \times 100$$

De acordo com a perspectiva do autoconsumo, foi, ainda, possível estimar as poupanças de energia anuais (SCAS), assim como as respetivas poupanças totais ao longo dos 10 anos de vida útil do projeto (SCECP). Com recurso ao preço de energia atualizado (SCEPY) para cada ano de operação do projeto.

$$13) \begin{cases} y = 1: SCEPY_1 = SCEP \\ y > 1: SCEPY_y = SCEPY_{(y-1)} \times SCEI \end{cases}$$

$$14) \begin{cases} SCPC < 100: SCAS_y = SCEPY_y \times TEG \\ SCPC > 100: SCAS_y = SCEPY_y \times SCPCE \end{cases}$$

$$15) SCECP = \sum_{y=1}^{YRS} SCAS_y$$

E ainda, aferir o valor das poupanças face ao investimento total do projeto (TINV):

$$16) Poupanças = SCECP - TINV$$

Ou, ainda, com a possibilidade de cálculo mais direta, da seguinte forma:

$$17) Poupanças = \sum_{y=10}^{years} \left[ \sum_{cat=1}^4 NMI \times \frac{(AADT/NL) \times (TD_{cat} \times (1+ATE)^y) \times (\eta \times ERV_{cat})}{3,600,000} \times 365 \right] \times \left[ \sum_{y=10}^{years} [(SCEPY^{y-1}) \times (1 + SCEI)] \right] - TINV$$

Relativamente à avaliação financeira, foi possível analisar o projeto para os principais indicadores desta dimensão: VAL, TIR e *Payback*. Neste sentido, novamente com recurso ao trabalho de Duarte, F. (2017), determinou-se o tempo de recuperação do investimento (*payback*) (ROC), com base no montante total de investimento e nas poupanças totais em energia do projeto. Assim como o valor atual líquido (VAL ou NPV), e a respetiva taxa de atualização do projeto (TIR ou IRR), com recurso aos fluxos de receita anuais provenientes da monetização da energia (CFLO), e à sua respetiva atualização (CFLOU).

$$18) ROC = \frac{TINV}{\left(\frac{\sum_{y=1}^{YRS} SCAS_y}{YRS}\right)}$$

$$19) NPV = \sum_{y=1}^{YRS} CFLOU_y$$

$$20) IRR \Leftrightarrow NPV = \sum_{y=1}^{YRS} \frac{CFLO_y}{(1+IRR)^y}$$

$$21) \begin{cases} y = 1: CFLO_1 = -CAPEX + SCAS_1 \\ y > 1: CFLO_y = CFLO_{(y-1)} + SCAS_y - OPEX_y \end{cases}$$

$$22) \begin{cases} y = 1: CFLOU_1 = CFLO_1 \\ y > 1: CFLOU_y = \frac{CFLO_y}{\left(1+\frac{INF}{100}\right)^y} \end{cases}$$

As tabelas seguintes evidenciam os valores definidos e obtidos para as variáveis acima descritas no contexto da análise custo-benefício, para um cenário base:

	Variável	Valor	Unidade
<b>Aplicação de energia</b>	Aplicação de energia	Autoconsumo	-
	Potência instalada da aplicação elétrica a endereçar a energia (SCIP)	3.500	(W)
	Horas médias diárias de consumo da aplicação elétrica a endereçar a energia (SCAH)	14	(h)
	Consumo anual da aplicação elétrica a endereçar a energia (SCYCE)	17.885	(W)
	Energia total consumida pela aplicação elétrica a endereçar a energia durante os 10 anos de estudo (SCPCE)	178.850	(W)
	Porcentagem de contribuição energética para alimentar a aplicação elétrica definida (SCPC)	109,48	(%)

Tabela 5: Valores das variáveis relativas à aplicação de energia

Fonte: Elaboração própria

Relativamente à aplicação a endereçar a energia elétrica produzida pelo pavimento, considerou-se um poste de carregamento para bicicletas elétricas. Com uma potência instalada de 3.500 W, e com potencial de carregamento de cerca de 9 bicicletas elétricas com uma bateria de cerca de 10,4 W de potência, as mais utilizadas em deslocações citadinas de curta/média distância (The Fietsen Shop, 2019). Nesse sentido, considerando o funcionamento do poste de carregamento ao longo de 14 horas diárias, aferiu-se que o seu consumo anual seria na ordem dos 17.885 W, e que ao final dos 10 anos, este se traduziria em 178.850 W. Atribuindo, ao pavimento desenhado pela Pavnext<sup>®</sup>, um potencial de contribui-

ção de alimentação do poste de carregamento elétrico na ordem dos 109,48%. Um valor ideal indicando que o pavimento gera mais energia do que aquela necessária à alimentação do poste de carregamento, e que por isso, esse excedente poderá ser direcionado para outras aplicações de modo a ser totalmente aproveitado (Duarte F. , 2017).

	Variável	Valor	Unidade
<b>Análise Financeira do projeto na perspectiva de autoconsumo</b>	Aplicação de energia	Autoconsumo	-
	Preço da energia (SCEP)	0,22	(eur/kWh)
	Evolução do preço da energia (SCEI)	2	(%)
	Preço da energia atualizado para cada ano de operação do projeto (SCEPY)	0,22 (ano 1) 0,22 (ano 2) 0,23 (ano 3) 0,23 (ano 4) 0,24 (ano 5) 0,24 (ano 6) 0,25 (ano 7) 0,25 (ano 8) 0,26 (ano 9) 0,26 (ano 10)	(eur/kWh)
	Poupanças de energia anuais (SCAS)	3.864,04 (ano 1) 4.100,55 (ano 2) 4.266,21 (ano 3) 4.438,56 (ano 4) 4.617,88 (ano 5) 4.804,44 (ano 6) 4.998,54 (ano 7) 5.200,48 (ano 8) 5.410,58 (ano 9) 5.629,17 (ano 10)	(eur)
	Poupanças totais ao longo dos 10 anos de vida útil do projeto (SCECP)	47.330,46	(eur)
	Poupanças totais face ao investimento total do projeto	- 9.043,85	(eur)
	Período de recuperação do investimento (ROC/ <i>payback</i> )	12	(anos)
	Fluxos de receita anuais provenientes da monetização da energia (CFLO)	- 27.635,96 (ano 1) - 26.085,42 (ano 2) - 24.420,21 (ano 3) - 22.634,67 (ano 4) - 20.722,87 (ano 5) - 18.678,63 (ano 6) - 16.495,49 (ano 7) - 14.166,72 (ano 8) - 11.685,29 (ano 9) - 9.043,85 (ano 10)	(eur)

	Fluxos de receita anuais provenientes da monetização da energia atualizados (CFLOU)	- 27.635,96 (ano 1) - 25.072,49 (ano 2) - 23.011,71 (ano 3) - 20.910,93 (ano 4) - 18.769,34 (ano 5) - 16.586,09 (ano 6) - 14.360,32 (ano 7) - 12.091,16 (ano 8) - 9.777,72 (ano 9) - 7.419,10 (ano 10)	(eur)
	Valor atualizado líquido (NPV/VAL)	-175.634,82	(eur)
	Taxa interna de atualização (IRR/TIR)	-	(%)

Tabela 6: Valores das variáveis relativas à análise financeira (Autoconsumo)

Fonte: Elaboração própria

Para a realização da análise financeira do projeto, definiu-se o preço inicial da energia elétrica (SCEP) em 0,22€/kWh, correspondente, de forma aproximada, ao preço médio da eletricidade para os consumidores domésticos, na União Europeia, na segunda metade de 2019 (0,216€/kWh) (Eurostat, 2020). A este preço foi adicionada a taxa de evolução do preço da energia (SCEI) de 2%, tal como definido previamente no trabalho de Duarte, F. (2017). Permitindo o cálculo do preço atualizado ao longo dos 10 anos de vida útil do projeto (SCEPY), e a respetiva poupança monetária anual em energia (SCAS), os quais variam entre os 0,22€/kWh e 3.864,04€ (ano 1) e os 0,26€/kWh e 5.629,17€ (ano 10), respetivamente. Perfazendo um total de poupanças (SCECP) de 47.330,46€.

Contudo, quando comparado este último valor (SCECP) face ao investimento total do projeto (TINV), verificou-se que este era negativo, na ordem dos 9.043,85€, indicando o alto valor do investimento face ao preço atual cobrado pela energia.

Adicionalmente, com base nos resultados obtidos para os principais indicadores de análise financeira de um projeto de investimento, verificou-se que este não apresenta viabilidade financeira, para um cenário deste tipo com um fluxo de tráfego de 20.000 veículos, para um preço de energia relativamente baixo e para um investimento elevado. Apresentando um período de recuperação do investimento um pouco além (12 anos) daquilo que é considerado o período de vida útil do projeto (10 anos). E um valor atualizado líquido dos fluxos de receita anuais negativo (-175.634,82€), expressando a falta de liquidez do projeto, para o período definido, e, por conseguinte, o potencial desinteresse ao investimento.

Neste sentido, clarificou-se a necessidade de um sistema de suporte económico para a difusão e desenvolvimento deste tipo de tecnologias emergentes (RPEH), à semelhança

do que foi realizado para as tecnologias atualmente mais desenvolvidas de recolha de energia - solares fotovoltaicas. Permitindo o seu desenvolvimento e incentivo à adoção através de estruturas de suporte económico que possibilitaram o alcançar da viabilidade financeira dos investimentos que até então se apresentavam como muito arriscados (Bórawski, *et al.*, 2019). Por exemplo, através de incentivos económicos, nomeadamente, benefícios tributários para as pequenas entidades produtoras de energia e respetivos consumidores.

#### **d) Análise de Sensibilidade**

Ainda, no sentido de potencialmente alcançar a viabilidade financeira do projeto, realizou-se uma análise de sensibilidade que veio permitir aferir quais as variáveis chaves, de carácter técnico e económico, que mais influência exerciam sobre os resultados do projeto (7.7). Como tal, apurou-se que a eficiência de conversão de energia do pavimento ( $\eta$ ), o fluxo de tráfego diário anual do local de instalação (AADT) (variável não dependente da empresa), e o montante total de investimento do projeto (TINV), mais especificamente, o preço por módulo da tecnologia (PPM), são as variáveis que mais contribuem para a evolução dos resultados financeiros (VAL, TIR, ROC), técnicos (TEge, CF) e económicos (LCOE, PPW) do projeto. E como tal carecem de uma análise e estudo mais detalhados de modo a melhorar significativamente os seus valores, e, por conseguinte, o valor financeiro do projeto.

Contudo, nesta fase inicial de desenvolvimento e arranque da atividade operacional e comercial da empresa, estas variáveis (eficiência e preço por módulo) demonstram-se significativamente difíceis de melhorar. Já que o preço por módulo apenas pode ser melhorado aquando do desenvolvimento da posição económica e de mercado da empresa, assim como do processo de industrialização, o qual vem promover uma grande redução dos seus custos de produção (Duarte F. , 2017). E também porque a melhoria da eficiência de conversão da tecnologia vem constituir um processo técnico de muita complexidade, exigindo muito trabalho e estudo das experiências de operacionalização do equipamento em ambiente real, ou seja, após a sua comercialização.

Como tal, a expressão dos outros benefícios não energéticos do projeto vêm constituir uma etapa fundamental na difusão e manifestação do valor integrado dos DES, tal como é o caso do da Pavnext<sup>®</sup> (Ren, *et al.*, 2019). E nesse sentido, realizou-se a seguinte análise de impacto, que permite aferir alguns desses benefícios, e assim, potencialmente, aliciar o investimento neste tipo de tecnologias.

#### 4.5.1.2. Impacto SETA

Considerando as áreas-chave de atuação do projeto em causa, foi possível identificar de forma qualitativa, quantitativa e monetária o seu impacto económico, social, ambiental e tecnológico (SETA). Permitindo, aferir o valor integrado da solução numa perspetiva holística.

O processo consistiu nas seguintes fases. Uma primeira fase de identificação e definição dos principais fatores a endereçar na análise realizada. Posteriormente, a definição de um cenário base de operação do projeto, assim como de outros cenários de variação possível dos fatores críticos, seguido da fase de quantificação e valoração dos impactos diretos, indiretos, custos e benefícios do projeto, assim como uma análise qualitativa dos mesmos.

Neste sentido, foram estabelecidos três cenários, mínimo, médio e máximo, nos quais os fatores definidos variaram nessas dimensões. Como principais fatores de impacto consideraram-se as potenciais reduções de acidentes rodoviários, incluindo feridos graves e fatalidades inerentes; e, por conseguinte, os custos económicos e sociais associados a essa mesma redução de sinistralidade. Assim como, a quantidade de energia gerada, com base no fluxo de tráfego, e o seu respetivo valor monetário. E, por fim, as toneladas de gases poluentes evitadas, pela utilização de energia limpa. Nomeadamente o CO<sub>2</sub> evitado e o seu respetivo valor económico.

Esta análise exigiu também a definição do seguinte conjunto de variáveis fixas. Os custos associados à sinistralidade rodoviária, calculados com base nos custos unitários definidos no estudo efetuado por Santos & Donário (2012): 663.800€ por cada vítima mortal e 96.100€ por cada ferido grave, resultantes de um acidente rodoviário. O preço médio por kWh da energia elétrica utilizado (0,22€), e a sua respetiva evolução (2%) (Duarte F. , 2017), assim como o preço por tonelada de CO<sub>2</sub> considerado (23,619€), que correspondem, aproximadamente, aos valores da média europeia do preço da eletricidade para o consumidor na segunda metade de 2019 (0,216€/kWh) (Eurostat, 2020), e do preço por tonelada de CO<sub>2</sub> elegido em Portugal (Portaria n°42/2020 - Diário da República n.º 32/2020, Série I de 2020-02-14), respetivamente. Adicionalmente, foi considerado um fator de conversão de kWh de energia elétrica em gramas de CO<sub>2</sub>, na ordem dos 347, de acordo com o valor médio da UE, necessário ao cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> evitadas provenientes da produção da quantidade de energia gerada pelo pavimento, por meio de combustíveis fósseis (SunEarthTools, 2020); assim como uma evolução anual do tráfego esperado na ordem dos 2% (Duarte F. , 2017).



Calcularam-se três cenários (mínimo, médio e máximo), no qual se variou o número potencial de acidentes, feridos graves e fatalidades reduzidos, assim como o número médio do tráfego diário esperado por faixa (Tabela 7).

Quanto à redução dos fenómenos associados à sinistralidade rodoviária, os valores considerados basearam-se no grau de eficácia de redução de acidentes promovida pelo pavimento em 50% (cenário mínimo), 60% (cenário médio) e 70% (cenário máximo), aplicado ao número médio de acidentes rodoviários ocorridos em Portugal e Espanha (7.8). Também os valores relativos à redução anual de feridos graves e fatalidades por aplicação, cujos respetivos cálculos se encontram em anexo (7.8), foram definidos com base na média portuguesa e espanhola de ocorrência dos mesmos. Por sua vez, estes últimos não foram definidos com base no grau de eficácia de redução dos acidentes, pois não representam uma variável diretamente proporcional ao número de acidentes.

Já o número médio do tráfego diário esperado, foi considerado tendo em conta os cenários de análise idealizados no trabalho de Duarte F. (2017). Para esta análise foi definido um fluxo médio de tráfego de 5.000 veículos para o cenário mínimo, 10.000 veículos para o cenário médio e 20.000 veículos para o cenário máximo.

	<b>Cenário Mínimo (50%)</b>	<b>Cenário Médio (60%)</b>	<b>Cenário Máximo (70%)</b>
<b>Redução nº acidentes</b>	50	60	70
<b>Redução nº feridos graves</b>	4	8	14
<b>Redução nº fatalidades</b>	1	1	2
<b>Fluxo de Tráfego</b>	5.000	10.000	20.000

Tabela 7: Valores das variáveis utilizadas como referência para os cenários mínimo, médio e máximo  
Fonte: Elaboração própria

Ademais, a presente análise de impacto foi efetuada com base no número de vendas previsto para os primeiros cinco anos de comercialização da tecnologia, especificado em anexo (7.9). Por forma a analisar e evidenciar o potencial significativo e valor integrado da tecnologia traduzido à escala comercial nacional e internacional prevista, para os potenciais três segmentos de clientes da empresa (municípios, operadores de autoestradas e de infraestruturas rodoviárias) – referidos adiante.

Neste sentido, com base no número de aplicações (*Next-road*) previstas vender, e o seu respetivo valor acumulado ao longo dos 5 anos de análise:

	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Vendas</b>	5	55	275	664	1.667
<b>Aplicações totais (valor acumulado das vendas)</b>	5	60	335	999	2.666

Tabela 8: Previsão de vendas ao longo dos cinco anos de análise

Fonte: Elaboração própria

Foi possível estimar os seguintes parâmetros para os seguintes cenários:

	Cenário Mínimo	Cenário Médio	Cenário Máximo
<b>Redução acidentes</b>	203.250	243.900	284.550
<b>Redução feridos graves</b>	16.260	32.520	56.910
<b>Redução fatalidades</b>	4.065	4.065	8.130
<b>Custo reduzido de acidentes (€)</b>	<b>4.260.933.000 €</b>	<b>5.823.519.000 €</b>	<b>10.865.745.000 €</b>
<b>Energia gerada (MWh)</b>	19.530	39.060	78.120
<b>Custo da energia (€)</b>	<b>4.609.982 €</b>	<b>9.219.963 €</b>	<b>18.439.924 €</b>
<b>CO<sub>2</sub> evitado (ton)</b>	6.777	13.554	27.107
<b>Custo do CO<sub>2</sub> evitado (€)</b>	<b>160.063 €</b>	<b>320.126 €</b>	<b>640.251 €</b>
<b>Custo total (€)</b>	<b>4.265.703.045 €</b>	<b>5.833.059.089 €</b>	<b>10.884.825.175 €</b>

Tabela 9: Valores das variáveis de impacto para os cenários mínimo, médio e máximo

Fonte: Elaboração própria

Desta forma, verificou-se o impacto acumulado quantitativo e qualitativo da solução desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>, ao final dos 5 anos de análise. Considerando o cenário médio de operação do pavimento, o *Next-road* evidencia:

- a) a nível social, um potencial de redução da condição de sinistralidade rodoviária, na ordem dos 243.900 acidentes, 32.520 feridos graves e 4.065 fatalidades evitadas. Potenciando a sua visibilidade enquanto medida de eficácia significativa aquando da promoção da segurança rodoviária;
- b) a nível económico, um potencial de redução dos custos económicos e sociais derivados da sinistralidade rodoviária na ordem dos 5.823.519.000€. Assim como poupanças na ordem dos 9.219.963€ referentes à energia que deixa de ser necessária produzir para a alimentação de algumas aplicações elétricas a que o pavimento esteja direcionado, com destaque para o carregamento de formas suaves de mobilidade elétrica (Ex: bicicletas);
- c) a nível tecnológico, um contributo para a conceção de cidades mais sustentáveis e

inteligentes. Promovendo, por exemplo, o desenvolvimento da mobilidade sustentável cidadina, através da possibilidade de desenvolvimento da mobilidade elétrica e das condições de mobilidade rodoviária (fluidez, segurança e eficácia); e

- d) a nível ambiental, a poupança de 13.554 toneladas de CO<sub>2</sub> que deixam de ser emitidas para a atmosfera.

Especificamente, um dos pilares associados a esta tecnologia é o da mobilidade sustentável, quer na sua vertente social, como ambiental. Neste sentido, atentando a vertente ambiental do tema, verifica-se que a tecnologia vem contribuir para o desenvolvimento da mobilidade elétrica sustentável, providenciando uma nova fonte de energia limpa (zero emissões de forma direta) para o abastecimento de postos de carregamento de formas de mobilidade elétrica. Contribuindo desta forma para a descarbonização e eficiência do setor dos transportes, através da poupança de energia gerada, que não necessita de ser produzida através de fontes de combustível fóssil associada a elevados níveis de poluição, neste caso CO<sub>2</sub>.

Considerando os valores de energia gerados anualmente pelo pavimento desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>, e considerando que a energia gerada por cada 70 veículos permite o carregamento de uma bicicleta elétrica, observa-se que para o cenário mínimo, ao final de 5 anos, são possíveis carregar cerca de 139.499 bicicletas elétricas. Considerando as mesmas métricas, para o cenário médio é possível carregar 278.998 bicicletas; e para o cenário máximo, cerca de 557.997 bicicletas, valores naturalmente associados à redução das emissões de CO<sub>2</sub> derivados da produção de energia elétrica evitada.

Em termos monetários, foi ainda possível contestar o potencial da tecnologia através da comparação do seu valor face ao investimento necessário realizar. Nesse sentido, considerando o cenário médio de aplicação da tecnologia, e o seu custo unitário de 40.000€ (excluindo os custos com a manutenção), temos que o seu investimento total para todas as aplicações previstas vender (106.640.000€), ao final dos 5 anos, representa apenas cerca de 1,83% do valor económico social (redução custos sinistralidade rodoviária) que esta prevê demonstrar. Face ao valor económico energético (valoração kWh energia gerado poupado) e ambiental (valoração CO<sub>2</sub> evitado), o investimento apresenta-se já um pouco superior ao valor providenciado pelo pavimento, na ordem dos 1157% e 33.312%, respetivamente. Devido ao facto destes valores dependerem essencialmente do fluxo de tráfego considerado, que no caso desta análise foi feito de forma conservadora, embora teoricamente sejam esperados valores de tráfego maiores.

Adicionalmente, considerando o projeto de forma integral, o seu investimento total ao fim dos 5 anos, é apenas 1,83% do valor médio agregado desta solução (106.640.000€) – 2,74% do valor médio agregado da solução (159.960.000€) se for considerado um custo unitário do equipamento de 60.000€, ou seja, incluindo os custos com a manutenção. Evidenciando, novamente, o seu potencial valorativo nas três áreas de relevo: segurança rodoviária, eficiência energética e ambiente, sobretudo na primeira.

#### 4.5.2. Segmento de Clientes

O *design* de modelos de negócio de sucesso vem acompanhado de um processo de profundo conhecimento do mercado e principalmente do cliente, no qual é enfatizada a importância de desenvolver um estudo complexo e detalhado acerca dessa última dimensão (Osterwalder & Pigneur, 2010; Blank, 2007).

Nesse sentido, de acordo com Osterwalder & Pigneur (2010), as escolhas da empresa face à proposta de valor, relações com os clientes, fluxos de rendimento ou até mesmo canais de comunicação, devem ser moldadas com base nas perspetivas do cliente. Para tal, foi necessário implementar um modelo de desenvolvimento do cliente (*Customer Development model*) do qual fazem parte os processos de *Customer Discovery* e *Customer Validation*, realizados neste trabalho (Blank, 2007).

Os processos de *discovery* e *validation* caracterizados pela sua relação de iteratividade e inter-relação, vêm constituir uma metodologia válida para corroborar o modelo de negócio desenvolvido pela empresa. Uma vez que, em conjunto, vêm permitir a verificação do mercado e clientes, do valor percebido pelos mesmos para o produto desenvolvido, e a definição do método de preço e estratégias de canais – factos orientados pelas características de mercado (Blank, 2007; Cespedes, Eisenmann, & Blank, 2012).

Para este trabalho o processo de *discovery* e *validation* realizou-se por meio de entrevistas presenciais e por via de plataformas eletrónicas (*Skype, Zoom, ou Microsoft Teams*), por forma a reunir informação geral sobre as preferências dos segmentos de clientes selecionados, e assim, explorar e identificar correspondências com as hipóteses previamente estimadas pela Pavnext<sup>®</sup>, e ainda eventuais oportunidades aquando da elaboração de modelos de negócio.

Mais concretamente, foi realizado um tipo de entrevista caracterizado como informal, frequentemente utilizada na elaboração de estudos de carácter exploratório, a qual tem como único objetivo a recolha de dados (Gil, 1999). Esta técnica foi utilizada visto que é a mais comum para o processo de obtenção de informação relativa a atitudes, sentimentos e

valores inerentes ao comportamento de um sujeito (Ribeiro, 2008).

Por sua vez, estas entrevistas tiveram por base um guião previamente elaborado, assim como verificado e validado pelo supervisor do estágio, que se encontra expresso em anexo - 7.11. Comtemplado perguntas estratégicas no domínio dos principais temas a que a tecnologia desenvolvida vem endereçar: a segurança rodoviária, a descarbonização, a mobilidade sustentável elétrica, a geração de energia limpa, as *smart cities*, e ainda referentes à contratação pública no caso dos Municípios, e privada no caso das outras entidades – processo de descoberta. Assim como contemplando, perguntas estratégicas de validação das características do produto e modelo de negócio a adotar, no caso do processo de validação.

No que concerne com os potenciais clientes do pavimento desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>, foram evidenciados; à partida, alguns grupos que poderiam manifestar interesse numa solução como esta, considerando as principais características do pavimento: promoção da segurança rodoviária, a geração de energia limpa e sustentável, passível de ser utilizada ou armazenada, e ainda a componente de geração e monitorização de dados relativos ao tráfego, energia e ambiente.

Neste sentido, um dos principais tópicos de referência estabelecido, aquando da seleção dos potenciais clientes, incidiu sobre o tópico das *smart cities*, mais precisamente o facto do cliente em questão, executar atividades, programas, projetos, no domínio da inovação e das *smart cities*. Englobando aspetos inerentes à mobilidade elétrica sustentável e eficiência energética.

Posteriormente, outros parâmetros de avaliação seguiram-se, nomeadamente referentes à segurança rodoviária (a relevância que a sua promoção tem para a entidade), à prática de atividades chave para a empresa no âmbito da energia, e outras características do foro organizacional das potenciais empresas, tais como a sua dimensão, capacidade de pagamento, acessibilidade (facilidade de abordagem) e prazo médio de pagamento.

Estes parâmetros de avaliação foram então escolhidos tendo em conta as principais áreas a que o pavimento vem endereçar (*smart cities* – eficiência energética, obtenção de informação inteligente; mobilidade sustentável – promoção da segurança rodoviária e mobilidade elétrica; e inovação – sistema de inovador e disruptivo de benefícios múltiplos), assim como alguns aspetos importantes para a Pavnext<sup>®</sup> no âmbito de capacidade futura negociação e abordagem com os clientes. Assim como de viabilidade económica do seu próprio negócio.

Com tal, com base nestes parâmetros, evidenciaram-se alguns potenciais clientes, a

nível nacional e internacional. Tais como: i) Municípios com atividades/programas no âmbito das *smart cities*; ii) operadores de autoestradas/estradas; iii) empresas no domínio da comercialização de energia; iv) operadores de infraestruturas rodoviárias; v) as grandes superfícies comerciais (as suas entidades gestoras) (potencial benefício da aplicação desta tecnologia nos seus locais de estacionamento); vi) operadores de postos de carregamento elétrico; vii) empresas de grande relevo na área tecnológica e de inovação; viii) empresas seguradoras com missões no âmbito da sustentabilidade social e ambiental (no qual a segurança rodoviária é um termo fundamental); ix) associações/clubes com missões sociais (que podem servir como valiosas fontes de financiamento); e, ainda, potencialmente, x) condomínios privados ou empresas de gestão de propriedade (que cada vez mais têm urgência em promover a eficiência energética e diminuir os custos com a energia).

Contudo, para este estudo apenas se selecionaram os segmentos mais relevantes, para o início da atividade comercial da Pavnext<sup>®</sup>, através da soma da pontuação atribuída a cada segmento para cada um dos parâmetros identificados – Tabela 31.

E, portanto, foi possível identificar como os três principais segmentos os Municípios com atividades na ótica das *smart cities*, os operadores de autoestradas, e os operadores de infraestruturas rodoviárias. Por se caracterizarem, à partida, como aqueles com uma maior pré-disposição a adotar um produto como o da Pavnext<sup>®</sup>, e beneficiar em larga escala do seu valor.

Embora, no futuro, não deixe de ser relevante explorar o papel que os outros segmentos possam desempenhar na atividade comercial da empresa.

#### **4.5.2.1. Processo de Descoberta do Cliente**

O processo de descoberta do cliente (*Customer Discovery*) é motivado pela tentativa de perceção do mesmo, isto é, pela descoberta de quem são os clientes alvo para o produto desenvolvido e a importância que a tecnologia desenvolvida pela empresa tem para eles em termos de contribuição para a minimização dos seus problemas/necessidades (Blank, 2007).

Para tal, foram elaboradas algumas hipóteses face aos principais problemas dos potenciais clientes (municípios, os operadores de autoestradas, e ainda os operadores de infraestruturas rodoviárias), as quais foram posteriormente verificadas, através de entrevistas com alguns dos mesmos.

Neste sentido, de seguida apresenta-se um quadro resumo com a caracterização dos

potencias principais problemas destes segmentos, realizada com base na pesquisa prévia de descoberta de cada um deles, antes das entrevistas. E com as características do pavimento que podem potencialmente contribuir para a sua minimização, e assim suscitar interesse a estes membros. Processo que serviu de base para a elaboração do guião.

#### a) Municípios

Contributos do <i>Next-road</i>	Problemas do Cliente
Mínimização da sinistralidade rodoviária, com a redução autónoma da velocidade dos veículos.	Sinistralidade rodoviária
Geração de energia renovável, contribuindo para o objetivo da descarbonização e otimização dos consumos energéticos	Necessidade de desenvolvimento de medidas de combate às alterações climáticas associadas a maiores gastos financeiros e de capital intelectual (necessidade de <i>know-how</i> e soluções inovadoras)
Energia elétrica gerada pode servir para a iluminação pública	Elevadas despesas associadas ao consumo de energético público
Energia elétrica gerada pode servir para a utilização local, como por exemplo abastecimento de postos de carregamento no âmbito da mobilidade elétrica	Falta de postos de carregamento elétrico para responder às necessidades dos utilizadores
Providência de dados de tráfego, consumo energético e ambientais em tempo real, permitindo a ação imediata.	Grande volume de dados/informação provenientes de sistemas diferentes

Tabela 10: Principais problemas dos Municípios em linha com os contributos do *Next-road*  
Fonte: Elaboração própria

#### b) Operadores de Autoestradas

Contributos do <i>Next-road</i>	Problemas do Cliente
Mínimização da sinistralidade rodoviária, com a redução autónoma da velocidade dos veículos.	Sinistralidade rodoviária
Geração de energia renovável, contribuindo para o objetivo da descarbonização e otimização dos consumos energéticos; Energia elétrica gerada pode servir para a utilização local, como por exemplo abastecimento de postos de carregamento no âmbito da mobilidade elétrica;	Influência da digitalização, alterações climáticas e descarbonização dos transportes na atividade da empresa
Energia elétrica gerada pode servir para a iluminação pública	Consumo energético elevado, com a iluminação pública nas autoestradas, praças de portagens, e ainda edifícios da posse das empresas.
Pavimento com características inovadoras e disruptivas e com ação em áreas de relevo da sociedade atual	Elevada competitividade no setor – facilidade de entrada de novos concorrentes ou pela constante inovação/alteração de mercados.

Tabela 11: Principais problemas dos Operadores de Autoestradas em linha com os contributos do *Next-road*  
Fonte: Elaboração própria

### c) Operadores de Infraestruturas Rodoviárias

Contributos do <i>Next-road</i>	Problemas do Cliente
Minimização da sinistralidade rodoviária, com a redução autónoma da velocidade dos veículos.	Sinistralidade rodoviária
Geração de energia renovável, contribuindo para o objetivo da descarbonização e otimização dos consumos energéticos; Energia elétrica gerada pode servir para a utilização local, como por exemplo abastecimento de postos de carregamento no âmbito da mobilidade elétrica	Necessidade de desenvolvimento de medidas de combate às alterações climáticas no domínio da transição energética do setor da mobilidade
Pavimento com características inovadoras e disruptivas e com ação em áreas de relevo da sociedade atual	Pressão Competitiva

Tabela 12: Principais problemas dos Operadores de Infraestruturas Rodoviárias em linha com os contributos do Next-road

Fonte: Elaboração própria

A verificação dos problemas, *à priori* identificados, foi, como referida, realizada por meio de entrevistas presenciais e virtuais com alguns dos potenciais clientes dos segmentos selecionados.

Relativamente aos entrevistados, por uma questão de facilidade de contacto e deslocação, foram contactados os Municípios, pertencentes à rede nacional de cidades inteligentes. Contudo, as entrevistas foram apenas realizadas com alguns desses Municípios, e no segmento dos operadores de autoestradas com apenas uma entidade. Não tendo sido possível realizar entrevista com pelo menos uma empresa representativa do segmento dos operadores de infraestruturas rodoviárias. Por sua vez, neste relatório, as respetivas entidades entrevistadas foram ocultadas por uma questão de confidencialidade.

As respostas dadas a cada tópico da entrevista encontram-se em anexo, na [Tabela 32](#). Novamente, por uma questão de confidencialidade, em todos os resultados apresentados foram ocultados os nomes de cada entidade, sendo substituídos por letras.

Ainda, de forma simples e resumida, a seguinte tabela apresenta a posição das entidades entrevistadas face a cada tópico:



	A	B	C	D	E	F	G	H
Segurança Rodoviária	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓/✗
Descarbonização	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mobilidade elétrica	✓	✓	✓/✗	✓	✓	✓	✓	-
Eficiência Energética	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Smart cities/Dados	✓	✓	✓	✓	✓	✓/✗	✓	✓
Parcerias com empresas/ start-ups	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓
Modelo de Contratação Preferível	Serviços	Serviços	Serviços	Serviços	Serviços	-	Serviços	-
PPPs	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Importância do Retorno Económico	✗	✓/✗	✓/✗	✗	✓/✗	✓/✗	✓/✗	✓

Tabela 13: Posição de cada entidade face a cada tópico inquirido  
Fonte: Elaboração própria

A partir das tabelas anteriores, é possível constatar como potenciais pontos chave, o grande interesse, sobretudo por parte dos Municípios, pela questão da segurança rodoviária e consequente diminuição dos números de sinistralidade. Devido à relevância do tema no que toca ao bem-estar populacional e qualidade de vida, que é um dos principais objetivos para estas entidades, com especial destaque para as públicas.

Ademais, na generalidade, foi manifestado o interesse e a crescente relevância em implementar medidas de combate à descarbonização e minimização das emissões poluentes e consumos energéticos. Aliadas também ao objetivo de eficiência energética, algo transversal a todos os segmentos entrevistados.

Assim como a grande importância da posse de informação analítica (dados) útil. Sobretudo em termos de tráfego, para que possam contribuir para a melhoria dos fluxos de tráfego nas zonas em causa e para a construção e desenvolvimento de *smart cities*.

Relativamente à mobilidade elétrica o panorama mostrou-se de geral conformidade para todas as entidades, no que toca a aspetos fulcrais tais como a expansão da rede elétrica. Embora a entidade C tenha sido a única a não manifestar um interesse direto em promover o tema, estando nesta fase a dar um maior enfoque à mobilidade pedestre, ciclável e por meio de transporte público. Porém planeando projetos para a criação de uma área de carregamento elétrico público para o futuro.

Ademais, a maioria dos entrevistados encaram o seu papel na mobilidade elétrica como um mero intermediário, ou seja, apenas como um facilitador para a instalação de projetos e equipamentos neste domínio. Por outro lado, para uma das entidades entrevistadas, ficou claro, que, pelo menos para já, a temática da promoção da mobilidade elétrica não é relevante, nem prioridade nos seus objetivos organizacionais.

Paralelamente, foram também identificados os principais potenciais entraves aquando da exequibilidade de projetos, sendo estes as restrições orçamentais financeiras e elevada burocracia aquando da execução de processos de contratação pública; a complexidade da concretização de parcerias público-privadas (PPPs); e o problema da dificuldade de gestão e monitorização de dados.

Ainda, face à entidade H, constatou-se que o retorno económico vem constituir um fator de grande importância aquando da implementação de qualquer projeto, nomeadamente os de carácter energético. Contudo, se o projeto for encarado do ponto de vista da promoção da segurança rodoviária, aí o interesse recai na eficácia da solução e não sobre o retorno.

Prós/Incentivos	Contras/Barreiras
Interesse em promover a segurança rodoviária	Budgets/restrições financeiras
Interesse em atuar no âmbito da descarbonização	Dificuldade/Desconhecimento acerca da constituição de PPPs
Geração de dados úteis (tráfego, consumos energéticos, ambientais)	Dificuldade em gerir os dados gerados/processados
Potencial de melhoria da imagem social/reputação da entidade	Elevada burocracia nos processos de contratação pública
Potencial de contribuir para a meta de eficiência energética associada à redução de consumos energéticos	Importância do retorno económico na maioria dos projetos, no caso das entidades privadas

Tabela 14: Identificação dos principais incentivos e barreiras à potencial adoção do *Next-road*  
Fonte: Elaboração própria

Neste sentido, face a este estudo exploratório, verifica-se que existe uma correspondência entre as necessidades dos segmentos de clientes identificados e com os tópicos a que o pavimento desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup> pretende destinar-se. Salientando a contribuição desta tecnologia para a minimização, ou até resolução de alguns dos problemas mais críticos, destes grupos, nas áreas de mobilidade sustentável e eficiência energética.

O facto de diferentes entidades se posicionarem com mais ou menos força face a um determinado domínio acresce a possibilidade de se criarem eventuais relações de parceria entre as mesmas, dirigindo determinados benefícios do projeto a determinados segmentos, sem competição.

#### 4.5.2.2. Processo de Validação do Cliente

Por sua vez, o processo validação do cliente (*Customer Validation*) tem como principal objetivo a validação do produto, modelo e processo de vendas desenvolvidos para a comercialização do mesmo. Confirmando assim, ou não, a descoberta de um segmento de clientes e mercados com reação positiva ao produto desenvolvido e ao seu respectivo modelo de negócio (Blank, 2007).

Ainda, para o alavancar desta última fase, a realização da primeira venda vem constituir um passo fundamental (Blank, 2007). Contudo, até à data, o projeto ainda se encontrava em fase de testes em ambiente controlado, tendo o seu piloto sido adiado alguns meses devido às restrições pandémicas que se fizeram sentir em 2020. Não sendo possível, por isso, completar rigorosamente o processo de validação, como especificado na teoria.

Neste sentido, após a descoberta e confirmação do interesse e necessidades dos potenciais segmentos de clientes, procedeu-se ao processo de validação da proposta de valor e modelos de negócio idealizados para o projeto específico da Pavnext<sup>®</sup>. Teoricamente e rigorosamente, este processo deveria ter sido realizado com pelo menos um elemento de cada segmento de clientes identificados. Contudo apenas, pôde ser realizado com alguns Municípios nacionais e internacionais. Cujas identidades permanecerão, novamente, ocultas, por uma questão de confidencialidade. Embora nesta fase, para além das novas entidades, tenham sido entrevistadas novamente as entidades A, B e C. Para além do foco, nos Municípios, foram também entrevistadas outras empresas para o estudo de realização de um modelo de negócio baseado numa parceria público privada, no qual estas pudessem inserir-se como parceiros.

De igual forma que o *discovery*, este processo foi realizado por meio de entrevistas, cujas perguntas e respostas se encontram em anexo - [7.11](#), e [Tabela 33](#), respetivamente.

Face à validação da proposta de valor apresentada, o panorama dos entrevistados apresentou uma conformidade em relação às características que mais interesse despertaram. Apontando a componente de desaceleração dos veículos e possível minimização do fenómeno da sinistralidade rodoviária como a de maior relevância, embora também salientando outras como a capacidade de geração de dados úteis e a geração de energia elétrica.

Posteriormente, foi relevante validar o preço previsto para a comercialização do pavimento, o qual difere de acordo com o modelo de negócio apresentado ([4.5.5](#)). Nesse sentido, quando questionado acerca de quais os fatores de entrave face à implementação da tecnologia, o preço foi a resposta registada em todas as entidades entrevistadas. Refletindo,

portanto, a sua relevância no processo de negócio com entidades municipais. A opinião predominante verificada sobre o preço apresentado foi que era elevado, dado o caráter ainda imaturo da tecnologia, transmitindo também uma dificuldade na percepção do valor agregado do projeto por parte dos entrevistados.

Outra observação geral retirada das entrevistas, foi o facto de os entrevistados preferirem a introdução da tecnologia no Município sob a forma de um projeto piloto. E só após a verificação da eficácia do produto, ponderar a compra do mesmo. Uma afirmação novamente derivada do caráter inovador e experimental da tecnologia, bem como do seu preço elevado.

Com base neste *feedback*, foi ponderada e assumida, no processo de previsão comercial, a hipótese de realização de contratos que estabeleçam que, após a implementação de um piloto bem-sucedido (com definição de critérios de sucesso), a entidade teria de comprar um dado número de equipamentos, a definir, à empresa. Contudo, esta opção não chegou a ser validada. Ademais, a realização de pilotos locais poderia ser um fator facilitador de aquisição de parceiros estratégicos para as implementações seguintes.

Embora no processo de *discovery* no panorama nacional, se tenha vindo a salientar que apenas alguns Municípios, demonstraram ter realizado parcerias com outras grandes empresas (PPPs), e que a restante maioria não está habituada a praticar estes modelos, pelo seu grau acrescido de complexidade e burocracia, estando mais reticente à sua utilização. Verificaram-se, nesta fase, entidades mais pequenas dispostas a experimentar esta modalidade. A maior e principal vantagem salientada nesta modalidade centra-se na partilha dos custos relativos à adoção da tecnologia, reduzindo assim o custo para o Município.

A nível internacional, a execução destes modelos é, já, vista com maior normalidade para as entidades Municipais, tendo por isso mais acessibilidade em angariar parceiros. Contudo, novamente ressaltaram que são processos mais complexos e dependentes das partes constituintes do mesmo. Assim sendo, para a operação sobre este modelo, a Pavnext® terá de possuir uma base de contactos com potenciais parceiros relevantes de modo a trazer mais confiança ao modelo, principalmente a nível nacional, que manifestam ter mais dificuldade em reunir parceiros.

A respeito da validação do cliente, verifica-se ainda uma certa incerteza quanto ao modelo ideal a adotar, derivado de este processo não estar, todavia, completo e totalmente desenvolvido. E também por não se verificar um modo de operação padronizado e regular entre os Municípios entrevistados, que demonstraram diferentes preferências.

Contudo, até ao momento compreende-se um interesse geral por parte dos entrevistados na solução e na sua proposta de valor, refletindo um potencial de mercado favorável para a Pavnext<sup>®</sup>, sendo a sua maior barreira o preço do produto, o qual foi sempre apontado como o maior obstáculo à implementação do projeto.

Desta forma, a partir do contínuo processo de validação e recolha das preferências por parte do cliente, será, eventualmente, definida a melhor (ou melhores) forma de operar o processo de venda da tecnologia. Não obstante, o processo de validação foi fulcral para aferir a grande importância que o piloto tem para ganhar o interesse dos potenciais clientes.

#### **4.5.3. Relações com os Clientes**

Para as hipóteses de modelo de negócio estabelecidas, o modo de relação com os clientes passa pela prestação de um serviço de instalação do pavimento incluído, à partida, no preço do mesmo. Enquadrando o produto no âmbito de uma solução “chave-na-mão”, no qual este é entregue ao cliente em condições de uso imediato.

Em paralelo, a Pavnext<sup>®</sup> compromete-se a executar a prestação de um serviço de garantia e manutenção (preventiva e reativa) através de contratos operacionais realizados com o cliente ou parceiros.

E, por último, na ótica de entrega de serviços, a empresa compromete-se, se desejado pelo cliente e previamente contratualizado, a entregar dados locais relativos ao tráfego, consumos energéticos e condições ambientais. Sob a forma de relatórios digitais trabalhados, os quais vêm demonstrar a evidência dos progressos/eficácia da solução nos parâmetros de relevo. Ou diretamente inseridos nas plataformas de programação de aplicações de cada cliente para a gestão interna de cada um.

Ainda, com respeito a ambos os modelos de negócio idealizados, a Pavnext<sup>®</sup> possibilita a formação dos contratos necessários por um período flexível, consoante as preferências dos clientes e/ou parceiros. Já em relação ao modelo baseado na constituição de uma parceria público privada, a empresa compromete-se a formar os consórcios entre os potenciais parceiros e clientes por forma a aproximar e garantir a união das partes interessadas. Um ponto unanimemente manifestado pelos entrevistados aquando do processo de validação, pois consideravam essa ligação difícil.

#### **4.5.4. Parceiros Chave**

Para a constituição de ambos os modelos, particularmente, para a realização e operação favorável das atividades organizacionais, comerciais, financeiras, e operacionais da

empresa, está prevista a necessidade de colaboração com as seguintes entidades: i) universidades/laboratórios técnicos de incubação de *start-ups*, como por exemplo a UPTEC, a Universidade de Coimbra, e Universidade do Porto; ii) laboratórios, fábricas de produção de equipamentos, protótipos e moldes industriais; iii) empresas da indústria automóvel, eletrónica, alumínio, cortiça e reciclagem de pneus, as quais constituem os principais fornecedores da Pavnext<sup>®</sup>; iv) empresas distribuidoras a nível internacional e nacional que permitam a ponte de ligação com alguns clientes mais difíceis de alcançar, e, ao mesmo tempo, providenciando uma maior credibilidade ao projeto inovador e recente; v) e ainda a colaboração com as principais entidades de referência no âmbito da mobilidade sustentável e segurança rodoviária, tais como a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), o Instituto da Mobilidade e Transportes (IMT), a autoridade de Prevenção Rodoviária Portuguesa, (PRP), e o Automóvel Clube de Portugal (ACP), por forma a providenciarem uma validação e acreditação oficial face à eficácia do pavimento nas áreas referentes.

Em concreto, para o modelo de constituição de uma parceria público privada, a Pavnext<sup>®</sup> necessita ainda do apoio fundamental dos seus potenciais parceiros para a formação de consórcios. Os quais, à partida, poderão ser potencialmente seguradoras, empresas no ramo da gestão de publicidade e tráfego, clubes/empresas com missões sociais, marcas de automóveis que promovam a segurança rodoviária, empresas do setor energético, e ainda empresas de infraestruturas rodoviárias, que podem funcionar simultaneamente como um cliente e/ou parceiro.

Por sua vez, a parceria estratégica com empresas/organizações com princípios sustentáveis, quer a nível ambiental, social ou económico, contribuem também para o acrescento de valor ao modelo de negócio desenvolvido, promovendo a sustentabilidade no longo prazo.

#### **4.5.5. Fluxos de Receita**

Como já referido, a comercialização do pavimento foi idealizada sob a ótica de dois modelos de negócios, nos quais os modos de obtenção dos fluxos de receita diferem. Estes baseiam-se numa adjudicação regular da tecnologia e numa constituição de uma parceria público-privada, comumente utilizada para a realização de projetos inseridos na ótica das *smart cities*.

O primeiro modelo é caracterizado como uma tradicional adjudicação do produto (pavimento). E surgiu como o mais óbvio e mais viável tendo em conta o estado de desen-

volvimento recente da tecnologia e dos seus mercados. Apresentando-se como um modelo de caráter simplista e sem grandes riscos associados, tanto para a empresa como para os seus potenciais clientes. Neste modelo, o processo de compra traduz-se no pagamento de um montante de entrada inicial no valor de 20.000€ ou 40.000€, conforme a preferência do cliente. Seguido de um pagamento faseado (mensal ou anual) no total de 40.000€ ou 20.000€, respetivamente, referentes aos contratos operacionais (manutenção), por forma a perfazer os 60.000€ de investimento total no projeto.

Por fim, a componente dos dados é colocada como um extra ao investimento do equipamento. Esta componente apresenta também duas modalidades de pagamento: pagamento a pronto ou pagamento mensal, e diferencia-se em dois pacotes. O primeiro inclui o conjunto de dados respetivo ao tráfego e eficiência energética (50€/mês ou 5.200€ pagamento a pronto), enquanto o segundo compreende os três conjuntos de dados gerados pela solução (90€/mês ou 10.000€ pagamento a pronto). Idealmente, a opção de pagamento a pronto seria realizada aquando do pagamento da entrada inicial do pavimento. E a opção que envolve a mensalidade, seria realizada em simultâneo com o pagamento dos contratos operacionais.

Por sua vez, o segundo modelo caracterizado pela constituição de uma parceria público-privada, vem apresentar-se como uma opção de caráter mais complexo. Teoricamente, uma parceria público-privada é definida como um contrato entre uma entidade privada e pública, no qual a entidade privada fica encarregue de providenciar um serviço/produto a uma entidade pública, acarretando os riscos mais significativos e a responsabilidade de gestão do projeto (World Bank, 2012). Como tal, esta hipótese surgiu proveniente da necessidade de dividir os custos e, em parte os riscos, derivados da comercialização desta tecnologia inovadora.

Neste modelo, idealizou-se que o pagamento do montante de entrada inicial, no valor de 30.000€, fosse realizado por um grupo de empresas, às quais a Pavnext<sup>®</sup> encara como parceiros. Para o efeito a Pavnext<sup>®</sup>, à partida, salientou um conjunto de potenciais parceiros, entre os quais, empresas do setor energético, empresas de gestão de tráfego, empresas de publicidade, seguradoras ou até organizações sociais.

O pagamento do restante montante, para perfazer a totalidade do investimento (30.000€), referente aos contratos operacionais, faria a cargo do cliente propriamente dito, e com a mesma possibilidade de adaptação face ao modelo anterior.

Por último, neste modelo, a componente dos dados mantém-se sobre o formato

descrito anteriormente.

Ainda, consoante, a preferência de cada uma das partes, de forma inversa, o cliente poderia ficar encarregue de entregar o valor inicial (30.000€) e os potenciais patrocinadores o valor referente aos contratos operacionais (30.000€).

Deste modo, com este modelo, os custos são divididos entre o principal cliente e os potenciais parceiros, aliviando o montante de investimento incumbido ao primeiro. Assim como é aumentada a credibilidade na tecnologia e na empresa – um dos seus principais pontos fracos - através da concretização da parceria com outras empresas de relevo nas áreas de atuação chave do pavimento. Ademais, este modelo vem ainda possibilitar a criação conjunta de valor entre as partes envolvidas, possibilitando, por exemplo, novos fluxos de rendimento.

Contudo, uma das contrapartidas deste modelo reside na partilha dos benefícios providenciados pelo pavimento, nomeadamente a componente de geração de energia. Uma vez que, por exemplo, na hipótese de colaboração com um patrocinador do setor energético, seria constituído a este o direito de exploração da energia gerada pelo pavimento.

Ainda, no caso da realização das vendas por meio de distribuidores internacionais e/ou nacionais, a Pavnext<sup>®</sup> conta com uma parte das receitas provenientes do licenciamento da tecnologia ou os *royalties* provenientes da comercialização da mesma.

#### **4.5.6. Estrutura de Custos**

As principais despesas decorrentes da atividade base da Pavnext<sup>®</sup> depreendem-se com o seu processo produtivo. Nomeadamente com a produção dos módulos do pavimento, para o qual, a aplicação recomendada de 20 metros tem um custo estimado de cerca de 30.000€. Ao qual acrescem os custos relativos à manutenção preventiva do pavimento, estimada em 800€ anuais.

No âmbito da comercialização do produto e, no caso internacional, dos serviços, acrescem ainda despesas relacionadas com as comissões para os potenciais distribuidores internacionais e nacionais. As quais, à partida são estimadas em cerca de 10% para a comercialização do pavimento, e 40% para os serviços.

Ademais, acrescem outros custos fixos e variáveis: i) com a força de trabalho, com o salários e despesas sociais; ii) com a execução de atividades de investigação e desenvolvimento de processos essenciais ao desenvolvimento do negócio da empresa; iii) com os processos de certificação, ou seja, o registo de patentes e licenças para os produtos e processos



desenvolvidos pela empresa; iv) com os processos de vendas e marketing; v) com o arrendamento das instalações da empresa; vi) com a compra e aluguer de equipamentos necessários ao desenvolvimento da atividade produtiva, entre os quais custos de produção de protótipos e laboratório; vii) com algumas deslocações necessárias; viii) e ainda, com outras despesas de carácter geral.

#### **4.5.7. Canais de Comunicação e Distribuição**

A comunicação e distribuição do produto está prevista ocorrer essencialmente através de plataformas digitais a desenvolver pela empresa. E no caso específico das entidades públicas, por meio da participação em concursos públicos.

Também a comunicação da empresa para com as partes interessadas está prevista ser realizada por meio da participação em feiras e concursos no âmbito da inovação e outras áreas de enquadramento adequado, à semelhança do que tem sido realizado até ao momento.

Ainda, nos casos necessários, a distribuição e comercialização do produto, a nível internacional, e até nacional, poderá ocorrer por meio dos canais de distribuição dos potenciais parceiros, ou seja, com base na sua força de vendas. Os quais poderão ser, por exemplo, empresas de relevo nas indústrias tecnológicas, ou de infraestruturas.

#### **4.5.8. Recursos Chave**

Novamente, à semelhança dos parceiros chave, a empresa necessita de um conjunto de recursos chave para a execução favorável da sua atividade organizacional, operacional e comercial.

Neste sentido, para o seu processo produtivo a empresa carece de uma série de matérias primas essenciais à produção de cada módulo do pavimento. Nomeadamente, borracha de pneu reciclado, alumínio, cortiça, entre outros. Ainda, para o processo produtivo, numa primeira fase, a empresa necessita de acesso às instalações dos seus parceiros neste âmbito.

Para o processo de produção e manutenção, a empresa necessita ainda de acesso a um conjunto de equipamentos eletrónicos para o efeito.

Para o contínuo desenvolvimento dos processos produtivos da empresa, no futuro, é também expectável que esta necessite de instalações próprias de trabalho para o fabrico dos seus protótipos e produtos, nomeadamente instalações com componentes de laboratório técnico e armazém. Assim como, da posse de moldes industriais do pavimento, por

forma a diminuir o custo unitário do mesmo para o cliente e para a empresa. E de patentes e certificações das tecnologias e processos, por forma a garantir a viabilidade do processo produtivo e comercial, e vantagem competitiva.

Adicionalmente, para a contínua atividade, a empresa necessita de garantir que possui recursos humanos qualificados, ou seja, com os conhecimentos técnicos e científicos específicos nas áreas de engenharia, financeira e de comunicação. Assim como, necessita de garantir que possui acesso ao capital financeiro necessário à atividade corrente da empresa.








#### **4.5.9. Atividades Chave**

Outra componente fundamental para a contínua operação da empresa e dos seus processos, são as atividades e processos chave, os quais se baseiam em atividades técnicas, científicas, industriais e de comunicação.

Neste sentido, são fundamentais: i) os processos de investigação e desenvolvimento; ii) de certificação da tecnologia e processos associados; iii) de industrialização dos processos de produção do pavimento por forma a reduzir os custos para a empresa e clientes; iv) de comunicação e marketing; v) de angariação de parceiros, fornecedores e distribuidores; vi) de segmentação e validação dos atuais e potenciais nichos de mercado por forma a adequar a oferta e valor a cada cliente; vii) de consolidação e validação técnica da tecnologia em contexto real, assim como avaliação do seu desempenho operacional, permitindo comprovar/verificar a sua eficácia enquanto media promotora da mobilidade sustentável e eficiência energética, ao mesmo tempo, permitindo o incremento do seu valor comercial; viii) e também no âmbito comercial, de formulação e validação dos atuais e potenciais modelos de negócio sustentáveis mais competitivos, em paralelo com a elaboração de um plano de vendas em conjunto com uma estratégia comercial sólida que permitam a entrada e escalabilidade do produto e da reputação da empresa nos mercados nacionais e internacionais.

#### 4.5.10. Business Model Canvas

Utilizando o esquema de apresentação dos fatores constituintes do modelo de negócio, elaborado por Osterwalder & Pigneur (2010), é possível sintetizar as hipóteses teorizadas para cada fator, para o caso específico de comercialização do *Next-road*.

<p><b>Parcerias Chave</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Universidades/Laboratórios técnicos de incubação de <i>start-ups</i> (ex: UPTEC, Universidade de Coimbra, Universidade do Porto)</li> <li>➤ Seguradoras;</li> <li>➤ Empresas de gestão de publicidade;</li> <li>➤ Empresas de gestão de tráfego;</li> <li>➤ Clubes/empresas com missões sociais;</li> <li>➤ Marcas de automóveis que promovam a segurança rodoviária;</li> <li>➤ Empresas do setor energético;</li> <li>➤ Empresas de infraestruturas;</li> <li>➤ Laboratórios, fábricas de produção de equipamentos, protótipos e moldes;</li> <li>➤ Empresas de reciclagem de pneus (fornecedores);</li> <li>➤ Empresas da indústria automóvel, eletrónica, alumínio e cortiça (fornecedores);</li> <li>➤ Entidades de referência na mobilidade sustentável e segurança rodoviária (ex: ANSR, IMT, PRP, ACP);</li> </ul>	<p><b>Atividades Chave</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investigação e Desenvolvimento;</li> <li>➤ Comunicação e Marketing;</li> <li>➤ Estabelecimento de relações de parceria (angariação de parceiros, fornecedores e distribuidores);</li> <li>➤ Processos de certificação;</li> <li>➤ Industrialização dos processos de produção do pavimento (redução de custos);</li> <li>➤ Consolidação e validação técnica da tecnologia em contexto real;</li> <li>➤ Segmentação e validação dos atuais e potenciais nichos de mercados;</li> <li>➤ Formulação e validação dos atuais e novos modelos de negócio sustentáveis mais competitivos;</li> <li>➤ Elaboração do Plano de Vendas e Estratégia Comercial para entrada e escalabilidade nos mercados nacional e internacional;</li> <li>➤ Avaliação do desempenho da operação do pavimento (verificação/comprovação da sua eficácia enquanto medida promotora da mobilidade sustentável (social e ambiental) e eficiência energética)</li> </ul> <p><b>Recursos Chave</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conhecimento técnico e científico específico na área de engenharia, financeira e de comunicação (recursos humanos qualificados);</li> <li>➤ Matérias primas essenciais (borracha de pneu reciclado, alumínio, cortiça, entre outros componentes);</li> <li>➤ Acesso a capital de financeiro necessário à atividade corrente da empresa;</li> <li>➤ Moldes industriais do pavimento (no futuro)</li> <li>➤ Patentes e certificações da tecnologia;</li> <li>➤ Instalações de trabalho (laboratório, armazém);</li> <li>➤ Acesso às instalações de parceiros para processos de produção de equipamentos;</li> <li>➤ Equipamentos eletrónicos, necessários à atividade de produção e manutenção.</li> </ul>	<p><b>Proposta de Valor</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Promoção da segurança rodoviária;</li> <li>➤ Energia Limpa e Renovável (aplicações autossustentáveis e eficientes);</li> <li>➤ Promoção da Mobilidade Elétrica Sustentável;</li> <li>➤ Geração e monitorização de dados de tráfego, consumos energéticos e ambientais;</li> <li>➤ Solução simples, ecológica e duradoura.</li> </ul>	<p><b>Relações com Clientes</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Serviço de garantia e manutenção preventiva e reativa contratualizados com o cliente (contratos operacionais);</li> <li>➤ Serviço de instalação contratualizado - produto “chave na mão”;</li> <li>➤ Providência de dados de tráfego, consumo energético e ambientais sob a forma de relatórios digitais trabalhados (evidência dos progressos/eficácia da solução nos parâmetros de relevo) ou inseridos diretamente nas plataformas de programação de aplicações - condições previamente contratualizadas;</li> <li>➤ Formação dos consórcios entre empresas por forma a concretizar a PPP;</li> <li>➤ Formação de contratos de período flexível.</li> </ul> <p><b>Canais</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plataformas Digitais;</li> <li>➤ Participação em concursos e feiras;</li> <li>➤ Vendas via participação em concursos públicos;</li> <li>➤ Canais de distribuição de empresas locais (potenciais distribuidores em Portugal);</li> <li>➤ Canais de distribuição de outras empresas de relevo nas indústrias tecnológicas e/ou de infraestruturas (potenciais distribuidores a nível internacional);</li> <li>➤ Marketing Digital.</li> </ul>	<p><b>Segmentos de Clientes</b> </p> <p><b>Nacional/Internacional</b></p> <p><b>Principais:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Municípios com atividades/programas no domínio das cidades inteligentes;</li> <li>➤ Operadores de Autoestradas;</li> <li>➤ Operadores de Infraestruturas;</li> </ul> <p><b>Outros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Empresas de relevo no mercado tecnológico;</li> <li>➤ Empresas de comercialização de energia;</li> <li>➤ Operadores de postos de carregamento elétrico;</li> <li>➤ Condomínios privados e empresas de gestão de propriedade;</li> <li>➤ Aeroportos/Aeródromos;</li> <li>➤ Grandes superfícies comerciais.</li> </ul>
---	--	---	---	--

Estrutura de Custos	Fluxos de Receita
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Despesas do processo produtivo do equipamento (<i>Next-road</i>) (20m): 30.000€</li> <li>➤ Despesas com a manutenção preventiva: 800€</li> <li>➤ Comissão para os distribuidores internacionais pela venda produto e serviços;</li> <li>➤ Comissão para os possíveis distribuidores nacionais pela da do produto;</li> <li>➤ Força de trabalho (salários e despesas sociais);</li> <li>➤ Atividades de Investigação e Desenvolvimento;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Despesas com os processos de Certificação (registos de patentes, licenças);</li> <li>➤ Vendas e Marketing;</li> <li>➤ Renda das instalações da empresa;</li> <li>➤ Compra/Aluguer de equipamentos (custos produção protótipos e laboratório);</li> <li>➤ Despesas de deslocação;</li> <li>➤ Outras despesas gerais.</li> </ul>
	<p>Venda direta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Produto</b> (<i>Next-road</i>) (20m): 40.000€</li> <li>➤ <b>Serviços:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ manutenção: 20.000€</li> <li>○ fornecimento de dados: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pacote 1: 5.200€ ou 50€/mês</li> <li>▪ pacote 2: 10.000€ ou 90€/mês</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Licenciamento/ <i>royalties fees</i> (distribuidores internacionais)</li> </ul>

Figura 6: Business Model Canvas - *Next-road*  
Fonte: Modelo original - Osterwalder & Pigneur (2010); Preenchimento do modelo - Elaboração própria.

## 5. Conclusão

### 5.1. Discussões

O presente trabalho vem apresentar-se como uma base/caso de estudo referente à conceção de modelos de negócio para inovações sustentáveis. Desvendando os desafios que uma tecnologia deste tipo enfrenta aquando da elaboração de um processo comercial para a sua entrada e difusão no mercado. Mas também, por outro lado, as vantagens que estas vêm trazer para este processo e para os seus potenciais clientes, destacando a entrega múltipla de valores sustentáveis.

Desta forma, retomando e respondendo às questões de investigação iniciais (Q1, Q2, Q3 e Q4), é possível resumir o processo de elaboração de um modelo de negócio para uma inovação sustentável, à luz do caso concreto da tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>.

A construção de um modelo de negócio deste tipo deve atender a determinados princípios, entre os quais: a definição de uma proposta de valor que transmita valores sociais e ambientais, em conjunto com o valor económico, promovendo a sustentabilidade no longo prazo, e lucros no curto prazo (Patala, et al., 2016; Lüdeke-Freund, 2013); a construção de uma cadeia de fornecimento que englobe fornecedores e parceiros que disponham dos mesmos ideais sustentáveis nos seus processos e empresas; o desenvolvimento de uma interface de incentivo à responsabilidade social e ambiental do cliente; e a definição de um modelo de obtenção de receitas que represente a distribuição justa dos custos económicos e benefícios associados à inovação (Boons & Lüdeke-Freund, 2013; Lüdeke-Freund, 2013). Deste modo, através da literatura consultada, obtém-se a resposta à Q1: *“Quais os fatores críticos para o desenho/desenvolvimento de modelos de negócio sustentáveis?”*; a qual constitui uma informação fulcral para a preparação do processo de elaboração de um modelo de negócio deste tipo.

Posteriormente, aquando do processo de construção do modelo de negócio, foram necessárias elaborar várias análises do foro externo e interno à empresa, por forma a identificar, analisar e assimilar os fatores que constroem a sua atividade. Entre as análises efetuadas destacou-se a análise da concorrência, pelo seu carácter informativo e de aprendizagem estratégica face aos exemplos mais relevantes nos mercados inerentes à atividade da Pavnext<sup>®</sup>. Possibilitando a caracterização do ambiente competitivo das tecnologias de *energy harvesting*, e, por conseguinte, da tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>, dando resposta à

Q2: “Como se caracteriza o ambiente competitivo das tecnologias de *energy harvesting*, no geral e na Pavnext<sup>®</sup>, em particular?”.

Neste sentido, externamente, verificou-se uma abertura de mercado para a Pavnext<sup>®</sup> e a sua tecnologia, no âmbito de contribuição para o desenvolvimento da condição de mobilidade sustentável, quer em termos ambientais como sociais, um dos principais temas de trabalho no domínio da sustentabilidade global dos sistemas.

Todavia, esta abertura, desenvolvimento e crescimento exponencial dos mercados adjacentes às tecnologias de *energy harvesting*, e da Pavnext<sup>®</sup>, têm trazido o desenvolvimento de alguns concorrentes diretos e indiretos nestes domínios, capazes de se tornarem uma potencial ameaça ao desenvolvimento da atividade comercial da empresa. Especificamente, para a Pavnext<sup>®</sup>, destacam-se três principais concorrentes diretos a *Innovatech*, a *Energy Intelligence* e a *Underground Power* pelas semelhanças operacionais demonstradas nas respetivas tecnologias. Contudo, devido à imaturidade do mercado no seu desenvolvimento a *Innovatech* e a *Energy Intelligence* não obtiveram o desempenho esperado, acabando por sucumbir. Embora, constituindo um caso de aprendizagem valioso para a Pavnext<sup>®</sup>, prestes a iniciar e planificar a sua atividade comercial.

Desta forma, atualmente, conclui-se que o panorama competitivo da Pavnext<sup>®</sup> não se demonstra saturado. Possibilitando o destaque da empresa enquanto promotora de valores sustentáveis relevantes na sociedade atual através da evidência das características únicas da sua tecnologia no âmbito das *smart cities*, geração de energia elétrica renovável, mobilidade sustentável e capacidade inteligente. Caracterizando-se como uma solução completa, versátil, e capaz de entregar valor no domínio das múltiplas necessidades destacadas.

Posteriormente, dada a fase de elaboração do modelo de negócio, verificou-se, que numa primeira fase de comercialização, a Pavnext<sup>®</sup> não possui muita margem de manobra para o desenvolvimento de formas inovadoras e sustentáveis de comercialização da tecnologia.

Neste sentido, e respondendo à Q3: “Que proposta de valor e que componentes podem informar o modelo de negócio da tecnologia Next-road?”, as hipóteses de modelo de negócio idealizadas tiveram de passar por modos simples e comprovados de sucesso comercial de tecnologias, por forma a garantir a viabilidade do processo comercial da empresa, muito delicado nesta fase inicial. As hipóteses idealizadas passaram por uma adjudicação da tecnologia (modelo 1) e pela constituição de uma parceria público-privada (modelo 2), diferindo ape-

nas a componente de formulação dos fluxos de receita da empresa e ao nível das parcerias necessárias constituir. Embora o segundo modelo venha apresentar um potencial de formação de novas oportunidades de negócio para com os potenciais parceiros, sendo por isso, aquele que vem apresentar uma maior relevância aquando da construção de um potencial modelo de negócio inovador.

Não obstante, os constituintes destes modelos elaborados apresentam já algumas conformidades com a literatura no âmbito de construção de modelos de negócio sustentáveis (Boons & Lüdeke-Freund, 2013; Lüdeke-Freund, 2013). Entre os quais a proposta de valor da tecnologia assente numa condição única de agregação de múltiplos benefícios sustentáveis de significativo valor para os potenciais segmentos de clientes identificados. Assim como os princípios de escolha e elaboração de parcerias e processos chave com base na prática de valores sustentáveis e responsáveis. Tornando estas hipóteses desenvolvidas até ao momento, modelos de negócio já assentes em bases sustentáveis, e por isso considerados como tal.

Todavia, para tecnologias inovadoras e disruptivas, inerentes a mercados emergentes, como é o caso da tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>, o processo de elaboração de um modelo de negócio sustentável, mais concretamente, de um modelo de negócio para inovações sustentáveis, nem sempre é fácil, compreendendo vários desafios. Que após identificados vêm responder à Q4: *“Quais os principais entraves (desafios) e vantagens que a tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup> possui para a elaboração de modelos de negócio para inovações sustentáveis?”*.

Em parte, esses desafios provêm do seu carácter de *start-up*, a comercializar uma tecnologia inovadora e disruptiva, de maturidade reduzida no mercado, e a operar em mercados ainda emergentes e com algum risco associado, evidenciando, por isso, semelhanças com a literatura (Abdelkafi, Makhotin, & Posselt, 2013) referente aos processos de inovação associados à elaboração de modelos de negócio.

Entre os desafios encontrados destacam-se os fatores de estrutura de custos e fluxos de receita. Os quais vêm apresentar valores elevados ao nível da produção do equipamento, afetando o seu preço de venda – considerado elevado pelos potenciais segmentos de clientes entrevistados. Ademais, a credibilidade da tecnologia, dado o seu carácter inovador e disruptivo vem apresentar-se como outro desafio à adoção e difusão destas tecnologias no mercado, por parte dos seus potenciais clientes, à semelhança do evidenciado na literatura por Ardilio & Seidenstricker (2013). Ainda, no espectro económico de comerciali-

zação da tecnologia, destaca-se a necessidade de apoio financeiro por parte das instituições públicas, tal como evidenciado por Lüdeke-Freund (2013) na sua literatura referente aos modelos de negócio para inovações sustentáveis. Mais especificamente, a necessidade de apoio para o desenvolvimento de um sistema de suporte económico que venha diluir o risco do investimento associado a este tipo de tecnologias inovadoras. Permitindo o desenvolvimento e difusão destas tecnologias no mercado, associado a um aumento de credibilidade das mesmas.

Como tal, a possibilidade de financiamento proveniente de instituições públicas e/ou para o desenvolvimento de inovações para a sustentabilidade torna-se fulcral para a facilidade de negócio com os potenciais segmentos de clientes. Permitindo a execução de projetos piloto a baixo custo e evidenciando o potencial integral da tecnologia em todas as áreas abrangentes. E, por conseguinte, a exequibilidade de novos modelos de negócio para a comercialização das mesmas. Ademais, enquanto medida de *energy harvesting*, tal como aconteceu para as solares fotovoltaicas, o pavimento desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup> beneficiaria de outros estímulos económicos que lhe fossem providenciados. Os quais são essenciais aquando da introdução de novas tecnologias no mercado (Bórawski, *et al.* 2019; Dewald & Truffer, 2012), permitindo abater alguns dos custos previstos incluídos no montante de investimento proposto aos clientes.

Contudo, a tecnologia em questão possui vantagens (continuação da resposta à Q4) que lhe permitem alavancar a sua competitividade e conferir um potencial de oportunidades no âmbito de construção de modelos de negócio sustentáveis e inovadores.

Entre as quais a sua proposta de valor, que embora não apresente, ainda, rentabilidade financeira do ponto de vista do autoconsumo, para os preços de energia atualmente praticados, vem apresentar vários benefícios sustentáveis de significativo valor na sociedade atual, e que ao serem oferecidos em conjunto vêm constituir uma mais valia de relevo face a outras soluções para estes fins no mercado. Com destaque para a promoção da vertente social da mobilidade sustentável (segurança rodoviária), visto que a sinistralidade rodoviária vem constituir um problema premente para vários atores da sociedade. Sendo por isso, alvo de aposta por parte dos mesmos, com a criação e desenvolvimento de várias iniciativas e programas para a promoção da segurança rodoviária.

Neste sentido, a congruência dos valores promovidos, pela tecnologia e pela empresa, para com as perspetivas holísticas de sustentabilidade, cada vez mais emergentes/relevantes na sociedade, vem também constituir um ponto muito favorável aquando da



disposição desta tecnologia no mercado. Visto que a sociedade constitui um agente de peso para as entidades governamentais, sendo as suas necessidades/expectativas o principal motivador de ação dos órgãos públicos.

Todavia, a tecnologia apresenta um potencial de crescimento, em torno de si própria e do seu modelo de negócio, muito significativo. Sendo expectável que com o iniciar e desenvolver da sua atividade comercial, os seus custos operacionais e de investimento venham a diminuir, influenciando de forma positiva os custos de venda (PPM – CAPEX) e de manutenção (YMP – OPEX) previstos. Desbravando novas possibilidades de desenvolvimento de novos modelos de negócio baseados na promoção das suas características sustentáveis, e, por conseguinte, do seu valor integrado.

## **5.2. Limitações e Pesquisa Futura**

Como complemento ao trabalho desenvolvido no âmbito da elaboração do modelo de negócio, mais concretamente como auxiliar na divulgação do valor oferecido pela tecnologia em questão, seria de interesse analisar os relatórios operacionais elaborados aquando da implementação do primeiro piloto em Matosinhos. Comprovando a eficácia teórica dos benefícios propostos pelo pavimento, especialmente no âmbito da redução do fenómeno da sinistralidade rodoviária nom local.

Ao mesmo tempo, a evidência encontrada nesses relatórios pode funcionar como um mecanismo de abertura para novas oportunidades de modelos de negócio. Como tal, no âmbito do desenvolvimento de novos modelos de negócio, no estágio foram ainda referidas algumas outras ideias de modelos capazes de introduzir a condição de inovação associada aos mesmos. Nomeadamente, foi pensado num modelo de negócio baseado na redução de acidentes, no qual as receitas da empresa seriam derivadas da eficácia de redução de acidentes e feridos comprovadas nos locais críticos de instalação do pavimento, e para os quais os relatórios de eficácia da tecnologia seriam fundamentais. Assim como surgiu outra opção de negócio para a empresa baseada na constituição de uma empresa de geração de energia (produtor de energia renovável certificada), munindo a empresa de outras opções e facilidades de comercialização da energia gerada pelo pavimento. Com destaque para a alimentação de postos de carregamento de formas de mobilidade elétrica pertencentes a outras empresas, entre outras opções económicas mais interessantes de comercialização de energia elétrica, que permitam ultrapassar os principais desafios inerentes aos produtores de energia renovável em termos de alcance de uma produção custo-eficiente e competitiva, face a outras fontes de combustível fóssil (Okkonen & Suhonen, 2010). Contudo devido à

imaturidade comercial da tecnologia ainda não foi possível explorar com mais detalhe estas opções.

Por último, seria também, relevante elaborar uma revisão acerca da opinião dos atuais e potenciais clientes após a implementação do primeiro projeto piloto. Já que, a maioria dos entrevistados neste trabalho, referiram que as apresentações dos resultados operacionais da tecnologia, em contexto real, eram muito importantes aquando do seu processo de tomada de decisão acerca da implementação da tecnologia nos seus domínios. Deste modo, com esta apresentação de resultados, é também esperado que surjam novas oportunidades para a criação de valor conjunta com outras partes interessadas, com a possível angariação de novos parceiros estratégicos, capazes de executar e promover as atuais ou novas hipóteses traçadas de modelo de negócio.

## 6. Referências Bibliográficas

- Abdelkafi, N., Makhotin, S., & Posselt, T. (2013). Business Model Innovations for Electric Mobility - What Can Be Learned From Existing Business Model Patterns? *International Journal of Innovation Management Vol. 17, N°1*, 1340003(1)-1340003(41).
- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Overy, P., & Denyer, D. (2012). *Innovating for Sustainability. A Systematic Review of the Body of Knowledge*. Network for Business Sustainability: Ontario.
- Adaramola, M. (2014). *Solar Energy: Application, Economics, and Public Perception*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Alanne, K., & Saari, A. (2006). Distributed energy generation and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 10, Issue 6*, 539-558.
- Albalade, D., & Fageda, X. (2019). Congestion, Road Safety, and the Effectiveness of Public Policies in Urban Areas. *Sustainability, 11(18)*, 5092, 1-21.
- Anderson, J., Narus, James, & van Rossum, W. (2006). Customer Value Propositions in Business Markets. *Harvard Business Review*, 1-10.
- Andersson, B., & Jacobsson, S. (2000). Monitoring and assessing technology choice: the case of solar cells. *Energy Policy 28*, 1037-1049.
- Apcer. (2019). *Apcer/Certificação/ISO 39001*. Obtido em 20 de outubro de 2019, de Apcer: <https://www.apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/168/iso-3900>
- Ardilio, A., & Seidenstricker, S. (2013). How to Push New Technologies into the Market: An Approach for Business Model Design of New Technologies. *2013 Proceedings of PICMET '13: Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET)* (pp. 837-846). San Jose, CA, EUA: IEEE.
- Austin, E. (2020). Business Survival Growth Model (BSGM) Canvas VS Business Model Canvas (BMC). *European Journal of Business and Innovation Research, Vol. 8, N°1*, 52-68.
- Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. (2018). *ANSR/Estatísticas/Relatórios de Sinistralidade*. Obtido de Web site de ANSR: <http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSinistralidade/Pages/default.aspx>

- Baskerville, R., & Wood-Harper, A. (1996). A critical perspective on action research as a method for information systems research. *Journal of Information Technology, Volume 11*, 235-246.
- Bastos Silva, A., & Seco, A. (2004). "*Medidas de acalmia de tráfego aplicadas ao atravessamento de povoações, critérios de seleção dos locais para experimentações piloto*". Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra: Edição FCTUC.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy 37*, 407-429.
- Bergin, R. (2001). Venture Design, Scalability and Sustained Performance. *Academy of Management Proceedings*, pp. 1-6.
- Blank, S. (2007). *The Four Steps to the Epiphany - Successful Strategies for Products that Win (Third Edition)*. s.l.: Quad/Graphics.
- Boons, F., & Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production, Vol. 45*, 9-19.
- Boons, F., Montalvo, C., Quist, J., & Wagner, M. (2013). Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. *Journal of Cleaner Production 45*, 1-8.
- Bórawski, P., Yashchenko, T., Sviderskyi, A., & Dunn, J. (2019). Development of renewable energy market in the EU with particular regard to solar energy. *Conference Proceedings Determinants Of Regional Development (Nº1)*.
- Brindley, C., & Oxborrow, L. (2014). Aligning the sustainable supply chain to green marketing needs: A case study. *Industrial Marketing Management, Volume 43, Issue 1*, 45-55.
- Byrne, C., & Pedro, P. (2016). *Vencer o desafio da Mobilidade Elétrica em Portugal*. Plataforma para o Crescimento Sustentável (PCS). s.l.: s.n.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics 1*, 93-118.

- Ceia. (2016). *Porto, Águeda e Cascais em destaque no Smart City Index*. Obtido em 15 de dezembro de 2019, de Ceia: <https://www.ceia.com/single-post/2017/03/17/Porto-%C3%81gueda-e-Cascais-em-destaque-no-Smart-City-Index>
- Cellint. (2019). *Cellint/Smart Cities*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de Web site de Cellint: <http://www.cellint.com/citysense/>
- Cespedes, F., Eisenmann, T., & Blank, S. (2012). Customer Discovery and Validation for Entrepreneurs. *Harvard Business School*, 1-20.
- Chang, A. S., & Kalawsky, R. S. (2017). European Transport Sector Interventions for Smart City. *2017 7th International Conference on Power Electronics Systems and Applications-Smart Mobility, Power Transfer & Security (PESAs)* (pp. 1-6). IEEE.
- Chesbrough, H., & Rosenbloom, R. (2002). The Role of the Business Model in Capturing Value from Innovation: Evidence from Xerox Corporation's Technology Spinoff Companies. *Industrial and Corporate Change, Vol. 11, nº3*, 529-555.
- Colas Group. (2016). *Press Kit - Wattway: Paving the way to tomorrow's energy*. Obtido em 28 de outubro de 2019
- Comissão Europeia. (2009). *Comunicação da Comissão- Um futuro sustentável para os transportes: rumo a um sistema integrado, baseado na tecnologia e de fácil utilização*. Bruxelas: s.n.
- Comissão Europeia. (2017). *Energy Union: Commission takes action to reinforce EU's global leadership in clean vehicles*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de European Commission: [https://ec.europa.eu/transport/modes/road/news/2017-11-08-driving-clean-mobility\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/road/news/2017-11-08-driving-clean-mobility_en)
- Comissão Europeia. (2019). *A sua Europa/Empresas/Vender na UE/Contratos públicos/ Regras aplicáveis aos contratos públicos*. Obtido em 14 de novembro de 2019, de Comissão Europeia: [https://europa.eu/youreurope/business/selling-in-eu/public-contracts/public-tendering-rules/index\\_pt.htm](https://europa.eu/youreurope/business/selling-in-eu/public-contracts/public-tendering-rules/index_pt.htm)
- Comissão Europeia. (2020). *EU climate action and the European Green Deal/ European Climate Law*. Obtido em 15 de janeiro de 2020, de European Commission: [https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_en)

- Conselho Europeu. (2019). *Conselho Europeu/Políticas/Plano de Investimento para a Europa*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de Conselho Europeu: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/investment-plan/>
- C-ROADS. (s.d.). *C-ROADS/PLATFORM/OBJECTIVES*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de C-ROADS: <https://www.c-roads.eu/platform/objectives.html>
- Cruz, F. (2008). *Avaliação do efeito das lombas redutoras de velocidade*. Coimbra, Universidade de Coimbra: Tese de Mestrado pela FCTUC.
- Davison, R., Martinsons, M., & Kock, N. (2004). Principles of canonical action research. *Info Systems J, Volume 14*, 65-86.
- Delaware Department of Transportation. (2000). Final Regulations. *Delaware Register of Regulations, Division of Planning and Policy, Vol.4, Issue 3*.
- Dewald, U., & Truffer, B. (2011). Market Formation in Technological Innovation Systems - Diffusion of Photovoltaic Applications in Germany. *Journal of Industry and Innovation Vol.18, N°3*, 285-300.
- Dewald, U., & Truffer, B. (2012). The local sources of market formation: explaining regional growth differentials in German photovoltaic markets. *European Planning Studies, 20(3)*, pp. 397-420.
- Diário da República. (2020). Diário da República n.º 32/2020, Série I de 2020-02-14. *Portaria nº42/2020*. Lisboa: Ministério das Finanças.
- Dirección General de tráfico. (s.d.). *Seguridad vial/Estadísticas e indicadores/Información municipal*. Obtido de Web site de Dirección General de tráfico: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/informacion-municipal/provincias/2015/madrid/madrid.shtml>
- Donário, A., & Santos, R. (2012). *Custo Económico e Social dos Acidentes de Viação em Portugal*. Lisboa: EDIUAL.
- Duarte, F. (2017). Pavement Energy Harvesting System To Convert Vehicles Kinetic Energy Into Electricity . *PhD Thesis in Doctoral Program in Transport Systems*. Universidade de Coimbra.

- Duarte, F., & Ferreira, A. (2016). Energy harvesting on road pavements: state of the art. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Energy*.
- Duarte, F., Ferreira, A., & Fael, P. (2017). Software Tool for Evaluating of Road Pavement Energy Harvesting Devices. Em A. H. Rocha Á., *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*. WorldCIST'18 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 746. Springer, Cham.
- Elkington, J. (1998). Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple bottom line of 21st- Century Business. *Environmental Quality Management*, 37-51.
- Erickson, W., & Maitland, I. (1989). Healthy industries and public policy. Em *Dutton, M.E. (Ed.), Industry Vitalization*. Nova Iorque: Pergamon Press.
- ERSE. (2019). *Publicações/Outras Publicações/Boletim Commodities - 2º Trimestre 2019*. Obtido em 19 de abril de 2020, de APREN: <https://www.apren.pt/contents/publicationsothers/boletim-commodities--2o-trimestre-2019.pdf>
- EU Covenant Demographic Change. (2016). *Towards an Age-Friendly Europe / Social, Economic and Environmental Impact Tool (SEE-IT) / SEE-IT tool - A Protocol for European Regions, Local Authorities, and Communities*. Obtido em 31 de maio de 2020, de Covenant on Demographic Change: <https://www.agefriendlyeurope.org/content/social-economic-and-environmental-impact-tool-see-it>
- European Alternative Fuels Observatory. (2019a). *European Alternative Fuels Observatory/Countries/European Union/Summary*. Obtido em 16 de outubro de 2019, de European Alternative Fuels Observatory: <https://www.eafo.eu/countries/european-union/23640/summary>
- European Alternative Fuels Observatory. (2019b). *European Alternative Fuels Observatory/Countries/Portugal/Incentives*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de European Alternative Fuels Observatory: <https://www.eafo.eu/countries/portugal/1749/incentives>
- European Alternative Fuels Observatory. (2019c). *European Alternative Fuels Observatory/Countries/Portugal/Summary*. Obtido em 16 de outubro de 2019, de

European Alternative Fuels Observatory:  
<https://www.eafo.eu/countries/portugal/1749/summary>

European Commission. (2016). *The Economic Benefits of Sustainable Urban Mobility Measures: Independent Review of Evidence: Reviews*. Bruxelas: Shergold, I. University of the West of England: Bristol.

European Commission. (2018). *European Commission/Transport Modes/Road/Europe on the Move: Commission completes its agenda for safe, clean and connected mobility*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de European Commission: [https://ec.europa.eu/transport/modes/road/news/2018-05-17-europe-on-the-move-3\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/road/news/2018-05-17-europe-on-the-move-3_en)

European Commission. (2019a). *EIP-SCC/Home/What is the EIP-SCC Marketplace?* Obtido em 18 de novembro de 2019, de EIP-SCC: <https://eu-smartcities.eu/page/what-eip-scc-marketplace>

European Commission. (2019b). *Enterprise Europe Network*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de Enterprise Europe Network: <https://een.ec.europa.eu/>

European Commission. (2019c). *EU energy in figures - Statistical Pocketbook 2019*. Luxemburgo: s.n.

European Commission. (2019d). *European Commission/Strategy/Digital Single Market/Policies/Smart Cities - Smart Living*. Obtido em 18 de novembro de 2019, de European Commission: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/smart-cities>

European Commission. (2019e). *European Commission/TRIMIS/Projects/Vision Zero Initiative*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de European Commission: <https://trimis.ec.europa.eu/?q=project/vision-zero-initiative#tab-outline>

European Commission. (2019f). *European Commission/TRIMIS/Projects/Vision Zero Initiative/Documents*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de European Commission: [https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/vzi\\_presentation\\_long.pdf](https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/vzi_presentation_long.pdf)

European Commission. (2019g). *Horizon Europe - The Next EU Research & Innovation Investment Programme (2021-2027)*. s.l.: s.n. Obtido de



[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research\\_and\\_innovation/strategy\\_on\\_research\\_and\\_innovation/presentations/horizon\\_europe\\_en\\_investing\\_to\\_shape\\_our\\_future.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_en_investing_to_shape_our_future.pdf)

European Commission. (2019h). *Mobility and Transport/Road Safety/Policy Areas*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de European Commission: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/topics/investment\\_en](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/investment_en)

European Commission. (2019i). *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT: EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 - Next steps towards "Vision Zero". SWD(2019) 283 final*. Bruxelas.

European Commission. (s.d. a). *European Commission/Funding, Tenders/Funding opportunities/Funding programmes/Horizon 2020/Smart, Green and Integrated Transport*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de European Commission: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/smart-green-and-integrated-transport>

European Commission. (s.d. b). *European Commission/Funding, Tenders/Funding opportunities/Funding programmes/Horizon 2020/What is Horizon 2020?* Obtido em 30 de outubro de 2019, de European Commission: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/what-horizon-2020>

European Investment Bank. (2019). *Advisory Hub/About the Hub/Initiatives/Safer Transport Platform (STP) – Road Safety Advisory*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de Advisory Hub: <https://eah.eib.org/about/initiative-safer-transport-platform.htm>

European Parliament. (2014). *Mapping Smart Cities in the EU*. Bruxelas: Policy Department A.

Eurostat. (2019). *Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context - 2019 edition*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019.

Eurostat. (2019a). *Eurostat regional yearbook | 2019 edition*. Luxemburgo: s.n.

- Eurostat. (2019b). *Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context - 2019 edition*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019.
- Eurostat. (2019c). *Sustainable development in the European Union: Overview of progress towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Eurostat. (2020). *Electricity price statistics/Electricity prices (including taxes) for household consumers, second half 2019*. Obtido em 19 de abril de 2020, de Eurostat: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_price\\_statistics#Electricity\\_prices\\_for\\_household\\_consumers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_household_consumers)
- Eurostat Statistics Explained. (2018). *Eurostat/Contas Nacionais e PIB*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de Eurostat Statistics Explained: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=National\\_accounts\\_and\\_GDP/pt#Investimento](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=National_accounts_and_GDP/pt#Investimento)
- Evans, C., & Wright, A. (2009). "How to conduct a SWOT analysis". *The British Journal of Administrative Management, Vol. 24*, 1-19.
- Evans, S., Vladimirova, D., Holgado, M., Vna Fossen , K., & Yang, M. (2017). Business Model Innovation for Sustainability: Towards a Unified Perspective for Creation of Sustainable Business Models. *Business Strategy and the Environment* 26, 597-608. doi:10.1002/bse.1939
- Ewing, R. (1999). *Traffic Calming State-of-the-Practice*. Washington D.C., EUA: Federal Highway Administration and Institute of Transportation Engineers.
- Fast Company. (2015). *Fast Company/The 3 Generations Of Smart Cities*. Obtido em 20 de outubro de 2019, de Fast Company: <https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities>
- FLIR. (2019). *FLIR/Video Detection and Monitoring Solutions for Traffic Applications*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de Web site de FLIR: <https://www.flir.eu/traffic/>
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE GmbH. (2019). *Photovoltaics Report*. Freiburg. Obtido em 28 de outubro de 2019

- Gabinete de Estratégia e Estudos. (2019). *Gabinete de Estratégia e Estudos/Indicadores Diários/Últimos indicadores/EUROSTAT - Contas Nacionais Trimestrais - 2ª publicação*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de Gabinete de Estratégia e Estudos: <https://www.gee.gov.pt/pt/indicadores-diarios/ultimos-indicadores/29411-eurostat-contas-nacionais-trimestrais-2-publicacao-13>
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social, 5ª edição*. São Paulo: Atlas.
- Girotra, K., & Netessine, S. (2013). OM Forum—Business Model Innovation for Sustainability. *Manufacturing & Service Operations Management: 15(4): 537-544*.
- Grand View Research. (2019a). *Home/Automotive & Transportation/Global Road Safety Market Size, Share, Trends, Industry Report, 2022*. Obtido em 8 de novembro de 2019, de Grand View Research: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/road-safety-market>
- Grand View Research. (2019b). *Home/Automotive & Transportation/Global Intelligent Transportation System Market Size, ITS Report 2025*. Obtido em 8 de novembro de 2019, de Grand View Research: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/intelligent-transportation-systems-industry>
- Grubb, M. (2004). Technology Innovation and Climate Change Policy: an overview of issues and options . *Keio Journal of Economics 41*, 103-132.
- Guinée, J., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., . . . Rydberg, T. (2011). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environ. Sci. Technol. 45*, 90-96.
- Hahn, T., Kolk, A., & Winn, M. (2010). A New Future for Business? Rethinking Management Theory and Business Strategy. *Business & Society 49(3)*, 385-401.
- Harb, A. (2010). Energy harvesting: State-of-the-art. *Renewable Energy 36(10)*, 2641-2654.
- Hockerts, K., & Wüstenhagen, R. (2010). Greening Goliaths versus emerging Davids — Theorizing about the role of incumbents and new entrants in sustainable entrepreneurship. *Journal of Business Venturing 25*, 481-492.
- Holden, E., Gilpin, G., & Banister, D. (2019). Sustainable Mobility at Thirty. *Sustainability, 11, 1965*, 1-14.

- Holden, E., Linnerud, K., & Banister, D. (2017). The Imperatives of Sustainable Development. *Sustainable Development*, 25, 213-226.
- Hoppe, M., & Trachsel, T. (2018). Emerging trends in transport technologies: The potential for transformation towards sustainable mobility. *ICTTE 2018*, 208-2015.
- Hoz, C., & Pozueta, J. (1995). *Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas - Consejería de Transportes/Dirección geral de Carreteras*. Madrid, Espanha: EFECE Diseño Gráfico, S.L.
- IAPMEI. (2016a). *LAPMEI/Produtos e Serviços/Apoio Empresarial e Formação/Enterprise Europe Network*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de IAPMEI: <https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Assistencia-Tecnica-e-Formacao/Enterprise-Europe-Network.aspx>
- IAPMEI. (2016b). *LAPMEI/Produtos e Serviços/Empreendedorismo e Inovação/Inovação e Competitividade/Incentivos e Financiamento/COSME*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de IAPMEI: <https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Empreendedorismo-Inovacao/Inovacao-e-Competitividade/Incentivos-e-financiamento/COSME.aspx>
- IAPMEI. (2016c). *LAPMEI/Produtos e Serviços/Empreendedorismo e Inovação/Inovação e Competitividade/Incentivos e Financiamento/Horizonte 2020*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de IAPMEI: <https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Empreendedorismo-Inovacao/Inovacao-e-Competitividade/Incentivos-e-financiamento/Horizonte-2020.aspx>
- Integrated Roadways. (2019). *Integrated Roadways*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de Web site de Integrated Roadways: <http://integratedroadways.com/#hero-continue>
- International Data Corporation. (30 de janeiro de 2019). *IDC/About IDC/IDC Media Center/IDC's Smart Cities Spending Guide Expands Its Coverage to More Than 100 Cities*. Obtido em 6 de novembro de 2019, de International Data Corporation: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44817419>
- International Energy Agency. (2019). *Global Energy & CO2 Status Report - The latest trends in energy and emissions in 2018*. França: IEA Publications.

- International Energy Agency. (2019). *Global Energy & CO2 Status Report - The latest trends in energy and emissions in 2018*. s.l.: s.n. Obtido de International Energy Agency: <https://www.iea.org/geco/>
- IRENA. (2019). *Renewable Power Generation Costs in 2018*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Islam , A. (2017). SWOT Mix and PESTEL Analysis: Effective Tools of Risk Management of Leasing Companies. *The MillenniumUniversity Journal - Vol. 2, No. 1*, 1-18.
- ISO. (2019). *ISO 37122:2019, Sustainable cities and communities - Indicators for smart cities*. Obtido em 8 de maio de 2020, de ISO: <https://www.iso.org/standard/69050.html>
- ISO. (s.d.). *ISO/Technical Committees/ISO/TC 204*. Obtido em 20 de outubro de 2019, de ISO: <https://www.iso.org/committee/54706.html>
- ITS Portugal. (2019). *ITS Portugal/Intelligent Transport Systems & Services*. Obtido em 20 de outubro de 2019, de ITS Portugal: <https://www.its-portugal.com/its>
- Jacobsson, S., & Bergek, A. (2004). Transforming the Energy Sector: The Evolution of Technological Systems in Renewable Energy Technology. *Industrial and Corporate Change*, *13(5)*, 208-236.
- Johnson, M. W., Christensen, C. M., & Kagermann, H. (2008). Reinventing Your Business Model. *Harvard Business Review*. Obtido de <https://store.hbr.org/product/reinventing-your-business-model-hbr-bestseller/r0812c?sku=R0812C-PDF-ENG>
- Joskow, P. (2011). Comparing the costs of intermittent and dispatchable electricity generating technologies. *The American Economic Review*, *vol 101 (3)*, 238-241.
- Kantowitz, B., & LeBlanc, D. (2006). Emerging technologies for vehicle-infrastructure cooperation to support emergency transportation operations.
- Khaligh, A., & Onar, O. C. (2010). *Energy Harvesting: Solar, Wind, and Ocean Energy Conversion Systems*. Boca Raton, FL, EUA: CRC Press Inc.
- Kotler, P. (2000). *Marketing Management, Millenium Edition*. Prentice-Hall, Inc.

- Lüdeke-Freund, F. (2010). 'Towards a Conceptual Framework of 'Business Models for Sustainability'. *Environmental Management, Vol. 49 No. 0*, 1-28.
- Lüdeke-Freund, F. (2013). Business Models for Sustainability Innovation: Conceptual Foundations and the Case of Solar Energy. *Dissertation for the degree of Doctor of Economics and Social Sciences at Faculty of Business and Economics at Leuphana University of Lüneburg*.
- Magretta, J. (2002). Why Business Models Matter. *Harvard Business Review* 80(5), 86-92.
- Market Watch. (2019). *Home/Press Release/Global Traffic Management Market to reach USD 61.6 billion by 2025 | more than 13.5% by 2025*. Obtido em 8 de novembro de 2019, de Market Watch: <https://www.marketwatch.com/press-release/global-traffic-management-market-to-reach-usd-616-billion-by-2025more-than-135-by-2025-2019-08-26>
- Markets and Markets. (2019). *Home/Top Market Reports/Smart Cities Market/Smart Cities Market - Global Forecast to 2023*. Obtido em 7 de novembro de 2019, de Markets and Markets: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-cities-market-542.html>
- MATD. (2001). *Traffic Calming Protocol Manual*. Alaska: Municipality of Anchorage Traffic Department.
- McNeil, M., & Bojda, N. (2012). Cost-effectiveness of high-efficiency appliances in the U.S. residential sector: A case study. *Energy Policy Volume 45*, 33-42.
- Ministério das Finanças. (2019). *Plano de Estabilidade 2019-2023*. Lisboa: s.n.
- MOBIE. (2019). *MOBIE/Operadores*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de Web site de MOBIE: <https://www.mobie.pt/operators/operators-list#focus-target>
- Mordor Intelligence. (2019). *Mordor Intelligence/Home/Industry Reports/Information & Communications Technology/Energy Harvesting Systems Market/Energy Harvesting Systems Market - Growth, Trends and Forecast (2019 - 2024)*. Obtido em 8 de novembro de 2019, de Mordor Intelligence: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/energy-harvesting-system-market>

- Mordor Intelligence. (2019). *Mordor Intelligence/Home/Industry Reports/Information & Communications Technology/Smart Cities Market - Growth, Trends, and Forecast (2019-2024)*. Obtido em 7 de novembro de 2019, de Mordor Intelligence: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/smart-cities-market>
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions . *The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*, (pp. 282-291). Nova Iorque.
- Narbel, P., Hansen, J., & Lien, J. (2014). *Energy technologies and economics*. Cham, Switzerland: Springer.
- OECD. (2007). *Managing Urban Traffic Congestion*. Paris: OECD Publishing.
- OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Paris/Eurostat, Luxembourg: OECD Publishing. doi:<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Okkonen, L., & Suhonen, N. (2010). Business models of heat entrepreneurship in Finland. *Energy Policy* 38, 3443-3452.
- Olson, E. (2013). It's not easy being green: the effects of attribute tradeoffs on green product preference and choice. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 41(2), 171-184.
- Osterwalder, A. (2004). *The Business Model Ontology: A Proposition in the Design Science Approach*. University of Lausanne.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation* (7.<sup>a</sup> ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Patala, S., Jalkala, A., Keränen, J., Väisänen, S., Tuominen, V., & Soukka, R. (2016). Sustainable value propositions: Framework and implications for technology suppliers. *Industrial Marketing Management*, Volume 59, 144-156.
- Pavnext. (2019a). *Pavnext/ O que fazemos/ O que é o Next-Road*. Obtido em 30 de novembro de 2019, de Pavnext: <https://www.pavnext.com/o-que-fazemos/?lang=pt-pt>

- Pavnext. (2019b). *Pavnext/Home*. Obtido em 30 de novembro de 2019, de Pavnext: <https://www.pavnext.com/?lang=pt-pt>
- PORDATA. (2019). *Pordata/Europa/Ambiente, Energia e Território/Energia/Preços da electricidade para utilizadores domésticos e industriais (Euro/ECU)*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de PORDATA: [https://www.pordata.pt/Europa/Preços+da+electricidade+para+utilizadores+domésticos+e+industriais+\(Euro+ECU\)-1477](https://www.pordata.pt/Europa/Preços+da+electricidade+para+utilizadores+domésticos+e+industriais+(Euro+ECU)-1477)
- PORDATA. (2020). *Europa/Acidentes de Viação/Em que países há mais e menos desastres nas estradas?* Obtido em 26 de maio de 2020, de PORDATA: <https://www.pordata.pt/Europa/Acidentes+de+via%C3%A7%C3%A3o-3043>
- Portal Gestão. (2014). *O que são barreiras à saída?* Obtido em 15 de novembro de 2019, de Portal Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/7555-o-que-s%C3%83%92%82%a3o-barreiras-%C3%83%92%82%20-sa%C3%83%92%82%20adda.html>
- Porter, M. (1980). *Competitive Strategy*. Nova Iorque: Free Press.
- Prescient & Strategic Intelligence. (2018). *Prescient & Strategic Intelligence/Energy Harvesting System Market Overview*. Obtido em 3 de novembro de 2019, de Prescient & Strategic Intelligence: <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/energy-harvesting-market>
- Prio. (2019). *Prio/Mobilidade Elétrica/Informação sobre faturação ao UVE*. Obtido em 16 de outubro de 2019, de Prio: [https://www.prio.pt/pt/mobilidade-eletrica/informacao-faturacao-uve\\_427.html](https://www.prio.pt/pt/mobilidade-eletrica/informacao-faturacao-uve_427.html)
- PV Magazine International. (2019). *Module Price Index*. Obtido em 14 de julho de 2020, de PV Magazine International: <https://www.pv-magazine.com/features/investors/module-price-index/>
- Razão Automóvel. (2017). *Razão Automóvel/Tecnologia/Portugal vai ter carros autónomos na estrada já a partir de 2020*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de <https://www.razaoautomovel.com/2018/04/portugal-carros-autonomos-2020>



- Ren, H., Wu, Q., Zhu, Q., & Gao, W. (2019). Cost-benefit analysis of distributed energy systems considering. *Energy Volume 189*.
- República Portuguesa - Ambiente e Transição Energética. (2018). *Fundo Ambiental/Quem somos/Missão do Fundo*. Obtido em 30 de outubro de 2019, de Fundo Ambiental: <https://www.fundoambiental.pt/quem-somos/missao-do-fundo.aspx>
- República Portuguesa. (28 de janeiro de 2019). *RNC 2050/Documentos/Plano Nacional Energia e Clima - Sessão de Apresentação*. (s.n., Ed.) Obtido em 31 de outubro de 2019, de RNC 2050: <https://descarbonizar2050.pt/documentos/>
- Ribeiro, E. A. (2008). A perspetiva da entrevista na investigação qualitativa. *Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais, Araxá/MG, nº4*, pp. 129-148.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. Nova Iorque: The Free Press.
- Rotmans, J., Kemp, R., & Van Asselt, M. (2001). More Evolution than Revolution: Transition Management in Public Policy. *Journal of Future Studies, Strategic Thinking and Policy, Vol 3, nº1*, 16-31.
- Sánchez, P., & Ricart, J. (2010). Business model innovation and sources of value creation in low-income markets. *European Management Review 7*, 138-154.
- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., & Oliveira, A. (2011). Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation. *Future Internet Assembly* (pp. 431-446). s.l.: s.n.
- Schaltegger, S., & Wagner, M. (2011). Sustainable Entrepreneurship and Sustainability Innovation: Categories and Interactions. *Business Strategy and the Environment 20(4)*, 222-237.
- Schaltegger, S., Lüdeke-Freund, F., & Hansen, E. (2012). Business cases for sustainability: the role of business model innovation for corporate sustainability. *Int. J. Innovation and Sustainable Development, Vol. 6, No. 2*, 95-119.
- Silva. (2010). *Modelação e avaliação do potencial de desempenho das lombas redutoras de velocidade*. Coimbra: Tese de doutoramento pela FCTUC.

- Silva, A., & Santos, S. (s.d.). *Medidas de Acalmia de Tráfego - Volume 1: Medidas Individuais Aplicadas em Atravessamentos de Localidades*. Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias IP.
- Simões, C., Esperança, J., & Simões, V. (2013). *Horizonte Internacionalizar: Guia para PME*. Lisboa: Obras em Curso, Lda.
- Solar Europe. (2019). *Global Market Outlook for Solar Power 2019-2023*. Sweden: Onehemisphere.
- Springboard. (2019). *Home/What we do/Vehicle Counting*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de Web site de Springboard: <https://www.spring-board.info/what-we-do/service/vehicle-counting>
- Statista. (2019). *Transportation & Logistics/Vehicles & Road Traffic/Size of the global market for electric vehicles in 2017 and 2025*. Obtido em 10 de novembro de 2019, de Statista: <https://www.statista.com/statistics/271537/worldwide-revenue-from-electric-vehicles-since-2010/>
- Stubbs, W., & Cocklin, C. (2008). Conceptualizing a “Sustainability Business Model”. *Organization & Environment Volume 21, Number 2, 103-127*.
- SunEarthTools. (2020). *Home/Ferramentas/Emissões de CO2/Emissões de CO2 por kWh de electricidade e calor*. Obtido em 18 de maio de 2020, de SunEarthTools.com - Ferramentas para designers e consumidores de energia: [https://www.sunearthtools.com/tools/CO2-emissions-calculator.php#txtCO2\\_3](https://www.sunearthtools.com/tools/CO2-emissions-calculator.php#txtCO2_3)
- Susman, G., & Evered, R. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly, Volume 23, No. 4, 582-603*.
- Sustainable Mobility for All. (2017). *Global Mobility Report 2017: Tracking Sector Performance*. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0: Washington DC.
- Sustainable Mobility For All. (2017). *Sustainable Mobility For All/Home/Who We Are*. Obtido em 20 de outubro de 2019, de Sustainable Mobility For All: <http://sum4all.org/who-we-are>
- Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning Volume 43, Issues 2-3, 172-194*.

- Tesla. (2019). *Tesla/Carregamento/Na Estrada*. Obtido em 18 de novembro de 2019, de Tesla: [https://www.tesla.com/pt\\_PT/supercharger](https://www.tesla.com/pt_PT/supercharger)
- The Fietsen Shop. (2019). *Como escolher uma Bicicleta Elétrica/Conclusões*. Obtido em 24 de junho de 2020, de The Fietsen Shop: <https://thefietsenshop.com/blog/Como-escolher-uma-Bicicleta-Eletrica>
- Tukker, A., Emmert, S., Charter, M., Vezzoli, C., Sto, E., Andersen, M., . . . Lahlou, S. (2008). Fostering change to sustainable consumption and production: an evidence based view. *Journal of Cleaner Production* 16, 1218-1225.
- Ueda, K., Takenaka, T., Váncza, J., & Monostori, L. (2009). Value creation and decision-making in sustainable society. *CIRP Annals Volume 58, Issue 2*, 681-700.
- UNECE. (s.d.). *UNECE/INFO/Media/Press Releases/Transport/2019/UN Road Safety Fund Opens 2019 Call For Proposals*. Obtido em 15 de outubro de 2019, de UNECE: <https://www.unece.org/?id=52623>
- United Nations - World Commission on Environment and Development . (1987). *Our Common Future*.
- United Nations. (2018). *United Nations | Department of Economic and Social Affairs/Home/News/68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN*. Obtido em 5 de novembro de 2019, de United Nations | Department of Economic and Social Affairs: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016). *The Paris Agreement*. s.l.: s.n. Obtido de [http://unfccc.int/files/paris\\_agreement/application/pdf/parisagreement\\_publication.pdf](http://unfccc.int/files/paris_agreement/application/pdf/parisagreement_publication.pdf)
- Valerann. (2019). *Valerann/Making Roads Smart*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de Web site de Valerann: <https://www.valerann.com/>
- Waycare. (2019). *Waycare/About Waycare*. Obtido em 26 de outubro de 2019, de Web site de Waycare: <https://waycaretech.com>

- Wind Europe. (2019). *Wind Europe: Economics*. Obtido em janeiro de 2020, de <https://windeurope.org/policy/topics/economics/>
- World Bank. (2012). *Public-Private Partnerships: Reference Guide*. World Bank Institute and Public-Private Infrastructure Advisory Facility.
- World Health Organization. (2018). *Global status report on road safety 2018*. Geneva.
- Yang, M., Evans, S., Vladimirova, D., & Rana, P. (2017). Value uncaptured perspective for sustainable business model innovation. *Journal of Cleaner Production*.
- Yildiz, F. (2009). Potential Ambient Energy-Harvesting Sources and Techniques. *The Journal of Technology Studies* 35(35), 40-48.
- Yushchenko, A., & Patel, M. K. (2017). Cost-effectiveness of energy efficiency programs: How to better understand and improve from multiple stakeholder perspectives? *Energy Policy Volume 108*, 538-550.
- Zott, C., Amit, R., & Massa, L. (2010). *The Business Model: Theoretical Roots, Recent Developments, and Future Research*. IESE Business School - University of Navarra.

## 7. Anexos

### 7.1. Proposta de Estágio

Designação da Empresa	Pavnext® - Technological Pavements, Lda
Volume de Negócios	<i>Start-up</i>
Pessoa de Contacto	Francisco Duarte
Cargo/Função	CEO
E-mail	fd.pavnext@gmail.com
Telefone	935054027
Proposta de Supervisor (Name)	Francisco Duarte
Área de Formação Académica do Supervisor	Engenharia (Doutoramento em Sistemas de Transportes)
Título (tema do trabalho/projeto a ser desenvolvido)	Desenvolvimento de uma estratégia para entrada no mercado Europeu para uma <i>start-up</i> tecnológica nas áreas de energia e smart cities
Objetivos	<p>O objetivo central do estágio consiste no desenvolvimento de uma estratégia integrada para entrada no mercado Europeu para uma <i>start-up</i> tecnológica nas áreas de energia e smart cities. Deste desenvolvimento fazem parte os seguintes sub objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Análise do mercado Europeu nos setores da energia e smart cities;</li><li>- Elaboração de um plano de negócios e análise de viabilidade de um novo produto inovador desenvolvido pela Pavnext®;</li><li>- Estudo e desenvolvimento de um modelo de negócio para entrada em mercados internacionais (foco nos mercados Europeus);</li><li>- Elaboração de um modelo de gestão de operações</li><li>- Avaliação de um projeto de investimento para o lançamento do produto no mercado Europeu</li><li>- Elaboração de um plano de Marketing e Comunicação para suporte na entrada no mercado Europeu</li></ul>

<b>Implementação da Ação</b>	<p>O estágio será desenvolvido em ambiente empresarial, nos escritórios da empresa Pavnext® do Porto (UPTEC), e será orientado diretamente pelo CEO da empresa, responsável pelo desenvolvimento e implementação da estratégia da empresa, tendo uma formação base em engenharia e um doutoramento em sistemas de transportes, e diversas formações em gestão no âmbito de programas de aceleração de <i>start-ups</i> (no ISCTE-IUL, MIT Sloan School of Management, Imperial College, entre outros).</p> <p>Será disponibilizado apoio técnico e científico ao mestrando, devendo o trabalho ter uma base científica, com a implementação de metodologias adequadas, bem como uma implementação experimental para validação dos cenários considerados.</p>
<b>Condições para o Mestrando</b>	A definir
<b>Local de estágio</b>	UPTEC - Edifício I - Rua Alfredo Allen, 455, 4200-135 Porto
<b>Data preferencial de início de estágio</b>	Outubro 2019
<b>Duração do estágio</b>	6 meses

## 7.2. Plano de Trabalho

ID	Descrição das atividades	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	<b>Análise/estudo de mercado nas áreas chave do projeto</b>												
1.1	Análise PESTEL												
1.2	Análise da Concorrência												
1.3	Análise SWOT												
1.4	Quantificação de mercado, no estado atual												
1.5	Identificação de barreiras de mercado / Forças de Porter												
2	<b>Estudo de mercado - lógica do cliente</b>												
2.1	Análise de Modelos de negócio "típicos"												
2.2	<i>Public procurement / tenders</i>												
2.3	Como o cliente compra/procura/decide												
3	<b>Desenvolvimento de modelos de negócios</b>												
3.1	Desenvolvimento de Modelos de Negócio e Canvas												
3.2	Desenvolvimento de propostas de valor												
3.3	Definição de Parceiros necessários												
3.4	<i>Pricing model</i>												
4	<b>Validação do(s) modelo(s) de negócio</b>												
4.1	Desenvolvimento de Estratégias para validação												
4.2	Implementação da validação												
4.3	Análise de resultados e conclusões / melhorias												
5	<b>Elaboração de plano estratégico</b>												
5.1	<i>Go to Market   Scale-up</i>												
5.3	Recursos necessários   Projeto de investimento/financeiro												
5.5	Plano de negócios / plano estratégico												
5.6	Estudo de impacto SETA do produto no mercado												
6.	Elaboração das conclusões das análises efetuadas												
	<b>Outras atividades:</b>												
7.	Revisão bibliográfica acerca do tema												
8.	Estruturação do relatório de estágio												
9.	Revisão do relatório, ajustes finais (orientador e orientando)												
10.	Entrega do relatório de estágio (final de setembro)												

Tabela 15: Cronologia do plano de trabalhos  
Fonte: Elaboração própria

### 7.3. Análise PESTEL

Análise PESTEL					
Políticos	Económicos	Sociais	Tecnológicos	Ambientais	Legais
Fomento e criação de programas e plataformas que vêm promover a mobilidade sustentável e os sistemas inteligentes;	Criação de planos de aquisição de financiamento para o desenvolvimento de soluções sustentáveis (Ex: soluções com contribuição para a mobilidade sustentável);	Clara tendência de urbanização ao longo das últimas e próximas décadas;	Emergência das <i>smart cities</i> e sistemas inteligentes no domínio automóvel (ITS);	Urgência da transição para modos de transporte mais limpos – descarbonização do setor dos transportes – dados os elevados níveis de poluição causados por este setor. Foco na transição para a mobilidade elétrica.	Criação de padrões normativos no âmbito da mobilidade sustentável, sistemas de transporte inteligentes e desenvolvimento de cidades sustentáveis;
Destaque para os programas e políticas referentes à promoção da segurança rodoviária (Ex: Visão Zero) e redução de emissões poluentes/descarbonização (Ex: Acordo de Paris);	Criação de redes europeias de apoio ao empreendedorismo/ inovação (ex: <i>Enterprise Europe Network</i> );	Perceção da mobilidade enquanto direito básico das pessoas. Requerendo melhores condições de acessibilidade e segurança;	Desenvolvimento e crescimento infraestrutural da mobilidade. Com destaque para os transportes rodoviários.		Criação de diplomas legais no âmbito da descarbonização, desenvolvimento sustentável, etc.
Relevância dos ODS na promoção da sustentabilidade de forma holística;	Impacto económico elevado dos fenómenos de sinistralidade rodoviária - criação de fundos para o desenvolvimento de novas soluções no âmbito da segurança rodoviária;	Perceção da sinistralidade rodoviária enquanto problema premente da sociedade atual.			
Desenvolvimento e promoção de medidas para o combate contra as alterações climáticas.	Desenvolvimento da mobilidade devido à crescente abertura do mercado e crescimento do mercado automóvel - desenvolvimento da mobilidade elétrica.				

Tabela 16: Síntese análise PESTEL  
Fonte: Elaboração própria



## 7.4. Análise Concorrência Direta

Empresa	Pavnext®	Pavegen	Energy Floors	Solmove	Solaroad	Solar Roadways	Colas Group	Underground Power	Kinergy Power	Innowattech e Genziko	Energy Intelligence
<b>País</b>	Portugal	Reino Unido	Holanda	Alemanha	Holanda	EUA	França	Itália	Canadá	Israel/Kenya	EUA
<b>Tecnologia</b>	Eletromecânica	Eletromecânica	Solar e Eletromecânica	Solar PV	Solar PV	Solar PV	Solar PV	Mecânica e Cinética	Hidráulica	Piezoeétrica	Hidráulica
<b>TRL</b>	6-7	9	8-9	7	7	6	6	6	5-6	--	-
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo	Inativa	Inativo
<b>Capacidade Instalada</b>	2000 W/m <sup>2</sup>	N/A	35 W/ azulejo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>Eficiência de conversão</b>	60%	N/A	2/3 PV regular <sup>3</sup> : ≈ 11%	N/A	75% PV regular: ≈13%	SR3 17,6%, SR4 22,5%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>Geração Eletricidade</b>	684 J/veículo/m	2-4 J/passos 5 W/passos	105 Wp/m <sup>2</sup> ; 315 Wp total (16 azulejos) => 20W/azulejo	100 W/m <sup>2</sup> ; 100 kWh/m <sup>2</sup> / ano	50% de 790kWh/dia*; 90 kWh/m <sup>2</sup> /ano (objetivo)	SR3 44W/painel, SR4 50W/painel	2 880 painéis -> 280 MWh/ano; 767 kWh/dia; ≈0,10 MWh/ano/painel; ≈0,27 kWh/dia/painel	1KWh/100 carros; 100 000 kWh/10m/ano	51kWh/ 10 000 veícu- los/150m	150 kWh/km/600 veículos - 13 600 kWh/km/600 veículos	250W-2kW
<b>Armazenamento de Energia</b>	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Monitorização de Dados</b>	Sim	Sim (qualidade do ar)	Sim (movimentação)	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim (velocidade) - Não	Sim
<b>Impacto no Ambiente</b>	Neutro	Mínimo	Neutro	N/A	N/A	Mínimo	N/A	N/A	Mínimo	N/A	N/A
<b>Sistema Inteligente</b>	Sim	Sim (recompensas)	Sim	Não	Não	Sim (avisos, reconfiguração; detecção de presença)	Não	Não	Não	Não	Sim
<b>Aplicação Urbana</b>	Rede, Iluminação, E-Mobility	Iluminação, geração de dados (app móvel)	Rede	Rede, Iluminação, E-Mobility	Iluminação, E-Mobility, Wi-fi spot, Residências	Mobilidade-E, configuração de vias rodoviárias e parques	Iluminação, E-Mobility, câmaras de monitorização de tráfego, paragens de autocarro	Iluminação, E- Mobility	Rede, uso local (off-grid)	Iluminação, Rede, Segurança	Iluminação

Tabela 17: Comparação concorrência direta  
Fonte: Elaboração própria

<sup>3</sup> Os painéis fotovoltaicos, quando aplicados em telhados (locais com maior exposição solar), possuem uma maior eficiência energética que os solares (cerca de 17%), de modo que os valores de eficiência destes painéis rondam os 17-20%, dependendo do tipo de célula fotovoltaica (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE GmbH, 2019).

## 7.5. Análise SWOT Cruzada

Com base na análise SWOT efetuada foi ainda possível elaborar uma visão estratégica para o favorável desenvolvimento da empresa ano meio interno e externo. Deste modo, elaborou-se uma análise SWOT cruzada. A qual veio permitir a formulação de estratégias ofensivas, através da combinação dos pontos fortes com as oportunidades; a formulação de estratégias de reforço, combinando os pontos fracos com as oportunidades; a formulação de estratégias de confronto, através da combinação dos pontos fortes com as ameaças; e a formulação de estratégias defensivas, combinando as ameaças com os pontos fracos.

### a) Estratégias ofensivas

Considerando o rápido crescimento e desenvolvimento esperados para o mercado das *smart cities* e de *energy harvesting*, assim como a evidência do potencial produtivo da Pavnext<sup>®</sup> nesses mesmos mercados; a *start-up* espera conseguir alcançar, mais facilmente, uma maior relevância e consideração nos mesmos. Para tal, poderá, de forma estratégica, criar parcerias com empresas já ativas e com posição relevante nesses mercados, de modo a atuar diretamente nos nichos de mercado mais relevantes para o seu desenvolvimento. Possibilitando a redução do risco e do investimento inicial, assim como a partilha do *know-how* necessário à operação nesses novos mercados, em troca, por exemplo, da cobrança dos direitos de exploração do produto a potenciais distribuidores, os *royalties*.

Nesse sentido, a Pavnext<sup>®</sup> necessitará também de realizar avaliações regulares intuitivas das necessidades do mercado, de modo a também auxiliar no processo de *targeting* do consumidor.

Também, a possibilidade de venda dos dados gerados (tráfego, energia e ambiente) pode ser relevante, destacando-se como algo diferenciador e positivo face à concorrência. Possibilitando, posteriormente, desvendar novas oportunidades, para novas funcionalidades, que acrescentem valor ao produto. Da mesma forma, é encarada a possibilidade de formulação de contratos de geração e/ou compra de energia, contribuindo para a redução do preço da eletricidade, desenvolvimento da mobilidade elétrica sustentável, e questões do foro da iluminação pública, muito centrais no meio de atuação público e empresarial. Neste sentido, estas possibilidades contratuais, podem contribuir para a sustentabilidade da empresa no longo prazo, com a geração de rendimentos adicionais.

Outro fator vantajoso, é a possibilidade de candidatura para a obtenção de financiamentos dirigidos, por exemplo, a medidas de combate às alterações climáticas, transição e

eficiência energética, e *smart cities*. Permitindo o desenvolvimento e facilidade de comercialização do produto, já que este se dirige e enquadra no âmbito das principais questões e políticas ambientais e sociais atuais.

#### **b) Estratégias de reforço**

A diferenciação do modelo de negócio adotado pela empresa é outra ação estratégica sugerida. Visto que, vem possibilitar a definição de uma posição diferenciadora no mercado, através da aposta em novos modelos de negócio compatíveis com níveis de preço que permitam a redução de custos, e sobretudo, a percepção do valor integrado da tecnologia.

Ao mesmo tempo, visto que a Pavnext<sup>®</sup> se encontra ainda numa fase de validação tecnológica, sem capacidade de geração de receitas, uma estratégia benéfica a adotar seria concorrer a instrumentos financeiros de apoio à I&D tecnológico, para que os entraves do ponto de vista económico e de recursos disponíveis sejam minimizados para o restante processo de maturação e consolidação da tecnologia. Uma estratégia também válida a adotar no longo prazo, para o imprescindível e contínuo processo de I&D inerente ao desenvolvimento de novos produtos, e aprimoramento dos atuais produtos.

Para o alavancar do processo de reconhecimento da marca, e aquisição de potenciais parceiros (*networking*), a participação em congressos e concursos, relacionados com o âmbito de ação dos produtos da Pavnext<sup>®</sup>, pode constituir-se vantajoso. Uma vez que nestes eventos existe uma reunião de atores relevantes empresariais e institucionais que vêm apresentar e/ou procurar soluções inovadoras. Neste sentido, é destacado o processo de gestão de relacionamentos, o qual vem afirmar-se como sendo de extrema importância para as *start-ups*, quer num contexto B2B, como B2C. Visto que uma boa relação entre as partes possibilita a fidelização do cliente e/ou parceiro, mas também a oportunidade de beneficiar de uma técnica de marketing que não acarreta custos, o boca-a-boca.

Ademais, o ingresso nestes eventos pode também estar aliado ao exercício de modelos de *branding activation* (ativação de marca), de forma a expor, interagir, e envolver os clientes com a solução a comercializar.

#### **c) Estratégias de confronto**

Para o confronto de potenciais ameaças, nomeadamente no contexto de contínuo desenvolvimento tecnológico e de mercado, volta a ser relevante salientar a importância de adoção de uma filosofia de I&D inerente a todos os processos da empresa, e de estratégias de liderança de mercado competitivas, com base na diferenciação dos modelos de negócio. Permitindo, assim, que a empresa mantenha a sua vantagem competitiva, a longo prazo, no

mercado, quiçá, possibilitando o desenvolvimento de alternativas de recursos necessários ao fabrico do pavimento, aliado a uma diminuição dos custos de produção. Deste modo, a empresa consegue evidenciar a sua eficácia e eficiência produtiva, ao mesmo tempo combatendo a concorrência que se vem intensificar nos seus mercados.

Outra estratégia a adotar, por forma a incrementar a credibilidade, reconhecimento e confiança técnica da empresa, poderia ser a garantia de certificação de qualidade ao nível dos constituintes tecnológicos do pavimento, por parte da ISO, ou qualquer outra entidade certificadora. Providenciando sentimentos de maior legitimidade e segurança em relação ao produto, por parte da sociedade, já que esta se trata de agente fundamental na pressão às entidades governamentais e de ação no meio público.

Ademais, a recetividade e posterior aceitação de uma tecnologia ainda em estado imaturo constitui também um fator crucial ao seu desenvolvimento e crescimento. A legitimação social da tecnologia envolve um processo de aceitação social e de conformidade com os princípios das principais instituições relevantes - por exemplo no domínio da segurança rodoviária (ex: ANSR, IMT). As quais irão ser determinantes para a garantir que a tecnologia seja considerada apropriada, desejada, e com procura satisfatória. Apenas alcançando esse estatuto, um produto pode ganhar força social e captar a atenção de potenciais parceiros.

Ademais, para a obtenção do necessário destaque comercial e organizacional, a empresa deve privilegiar os métodos de marketing interativos e orientados para a inovação. Tendo por base estratégias fortes no âmbito da comunicação, comercialização e distribuição do produto, aliado a uma base de fortalecimento das relações com as suas principais partes interessadas.

A elaboração de uma análise ciclo de vida e de contributo ambiental vem também constituir uma ação relevante por forma a comprovar o impacto ambiental neutro, e destacar contributos para com a descarbonização do produto desenvolvido pela Pavnext<sup>®</sup>.

#### **d) Estratégias defensivas**

Por último, uma das formas que a empresa possui de se defender contra as principais ameaças a que está sujeita, centra-se no desenvolvimento da sua capacidade de comunicação e marketing para com os seus clientes. Pois este é o processo que está na base de desencadeamento do ato de comercialização. Deste modo, novamente, é destacada a importância das campanhas de ativação de marca, essenciais a este nível para demonstrar e afirmar o potencial do produto em contexto real, aliadas de relatórios públicos de monitorização regulares com informação sobre os resultados eficazes do pavimento. Assim como

a participação em feiras e congressos com o mesmo objetivo.

Ao mesmo tempo, para que a empresa consiga efetuar uma entrada favorável no mercado, cada vez mais competitivo, e tendo em conta o seu estatuto de *start-up*, seria vantajoso, que numa primeira fase, a empresa constituísse as tais parcerias com as empresas de maior relevo nos mercados adjacentes à sua atividade. De modo a beneficiar dos seus conhecimentos e até potenciais clientes, e conseguir estabelecer, e a longo prazo, fortificar a sua posição no mercado.

Neste sentido, numa primeira fase, seria vantajosa a decisão de enveredar por um processo de exportação direta, realizando a venda do produto por meio de agentes ou distribuidores no estrangeiro, ou até por meio de contratos de licença de *know-how* e exploração dos direitos industriais (patentes) com o pagamento de *royalties*. Só posteriormente, com o conseqüente desenvolvimento e crescimento da atividade comercial da empresa, e da mesma enquanto organização, será possível que esta avance com modos de operação internacionais mais lucrativos, como é o caso da exportação própria vendendo diretamente para o seu cliente final (Simões, Esperança, & Simões, 2013).

		Forças (S)	Fraquezas (W)
		<b>Fatores Internos</b>  <b>Fatores Externos</b>	Benefícios múltiplos da tecnologia desenvolvida pela Pavnext®– mobilidade sustentável, geração de energia renovável e <i>smart cities</i> ;
Potencial de geração de vários fluxos de receita derivados dos diferentes benefícios do produto;	Potenciais incertezas por parte do cliente e outras eventuais partes interessadas;		
Constituição física do equipamento em linha com os valores da economia circular;	Cliente com dificuldade de percepção do valor integrado da tecnologia;		
Características, missão e valores da empresa em linha com os princípios de sustentabilidade.	Elevados custos operacionais da tecnologia, na fase inicial em que se encontra.		
Oportunidades (O)	Estratégias Ofensivas (SO)	Estratégias de Reforço (WO)	
Emergência dos valores sustentáveis na sociedade;	Criação de parcerias com empresas relevantes nos mercados de atividade da Pavnext®;	Diferenciação do modelo de negócio adotado pela empresa;	
Crescimento dos mercados inerentes à tecnologia desenvolvida;	Realização de avaliações regulares intuitivas das necessidades do mercado;	Concurso a instrumentos financeiros de apoio à I&D tecnológico, para que os entraves do ponto de vista económico e de recursos disponíveis sejam minimizados;	
Acesso favorável a redes de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento de empresas jovens (Ex: acesso a locais de incubação, que trazem inúmeras vantagens para as <i>start-ups</i> ).	Geração de fontes de rendimento adicionais (Ex: formulação de contratos de geração e/ou compra de energia, contribuindo para a redução do preço da eletricidade, desenvolvimento da mobilidade elétrica sustentável, etc.);	Aquisição de potenciais parceiros estratégicos ( <i>networking</i> ) (Ex: através da participação em congressos e concursos, relacionados com o âmbito de ação do produto da Pavnext®);	
	Candidatura para a obtenção de financiamentos dirigidos às principais áreas de ação do equipamento.	Construção e desenvolvimento do processo de gestão de relacionamentos (Ex: através da participação em congressos e concursos, relacionados com o âmbito de ação do produto da Pavnext®).	
Ameaças (T)	Estratégias de Confronto (ST)	Estratégias de Defesa (WT)	
Crescente competitividade nos mercados onde a tecnologia desenvolvida se enquadra;	Adoção de uma filosofia de I&D inerente a todos os processos da empresa;	Desenvolvimento da capacidade de comunicação e marketing para com os clientes;	
	Adoção de estratégias de liderança de mercado competitivas, com base na diferenciação dos modelos de negócio;		
Elevada burocracia de contratação com o setor público (potencial principal cliente da empresa);	Certificação de qualidade ao nível dos constituintes tecnológicos do pavimento, por parte de uma entidade certificadora. E legitimação social da tecnologia através de um processo de aceitação social e de conformidade com os princípios das principais instituições relevantes;	Constituição estratégica de parcerias com as empresas de maior relevo nos mercados adjacentes à atividade da <i>start-up</i> ;	
Competição nos mercados muito orientada para os preços e não para o seu valor integrado (não monetário).	Utilização de métodos de marketing interativos e orientados para a inovação;	Aposta inicial em processos de exportação direta. E, posteriormente, com o consequente desenvolvimento e crescimento da atividade comercial da empresa, e da mesma enquanto organização, aposta em modos de exportação própria.	
	Elaboração de uma análise ciclo de vida e de contributo ambiental.		

Tabela 18: Análise SWOT e SWOT Cruzada  
Fonte: Elaboração própria

## 7.6. Cálculos auxiliares para a análise técnica, económica e custo-benefício

As equações elaboradas no trabalho de Duarte, F. (2017), são aqui apresentadas como a base para a elaboração da análise técnica, económica e de custo-benefício que consta na caracterização da proposta de valor da tecnologia desenvolvida pela Pavnext<sup>®</sup>.

Como já referido, algumas das variáveis foram inicialmente pré-definidas, e outras definidas através das equações elaboradas por Duarte, F. (2017).

No âmbito da análise técnica, a definição da faixa de rodagem a analisar (LDT), assim como o seu respetivo fluxo de tráfego anual (LAT), foram obtidos por meio das seguintes equações:

$$1) \quad LDT = \frac{AADT}{NL}$$

$$2) \quad LAT = LDT \times 365$$

Posteriormente, foi definido o fluxo diário de tráfego (DT cat) para cada uma das quatro categorias de veículos previamente definidas:

TD1	Veículos com peso inferior a 1 tonelada
TD2	veículos com peso entre 1 e 2 toneladas
TD3	Veículos com peso entre 2 e 3,5 toneladas
TD4	Veículos com peso superior a 3,5 toneladas

Tabela 19: Descrição das categorias de veículos

Fonte: Elaboração própria

$$3) \quad DT \text{ cat} = LDT \times \left(\frac{TD \text{ cat}}{100}\right)$$

Contudo, a partir do primeiro ano, tendo em conta a evolução anual do tráfego (ATE), os valores das variáveis anteriores (AADT, LDT, LAT e DT cat) alteram-se, passando a ser calculados da seguinte forma:

$$4) \quad AADT_y = AADT_0 \times (1 + ATE)^y$$

$$5) \quad LDT_y = LDT_0 \times (1 + ATE)^y$$

$$6) \quad LAT_y = LAT_0 \times (1 + ATE)^y$$

$$7) \quad DT_{cat(y)} = DT_{cat 0} \times (1 + ATE)^y$$

Relativamente, ao montante de energia gerada por cada categoria de veículo essa foi calculada previamente por Duarte, Ferreira & Fael (2016) com recurso a um *software* dese-

nhado para avaliar a interação entre os veículos e a infraestrutura rodoviária, permitindo, posteriormente, o cálculo do montante de energia gerada por cada categoria de veículo (ERV cat) para cada velocidade média estimada (TAS). Ainda, com base na eficiência de conversão do equipamento ( $\eta$ ), é possível estimar a energia gerada por cada categoria de veículo (EGV cat), um fator essencial para a análise e técnica desta tecnologia.

$$8) \text{ ERV}_{cat} = fcn(TAS)$$

$$9) \text{ EGV}_{cat} = \eta \times \text{ERV}_{cat}$$

A caracterização técnica do pavimento foi realizada através da definição prévia do número de metros dos módulos de *energy harvesting* instalados na superfície rodoviária (NMP), a potência instalada por módulo (IPM), e a largura de cada módulo (EHW), permitindo o cálculo número de unidades totais de *energy harvesting* instaladas (NMI) e a potência total instalada (TIP).

$$10) \text{ NMI} = \frac{\text{NMP}}{\text{EHW}}$$

$$11) \text{ TIP} = \text{NMI} \times \text{IPM}$$

Finalmente, após o conhecimento destas variáveis foi possível calcular, individualmente, o montante total de energia gerado por dia (DTEG<sub>y</sub>) e por ano (AEG<sub>y</sub>), pela tecnologia, assim como o montante total de energia gerada durante o período de análise (10 anos) (TE<sub>Ge</sub>). Por sua vez, o montante total de energia gerado por ano foi calculado de forma decomposta, tal como exposto no corpo do texto (capítulo 4.5.1.1; equação 1)).

$$12) \text{ DTEG}_y = \sum_{cat=1}^4 \frac{\text{NMI} \times \text{DT}_{cat(y)} \times \text{EG}_{cat}}{3.600.00}$$

$$13) \text{ AEG}_y = \text{DTEG}_y \times 365$$

$$14) \text{ TE}_{Ge} = \sum_{y=1}^{\text{YRS}} \text{ATEG}_y$$



## 7.7. Cálculos análise de sensibilidade

Economia Total		Variação Percentual -1%	%	Variação Percentual -10%	%	Variação Percentual 1%	%	Variação Percentual 10%	%
<b>BASE</b>	ADDT	- 9 517,15 €	-5,23%	- 13 776,89 €	-52,33%	- 8 570,54 €	5,23%	- 4 310,80 €	52,33%
-9 043,85 €	n	- 9 832,69 €	-8,72%	- 21 127,82 €	-133,62%	- 8 255,00 €	8,72%	- 1 155,44 €	87,22%
	TINV	- 8 728,85 €	3,48%	- 5 893,85 €	34,83%	- 9 358,85 €	-3,48%	- 12 193,85 €	-34,83%
	CAPEX	- 8 728,85 €	3,48%	- 5 893,85 €	34,83%	- 9 358,85 €	-3,48%	- 12 193,85 €	-34,83%
	YMP	- 8 795,10 €	2,75%	- 6 556,42 €	27,50%	- 9 292,59 €	-2,75%	- 11 531,28 €	-27,50%
	PPM	- 8 793,85 €	2,76%	- 6 543,85 €	27,64%	- 9 293,85 €	-2,76%	- 11 543,85 €	-27,64%
	ICPM	- 8 993,85 €	0,55%	- 8 543,85 €	5,53%	- 9 093,85 €	-0,55%	- 9 543,85 €	-5,53%
	SCEPY	- 9 478,51 €	-4,81%	- 13 390,49 €	-48,06%	- 8 609,18 €	4,81%	- 4 697,20 €	48,06%

Tabela 20: Análise de sensibilidade

Fonte: Elaboração própria

## 7.8. Cálculos auxiliares para a realização da análise de Impacto

Os seguintes cálculos foram desenvolvidos de forma hipotética por forma a possibilitar a elaboração da análise de impacto SETA. Por sua vez, os seguintes pressupostos foram elaborados no decorrer do estágio e devidamente validados pelo supervisor do mesmo.

Para a formulação dos seguintes números utilizados como referência no âmbito da componente da segurança rodoviária da presente análise de impacto foi necessário efetuar vários cálculos.

	Cenário Mínimo (50%)	Cenário Médio (60%)	Cenário Máximo (70%)
<b>Redução nº acidentes</b>	50	60	70
<b>Redução nº feridos graves</b>	4	8	14
<b>Redução nº fatalidades</b>	1	1	2

Tabela 21: Valores de referência utilizados na componente de segurança rodoviária da análise de impacto

Fonte: Elaboração própria

Primeiramente, para aferir o número de redução anual de acidentes por aplicação (Tabela 24 – 24.5), foi considerado o potencial número de acidentes, a ocorrer nas *smart cities* dos países europeus Portugal e Espanha (Tabela 24 – 24.4), uma vez que, o mercado das *smart cities* é o considerado como o principal subjacente à tecnologia desenvolvida pela Pavnext®. Este último cálculo foi realizado, em simultâneo, com recurso ao total de aplicações previstas vender em ambas as localidades, de acordo com o hipotético plano de vendas elaborado para a tecnologia –Tabela 29 e Tabela 30. Quanto ao número total de aciden-

tes rodoviários que ocorreram em Portugal e Espanha, esse foi obtido através dos dados disponibilizados pela plataforma PORDATA, referentes ao ano de 2017 (Tabela 24 - 24.1).

Por sua vez, o número de cidades inteligentes consideradas nestes países, foi apurado com base nas suas redes de cidades inteligentes (RENER - Portugal e RECI - Espanha), e posteriormente, com base nesse número de cidades, a população que aí reside (Tabela 23 e Tabela 22 - 22.4), e a sua percentagem correspondente face à população total nacional (Tabela 22 - 22.5). Foi utilizada como base de cálculo a percentagem de população residente em *smart cities*, visto que os acidentes são uma variável que afeta diretamente as populações.

País	Rede (22.1)	Nº de <i>Smart Cities</i> (22.2)	População total país (22.3)	População residente em <i>Smart Cities</i> (22.4)	% População residente em <i>Smart Cities</i> (22.5)
Espanha	RECI	81	46.940.000	37.933.480	(37.933.480/46.940.000) <b>80,81%</b>
Portugal	RENER	44	10.290.000	4.963.520	(4.963.520/10.290.000) <b>48,24%</b>

Tabela 22: Identificação dos parâmetros relativos às *smart cities* em Espanha e Portugal

Fonte: Elaboração própria

Espanha		Portugal	
Cidades/Municípios	População residente na Cidade/Município	Cidades/Municípios	População residente na Cidade/Município
Galiza		Viana do Castelo	91 000,00
Corunha	1 122 000,00	Bragança	35 341,00
Lugo	329 587,00	Braga	181 494,00
Santiago	96 405,00	Vila Nova de Famalicão	127 567,00
Vigo	293 642,00	Guimarães	158 124,00
Rioja		Trofa	38 999,00
Logronho	151 113,00	Santo Tirso	71 530,00
Castela e Leão		Póvoa do Varzim	64 000,00
Ávila	159 260,00	Matosinhos	175 478,00
Burgos	355 429,00	Maia	135 306,00
León	462 496,00	Baião	20 522,00
Palência	160 701,00	Valongo	93 858,00
Ponferrada	65 239,00	Gondomar	168 027,00
Salamanca	332 234,00	Porto	237 591,00
Segóvia	154 095,00	Vila Nova de Gaia	302 295,00
Valladolid	520 385,00	Aveiro	78 450,00
Extremadura		Águeda	47 729,00
Badajoz	672 493,00	Coimbra	133 724,00
Cáceres	392 931,00	Leiria	126 897,00
Mérida	57 797,00	Santarém	62 200,00

Andaluzia			Torres Vedras	65 280,00
Algeciras	121 414,00		Amadora	181 724,00
Almería	706 871,00		Sintra	388 434,00
Benalmadena	67 746,00		Cascais	212 474,00
Córdoba	783 867,00		Loures	211 359,00
El Puerto	88 364,00		Barreiro	75 419,00
Estepona	67 012,00		Almada	168 987,00
Fuengirola	75 396,00		Setúbal	115 758,00
Granada	919 700,00		São Brás de Alportel	10 416,00
Huelva	524 576,00		Portimão	55 416,00
Jaén	632 027,00		Loulé	68 873,00
Málaga	569 005,00		Albufeira	41 123,00
Marbella	141 463,00		Olhão	44 607,00
Motril	58 501,00		Tavira	24 750,00
Roquetas de Mar	94 925,00		Faro	60 974,00
Sevilha	1 950 000,00		Beja	33 550,00
Canárias			Évora	52 454,00
Las Palmas	378 517,00		Portalegre	22 359,00
San Bartolomé de Tirajana	53 588,00		Castelo Branco	52 192,00
San Cristobal de La Laguna	153 111,00		Viseu	96 991,00
Santa Cruz de Tenerife	204 856,00		Guarda	39 103,00
Castela-Mancha			Vila Real	49 868,00
Albacete	389 528,00		Lisboa	507 220,00
Cidade Real	495 106,00		Esposende	34 057,00
Cuenca	199 628,00		<b>Total</b>	<b>4 963 520,00</b>
Guadalajara	258 890,00			
Talavera de la Reina	83 009,00			
Toledo	691 725,00			
País Vasco				
Bilbao	345 821,00			
Vitoria	249 176,00			
Catalunha				
Barcelona	5 575 000,00			
L'Hospitalet de Llobregat	261 068,00			
Sant Cugat del Vallés	90 664,00			
Tarragona	802 547,00			
Ilhas Baleares				
Palma de Mallorca	409 661,00			
Com. Valenciana				
Alicante	1 863 000,00			
Alzira	44 393,00			
Benidorm	67 558,00			
Castellón de la Plana	170 244,00			
Elche	230 625,00			
Orihuela	76 778,00			
Paterna	69 156,00			
Torrent	81 245,00			
Valência	2 541 000,00			

Região de Múrcia		
Cartagena	213 943,00	
Lorca	93 079,00	
Molina de Segura	70 964,00	
Múrcia	1 488 000,00	
Madrid		
Alcalá de Henare	193 751,00	
Alcobenda	116 037,00	
Alcorcón	169 502,00	
Aranjuez	59 037,00	
Arganda del Rey	54 554,00	
Collado de Villalba	63 074,00	
Getafe	180 747,00	
Las Rozas	95 550,00	
Madrid	6 642 000,00	
Majadahonda	71 785,00	
Móstoles	207 095,00	
Pozuelo de Alarcón	86 172,00	
Rivas-Vaciamadrid	85 893,00	
Torrejón de Ardoz	129 729,00	
<b>Total</b>	<b>37 933 480,00</b>	

Tabela 23: População residente em *smart cities* em Espanha e Portugal  
Fonte: Elaboração própria

	Número de acidentes rodoviários nos países da UE, em 2017 (24.1) (PORDATA, 2020)	Percentagem da população nacional que vive em <i>smart cities</i> (24.2)	Potencial número de acidentes rodoviários em <i>smart cities</i> (24.3)	Total de aplicações previstas vender a nível nacional (24.4)	Número de potenciais acidentes a ocorrer nos locais de instalação do pavimento (24.5)
<b>Portugal</b>	34.416	48,24%	(34.416*48,24%) 16.602	556	(16.602/556) 30
<b>Espanha</b>	102.233	80,81%	(102.233*80,81%) 82.614	484	(82.614/484) 171
<b>Média</b>					100

Tabela 24: Hipóteses aplicadas ao cálculo do número de potenciais acidentes a ocorrer nos locais de instalação do pavimento  
Fonte: Elaboração própria

Neste sentido, após a obtenção do número de potenciais acidentes a ocorrer nos locais de instalação do pavimento foi possível obter os respetivos números para a redução

anual de acidentes por aplicação, para os cenários mínimo (50), médio (60) e máximo (70) - Tabela 25. Para o cálculo desta última componente foi utilizado o número médio do número potencial de acidentes a ocorrer nos locais de instalação do pavimento (100) - Tabela 24 (24.5), em simultâneo com as respetivas percentagens pressupostas para cada um dos cenários (50%,60% e 70%), baseadas no valor de eficiência de redução da condição de sinistralidade rodoviária apontado para o pavimento (70%), sendo este considerado o melhor cenário.

	Cenário Mínimo (50%)	Cenário Médio (60%)	Cenário Máximo (70%)
<b>Redução nº acidentes</b>	(100*0,50) 50	(100*0,60) 60	(100*0,70) 70

Tabela 25: Valores de redução de acidentes por aplicação para os cenários mínimo, médio e máximo  
Fonte: Elaboração própria

Posteriormente, para a obtenção dos valores anuais de redução de feridos graves e fatalidades por aplicação, foi necessário estimar a média de feridos graves e fatalidades ocorrentes em Portugal e Espanha (Tabela 26) e a respetiva média conjunta (Tabela 27).

Espanha (Dirección General de tráfico, s.d.)			Portugal (Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2018)		
Cidade/Município	Nº feridos graves	Nº fatalidades	Cidade/Município	Nº fatalidades	Nº feridos graves
Galiza			Viana do Castelo	2	17
Corunha	51	2	Bragança	1	9
Lugo	33	2	Braga	7	32
Santiago	11	1	Vila Nova de Famalicão	2	16
Vigo	38	6	Guimarães	4	29
Rioja			Trofa	4	8
Logronho	39	4	Santo Tirso	3	8
Castela e Leão			Póvoa do Varzim	1	18
Ávila	9	1	Matosinhos	5	17
Burgos	40	1	Maia	3	13
Leon	26	3	Baião	0	1
Palência	5	0	Valongo	2	7
Ponferrada	1	2	Gondomar	5	19
Salamanca	28	0	Porto	5	11
Segóvia	10	2	Vila Nova de Gaia	8	42
Valladolid	48	3	Aveiro	0	0
Extremadura			Águeda	0	0

Badajoz	31	3	Coimbra	3	18
Cáceres	4	0	Leiria	8	40
Mérida	1	0	Santarém	6	34
Andaluzia			Torres Vedras	0	15
Algeciras	11	2	Amadora	2	17
Almería	11	2	Sintra	8	44
Benalmadena	6	0	Cascais	6	24
Córdoba	53	8	Loures	9	33
El Puerto	26	2	Barreiro	3	10
Estepona	12	1	Almada	4	22
Fuengirola	17	0	Setúbal	2	17
Granada	24	10	São Brás de Alportel	0	2
Huelva	13	2	Portimão	4	16
Jaén	9	1	Loulé	7	42
Málaga	60	11	Albufeira	3	26
Marbella	26	7	Olhão	0	14
Motril	8	3	Tavira	3	3
Roquetas de Mar	20	1	Faro	2	22
Sevilha	31	12	Beja	6	24
Canarias			Évora	4	14
Las Palmas	35	5	Portalegre	0	5
San Bartolomé de Tirajana	14	0	Castelo Branco	2	24
San Cristobal de La Laguna	23	4	Viseu	8	31
Santa Cruz de Tenerife	26	6	Guarda	4	9
Castela- Mancha			Vila Real	5	19
Albacete	23	6	Lisboa	10	78
Cidade Real	5	1	Esposende	1	6
Cuenca	7	0	<b>Total</b>	<b>162</b>	<b>856</b>
Guadalajara	14	1	<b>Média</b>	<b>3,68</b>	<b>19,45</b>
Talavera de la Reina	10	0			
Toledo	21	6			
País Vasco					
Bilbao	22	4			
Vitoria	33	3			
Cataluna					
Barcelona	175	31			

L'Hospitalet de Llobregat	27	4
Sant Cugat del Vallés	7	0
Tarragona	12	4
Ilhas Balears		
Palma de Mallorca	89	12
Com. Valenciana		
Alicante	35	8
Alzira	0	0
Benidorm	35	5
Castellón de la Plana	6	2
Elche	16	10
Orihuela	19	2
Paterna	5	0
Torrent	6	1
València	183	14
Região de Múrcia		
Cartagena	30	6
Lorca	12	2
Molina de Segura	9	2
Múrcia	77	10
Madrid		
Alcalá de Henare	11	3
Alcobenda	13	3
Alcorcón	18	2
Aranjuez	9	2
Arganda del Rey	5	1
Collado de Villalba	1	2
Getafe	7	4
Las Rozas	11	1
Madrid	1006	39
Majadahonda	6	2
Móstoles	27	1
Pozuelo de Alarcón	9	0
Rivas-Vaciamadrid	6	1
Torrejón de Ardoz	8	0
<b>Total</b>	<b>2815</b>	<b>302</b>

<b>Média</b>	<b>34,75</b>	<b>3,73</b>
--------------	--------------	-------------

Tabela 26: Valor médio de feridos graves e fatalidades ocorrentes em Espanha e Portugal

Fonte: Elaboração própria

	<b>Nº feridos graves</b>	<b>Nº fatalidades</b>
<b>Portugal</b>	<b>19,45</b>	<b>3,68</b>
<b>Espanha</b>	<b>34,75</b>	<b>3,73</b>
<b>Média</b>	<b>27</b>	<b>4</b>

Tabela 27: Número médio de feridos graves e fatalidades em Portugal e Espanha

Fonte: Elaboração própria

Novamente, com base na média do número de feridos graves (27) e fatalidades (4) entre estes dois países, foi estimado o número de feridos graves e fatalidades para os cenários mínimo, médio e máximo, para os quais foi delineada uma percentagem de 15%,30% e 50%, respetivamente. Desta vez, a percentagem pressuposta não foi baseada na eficácia de redução da sinistralidade rodoviária do pavimento, visto que estes números não são diretamente proporcionais ao número de acidentes, já que um acidente, pode provocar mais do que um ferido e/ou vítimas mortais.

	<b>Cenário Mínimo</b>	<b>Cenário Médio</b>	<b>Cenário Máximo</b>
<b>Redução anual feridos graves por aplicação</b>	(27*15%) 4	(27*30%) 8	(27*50%) 14
<b>Redução anual fatalidades por aplicação</b>	(4*15%) 1	(4*30%) 1	(4*50%) 2

Tabela 28: Redução anual de feridos graves e fatalidades por aplicação para os cenários mínimo, médio e máximo

Fonte: Elaboração própria



## **7.9. Plano hipotético de vendas previsto para cada segmento de clientes**

Outra das tarefas realizadas no estágio, passou pela elaboração de um plano de projeção de vendas, de modo a perceber o potencial impacto que a solução tecnológica desenvolvida pode desempenhar ao ser comercializada a nível nacional e internacional para os três principais segmentos de clientes considerados (Municípios, Operadores de Autoestradas e de Infraestruturas Rodoviárias).

Para o presente relatório apenas interessa a apresentar a componente relativa às unidades vendidas, as quais são necessárias para o cálculo do impacto em termos comerciais.

O plano de vendas está apresentado na Tabela 30, e compreende a divisão em vários grupos consoante a geografia e segmento de clientes. Aqui não foram especificados quais os Municípios ou empresas diretamente afetadas.

Neste sentido, relativamente ao segmento dos Municípios, para o primeiro grupo composto apenas por Municípios portugueses, pressupôs-se a venda de 5 unidades piloto no primeiro ano de atividade comercial da empresa. Para os anos seguintes, utilizou-se o pressuposto de que cada contrato de tecnologia piloto, realizado em anos anteriores, originaria 4 vendas nos anos posteriores. Ademais, cada ano de atividade foi pressuposta a venda de outros 5 projetos piloto em diferentes locais, o que ao final dos 5 anos de projeção perfizer 225 vendas para Portugal.

Os restantes grupos foram definidos de acordo com a posição de cada país no *Smart City Index 2019*, elaborado pelo IMD.

Neste sentido, elaboraram-se os seguintes grupos: o segundo grupo composto por Municípios de Espanha, Holanda, Alemanha e Suíça; o terceiro grupo composto por Municípios de França, Itália, Áustria e Reino Unido; o quarto grupo composto por Municípios da Dinamarca, Suécia, Finlândia, Noruega, Bélgica e Grécia; o quinto grupo composto por Municípios dos restantes países da Europa; o sexto grupo composto por Cidades nos Estados Unidos da América e Canadá; e o sétimo grupo, dirigido ao continente asiático, e composto por cidades da China, Índia, Japão e Singapura. Para estes grupos foi aplicada a mesma lógica contratual que para Portugal, sendo que um projeto piloto dá origem a um determinado número de vendas consoante o contratado com cada Município/Cidade. Ademais, a comercialização com estes grupos de Municípios/Cidades não foi prevista começar imediatamente no primeiro ano de atividade comercial da empresa, variando conso-

ante a relevância e facilidade de contacto de cada um destas localidades.

O segmento dos Operadores de Autoestradas foi também dividido por grupos e apenas perspectivado o começo da sua comercialização, após o primeiro ano de atividade comercial da empresa. Novamente, para este segmento o começo do processo de comercialização de cada grupo variou consoante a relevância e facilidade de contacto de cada um destas localidades.

O primeiro grupo deste segmento é constituído por operadores com operação em Portugal, tendo sido prevista a venda de 2 pilotos no primeiro ano de comercialização, e adotada a premissa de contratação no qual cada piloto origina a venda de 4 equipamentos, para os anos seguintes, originando 26 vendas no período de vendas perspectivado.

Para os restantes grupos foi aplicada a mesma lógica contratual que para Portugal, sendo que um projeto piloto dá origem a um determinado número de vendas consoante o contratado com cada operador. O segundo e terceiro grupo foram compostos por operadores pertencentes à ASECAP (Associação Europeia dos Concessionários de Autoestradas e Praças se Portagem) com operação em Espanha e França; e Áustria, Grécia, Eslováquia, Eslovénia, Dinamarca, Croácia, Polónia e Sérvia, respetivamente. Por fim, estabeleceu-se um quarto grupo respeitante ao comércio com outros operadores com atividade em outros países da Europa.

Relativamente, aos operadores de infraestruturas rodoviárias, a lógica adotada de divisão grupal e contratual foi a mesma que os outros segmentos. Sendo os operadores com atividade em Portugal membros do primeiro grupo, perfazendo 10 vendas no final do período perspectivado. E o segundo grupo composto por operadores com atividades na Alemanha e Holanda, e o terceiro grupo por operadores com atividade na República Checa, Reino Unido e Turquia, ambos os grupos com operadores pertencentes à ASECAP. O quarto grupo por operadores dos restantes países de Europa, e o quinto grupo com operadores com operação nos Estados Unidos e Canadá.

	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Vendas</b>	5	55	275	664	1 667
<b>Vendas acumuladas</b>	5	60	335	999	2 666

Tabela 29: Plano de vendas totais previsto  
Fonte: Elaboração própria

Unidades vendidas							
		2021	2022	2023	2024	2025	total
<b>Segmento 1</b>	1º Grupo	5	25	45	65	85	225
<b>Municípios</b>	EU 2º Grupo	0	27	189	351	513	1080
	EU 3º Grupo	0	0	20	140	260	420
	EU 4º Grupo	0	0	0	15	105	120
	EU 5º Grupo	0	0	0	0	186	186
	Out-EU 6º Grupo	0	0	0	20	220	240
	Out-EU 7º Grupo	0	0	0	0	100	100
	<b>Segmento 2</b>	1º Grupo	0	2	10	18	26
<b>Operadores de Autoestradas</b>	EU ASECAP (2ºG)	0	0	4	28	52	84
	EU ASECAP (3ºG)	0	0	0	3	21	24
	rest EU (4º G)	0	0	0	0	6	6
	out-EU (5º G)	0	0	0	0	0	
<b>Segmento 3</b>	1º Grupo	0	1	5	9	13	28
<b>Operadores de Infraestruturas Rodoviárias</b>	EU (1º G ASECAP)	0	0	2	12	18	32
	EU (2ºG ASECAP)	0	0	0	3	18	21
	Rest EU (3º G)	0	0	0	0	20	20
	out-EU (4º G)	0	0	0	0	24	24
	<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>55</b>	<b>275</b>	<b>664</b>	<b>1 667</b>	<b>2 666</b>

Tabela 30: Plano de vendas por ano, por grupo e por segmento de clientes previsto

Fonte: Elaboração própria

## 7.10. Identificação dos principais segmentos de clientes da Pavnext®

Segmento de Clientes	Dimensão	Capacidade de Pagamento	Acessibilidade	Prazo médio de pagamentos	Projetos/programas no âmbito da inovação/ <i>smart cities</i> (mobilidade sustentável e eficiência energética)	Atividade na área da energia	Relevância da Segurança Rodoviária	Total
Câmaras Municipais em Portugal	4	1	2	1	1	1	3	13
<b>Câmaras Municipais com projetos/programas no âmbito das <i>smart cities</i></b>	1	3	3	2	3	1	3	16
<b>Operadores de Autoestradas/estradas</b>	2	3	2	2	2	1	3	15
Empresas de comercialização de energia	1	3	2	2	3	2	1	14
<b>Empresas de infraestruturas rodoviárias</b>	3	2	2	2	2	2	3	16
Grandes superfícies comerciais	2	3	2	2	1	1	2	13
<b>Operadores de postos de carregamento elétrico</b>	2	3	2	2	1	2	1	13
<b>Grandes empresas tecnológicas</b>	2	3	2	2	3	2	1	15
Seguradoras com missões sociais	1	2	2	2	2	1	3	13
Associações/clubes com missões sociais	1	1	3	2	3	1	2	13
Condomínios privados/empresas de gestão de propriedade	4	1	3	1	1	1	2	13

Tabela 31: Identificação dos principais segmentos de clientes

Fonte: Elaboração própria

### Escala:

- Dimensão: >300: 4; 300-100: 3; 100-20: 2; 20>: 1
- Capacidade de Pagamento: baixa:1; média:2; elevada:3
- Acessibilidade: baixa:1; média:2; alta:3
- P.M.P.: <60 dias: 2; >60 dias: 1
- Projetos/programas no âmbito da inovação/*smart cities*: baixo: 1; médio:2; alto: 3
- Atividade base no domínio energético energia: Sim: 2; Não: 1
- Relevância da Segurança Rodoviária: Baixa: 1; Média: 2; Alta: 3.

## 7.11. Guião da entrevista dos processos de Descoberta e Validação do Cliente

### Questões realizadas no processo de Descoberta do Cliente:

#### Temáticas:

##### Segurança Rodoviária:

- (1-6) Está expresso nos vossos relatórios de gestão e de sustentabilidade que um dos principais problemas que enfrentam é o da sinistralidade rodoviária, que embora tenha vindo a diminuir, continua a ser uma constante agravante da condição de vida dos cidadãos. Nesse sentido, que tipo de soluções e quais têm utilizado para combater esta problemática? Quais os custos das mesmas? (Custo das passadeiras elevadas/radares?) Estão satisfeitos com os resultados que estas têm apresentado? São eficazes, em que medida (validar números)? Quais os contributos? Possuem queixas e/ou aspetos a melhorar por parte das soluções atuais que utilizam?
- (7-8) Têm ideia do número de acidentes e feridos/vítimas mortais anuais que ocorrem no município? A respeito do seu impacto económico, quais os custos associados aos acidentes rodoviários?

##### Descarbonização:

- (9-11) Um dos principais temas da sociedade atualmente está relacionado com o estado do planeta, sendo que a problemática das alterações climáticas tem vindo a ser um tema recorrente de debate e de ação por parte de várias entidades a nível mundial. Consideram que desempenham um papel importante na descarbonização como apoio no combate às alterações climáticas? Quais as medidas que têm implementado neste sentido? Em que áreas de atuação têm focado a sua ação neste domínio?
- (12) Atribuem alguma valorização económica ao CO2 evitado, e nesse caso como medem a sua redução?

##### Mobilidade Elétrica Sustentável:

- (12-16) Um dos grandes domínios debatidos no Paradigma das alterações climáticas é a Mobilidade Sustentável, mais concretamente a mobilidade elétrica sustentável. Que medidas tem tomado neste sentido? (empresa) Que tipo de soluções tem materializado neste sentido? Qual o papel que desempenham na área da mobilidade elétrica sustentável? Atuam mais como um promotor ou apenas como intermediário (*enabler*/facilitador) para adoção de soluções nesse âmbito? Se sim, que medidas têm implementado neste âmbito?

- (16-18) Considera que a geração e análise de dados de tráfego possa ser benéfica para o vosso departamento de mobilidade? Porquê? Já implementou alguma solução neste âmbito? Se sim, que dados mede/ Se não, porquê?

#### Eficiência energética:

- (19-21) A transição energética constitui também uma importante ação no domínio do combate às alterações climáticas. Consideram o aumento de eficiência uma prioridade de ação nas vossas metas organizacionais? Em que aspetos? Já foram implementadas ações nesse sentido?

- (21-22) Possuem algum tipo de sistema de iluminação dinâmico/ativo nas vossas vias? Se sim, qual tem sido a sua eficácia/ Se não, porquê?

- (23) O domínio energético na vossa entidade está a cargo de que empresa, ou seja, quem são os vossos fornecedores de energia?

- (24-25) De acordo com o atual sistema energético operado na cidade e as regulações impostas, é-vos permitida a compra de equipamentos de produção de energia para uso próprio? E para venda de energia à rede elétrica?

-(25) Acha que a análise de dados relativos aos consumos energéticos poderia proporcionar valor acrescentado à vossa organização e permitir uma vantagem no alcance do objetivo de eficiência energética? De que forma?

#### Smart Cities:

-(26-30) Que tipo de informação analítica (dados- *Big Data*) monitorizam atualmente? Como o fazem e para que fim o fazem? Como avaliam o atual sistema de gestão e monitorização de dados do Município? Quais as fraquezas identificadas, e o que pode ser melhorado? Há algum tipo de dados que deveria ser acrescentado ao sistema atual?

-(31) Possuem algum orçamento definido para a obtenção desta informação analítica -*Big Data*?

#### Contratação Pública e questões financeiras:

-(32-33) Alguma vez estabeleceram uma parceria com uma grande empresa tecnológica? /E com uma *start-up*?

-(34-35) Alguma vez realizaram alguma Parceria Público-privada (PPP) (em que áreas)? Quais são os critérios que aplicaram à formação dessas parcerias?

-(36) Do ponto de vista do investimento financeiro, aquando da realização de um projeto/solução tecnológica é importante a componente de retorno económico, ou seja, o

lucro?

-(37-40) Aquando da celebração de um contrato público/parceria possuem algum tipo de preferência face ao modelo de negócio a acordar, mais concretamente face às modalidades e condições de pagamento? Qual durabilidade preferencial de um contrato público? Costumam realizar contratos duradouros, para além do normal, os 3 anos? Em que contextos?

### **Questões realizadas no processo de Validação do Cliente:**

#### Temáticas:

#### Validação do Produto/Equipamento:

- (1-2) Quão atrativa é a nossa proposta de valor para a vossa entidade? Quais as características chave que despertaram mais interesse à vossa entidade? (Poupança gerada em termos energéticos? Diminuição da sinistralidade rodoviária? Geração de dados?)
- (3) Que entraves vos podem impedir de implementar esta tecnologia no vosso Município?
- (4) Quais os critérios de sucesso/insucesso que poderiam considerar aquando da implementação de um projeto piloto como este?
- (5-6) Em respeito à componente de obtenção dos dados providenciados pelo pavimento: preferem o seu acesso sob formato digital, ou seja, através de relatórios com a informação tratada e detalhados; ou através de uma plataforma própria para o efeito, no qual a informação seria obtida em tempo real. E neste sentido, qual a periodicidade de obtenção destes relatórios? (semanal / mensal / trimestral ...)?

#### Validação do Modelo de negócio 1:

- (7) Qual a disponibilidade do Município para realizar contratos de prestação de serviços com renovação até 10 anos?
- (8) Qual das duas opções seria preferível: o pagamento de um montante inicial mais elevado seguido de um custo de manutenção mais baixo; ou o pagamento de um montante inicial mais baixo, associado a um custo de manutenção mais elevado?
- (9) Relativamente aos contratos de prestação de serviços, normalmente pagam ao mês ou ao ano?
- (10) Perante a solução apresentada, veem a possibilidade de enquadrá-la num processo de compra por empreitada, mais precisamente associada a um processo de reabilitação de vias, através da contratação de uma empresa construtora (ex: Mota Engil, ACA) para a instalação do pavimento?
- (11) Veem vantagem na realização deste tipo de contrato por meio de empresas maiores,

ou seja, com maior relevância no mercado, face à contratação com a Pavnext<sup>®</sup>?

- (12) Qual a vossa opinião perante um modelo no qual apenas realizassem um pagamento único relativo à totalidade do investimento pelo equipamento (60.000€), e no qual apenas teriam de pagar, caso demonstrado interesse, o acesso à informação gerada pelos dados?

#### Validação do Modelo 2:

- (13) Estariam dispostos a embarcar num modelo de parceria público-privada (PPP) se este se mostrasse seguro, ou seja, no qual a Pavnext<sup>®</sup> se comprometia a angariar os parceiros?

- (14) Inversamente, de forma hipotética, caso a Pavnext<sup>®</sup> não angariasse os parceiros necessários à realização do modelo, quais seriam as vossas facilidades/dificuldades em angariá-los? De imediato, ocorre-vos alguma empresa que à partida estivesse disposta a participar?

- (15) Possuem alguma objeção/vantagem face ao modelo de PPP apresentado?

- (16) Contudo, este modelo possui uma particularidade, no sentido em que a seleção de um parceiro ator no setor energético constituiria o seu direito de exploração da energia gerada pelo pavimento, o retirando essa propriedade ao Município. Verificam esta situação como uma desvantagem, no sentido em que consideram a detenção da energia gerada como uma prioridade?

Por fim, a última pergunta que lhes queríamos colocar é a seguinte:

- (18-19) Quantos equipamentos pensam adquirir por ano? E sob que modelos de contratação?

Uma pergunta importante para percebermos, e possivelmente quantificarmos a procura desta tecnologia por parte dos Municípios, potencialmente o nosso principal segmento de clientes. Ou seja, se não for possível responder à partida, o que é compreensível, com esta pergunta pretendemos perceber qual a lógica de implementação de equipamentos/medidas de segurança rodoviária? Tais como por exemplo as lombas? Quais os critérios de implementação? Com que frequência o fazem?



7.12. Respostas à entrevista do processo de descoberta do cliente

	A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Interesse em promover a Segurança Rodoviária</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Médio, não é prioridade.
<b>Principais medidas de Segurança Rodoviária</b>	Diminuição de implementação de semáforos e aumento de rotundas; aposta em passadeiras sobrelevadas, alargamento de passeios, etc.	Lombas, semáforos, passadeiras sobrelevadas, redutores de velocidade.	Lombas, semáforos, reguladores de velocidade, sinais H7 com módulos LED.	Redução da largura da faixa de circulação, criação e alargamento de passeios, pisos tácteis para invisuais, redução da circulação de pesados; elaboração do Plano de Mobilidade Municipal, e participação no projeto C-Streets.	Grande problema ao nível da transgressão crónica dos limites de velocidade; utilizam sobretudo medidas no âmbito da sensibilização e medidas de segurança clássicas (semáforos, lombas).	Elaboração de um modelo de plano da sinalética, com o objetivo de obter 0 falhas ao nível da segurança; implementação de medidas de acalmia de tráfego; e elaboração do plano do conselho, com a identificação dos pontos crítico de sinistralidade rodoviária; construção de vias partilhadas, com prioridade para o peão.	Sinalização e passadeiras sobrelevadas; têm retirado as lombas e diminuído a implementação de semáforos.	Apenas falam em ações de sensibilização, manutenção dos pavimentos, sinalização, iluminação constante das vias, etc; contudo, não fazem implementação de medidas de raiz.
<b>Eficácia das medidas utilizadas</b>	As passadeiras e cruzamentos sobrelevados normalmente são eficazes.	Eficácia mista, pois por um lado os cidadãos exigem mais segurança, por outro queixam-se do impacto que as lombas provocam.	A eficácia é comprovada através da diminuição da sinistralidade nos pontos críticos identificados nos relatórios de sinistralidade que lhes são enviados, e através de reclamações por parte da população; contudo, por vezes não conseguem medir a eficácia das medidas implementadas.	Verificam a eficácia através da avaliação dos números de sinistralidade, e opinião por parte da população (queixas/aceitação).	A eficácia das medidas é verificada através dos contadores de tráfego.	A eficácia só pode ser medida a médio-longo prazo, através da redução do nº de acidentes; mas acreditam que em breve vai melhorar significativamente.	A sinalização não tem grande eficácia; já as passadeiras elevadas demonstram uma melhoria; contudo não têm dados que o comprovem.	Não conseguem mensurar a eficácia; mas não estão satisfeitos com os valores apresentados.

<p><b>Obtenção de informação relativa à sinistralidade rodoviária</b></p>	<p>A PSP elabora relatórios com 1 ano de atraso.</p>	<p>Através de um relatório trimestral elaborado pela GNR.</p>	<p>Relatórios elaborados pela PSP; e utilizam os valores de custos da sinistralidade da ANSR como referência.</p>	<p>Informação providenciada por entidades externas tais como a ANSR, IP, e a PSP.</p>	<p>Obtêm os números de sinistralidade através da PSP, GNR; mas já estão a construir um próprio sistema de monitorização.</p>	<p>Registam os dados no plano do conselho através do cruzamento de dados provenientes de diferentes entidades, como os bombeiros, a GNR.</p>	<p>Recebem dados da PSP e alguns da GNR, mas com um ano de atraso; não têm uma fórmula de cálculo do custo económico para os acidentes, pois não possuem um impacto direto nas suas contas.</p>	<p>Através de relatórios da empresa em conjunto com PSP e GNR.</p>
<p><b>Ações no domínio da descarbonização</b></p>	<p>Essencialmente realização de ações relacionadas com a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>.</p>	<p>Grande aposta no aumento dos espaços verdes; promoção da mobilidade suave (expansão das ecovias); elaboração de um plano municipal de adaptação às alterações climáticas, de um projeto de redução da pegada carbónica, etc.</p>	<p>O Município da Maia abrangeu todas as áreas que faziam parte do domínio da candidatura do <i>Living Lab</i>: eficiência energética, pacote da mobilidade, economia circular e ambiente.</p>	<p>Como parte do plano de mobilidade, pretendem retirar o trânsito pesado, implementar postos elétricos, aumentar o número de espaços verdes, melhorar a qualidade do ar e eficiência energética dos equipamentos e edifícios.</p>	<p>A principal área de ação situa-se ao nível da Mobilidade, com a promoção da mobilidade suave; em paralelo executam também ações ao nível da energia e ambiente (Ex: projetos de compensação de CO<sub>2</sub>.)</p>	<p>Estão em linha com o objetivo de descarbonização para 2050; Ao nível da mobilidade, possuem o programa “Pedala”, um <i>shuttle</i> gratuito, etc.; estão também a trabalhar na criação de uma rede de transportes públicos comunitários, e ao nível da energia, na substituição total das luminárias por LEDs.</p>	<p>Estão a trabalhar na reformulação dos transportes públicos, na promoção da mobilidade sustentável (e redução das emissões associadas), e redução pegada carbónica.</p>	<p>Referiram essencialmente a <i>app</i> via verde e a sua contribuição para a diminuição da pegada ecológica; assim como estão a trabalhar na redução dos consumos energéticos com a colocação de LEDs, embora poucas, até ao momento.</p>
<p><b>Valorização do CO<sub>2</sub></b></p>	<p>Utilização de sistemas de recompensas de poupança de emissões (<i>AYR credits</i>).</p>	<p>Possuem métodos de contabilização do CO<sub>2</sub> emitido nos edifícios de domínio público.</p>	<p>Está em fase final de reuniões a aquisição de um <i>software</i> que permitirá avaliar o CO<sub>2</sub> para acompanhamento dos consumos dos edifícios.</p>	<p>Não possuem critérios de valorização do CO<sub>2</sub>.</p>	<p>A valorização de CO<sub>2</sub> não é feita de forma direta, mas sim através de sensores de qualidade do ar, ruído, água, conseguem</p>	<p>Está a ser desenvolvida uma aplicação que permite saber as poupanças de CO<sub>2</sub> nos seus processos.</p>	<p>Valorização do CO<sub>2</sub> corresponde ao valor da multa que pagam.</p>	<p>Não possuem qualquer tipo de valorização.</p>

					verificar o impacto do CO <sub>2</sub> de forma indireta.			
<b>Desafios à implementação de medidas</b>	Financeiros e organizacionais.	Financeiros, pois são um Município pequeno.	Restrições orçamentais, organizacionais, e ainda, por vezes, questões jurídicas.	O orçamento municipal baixo, pelo que é necessária a definição de políticas e planos de ação; para além do mais, os processos são geralmente lentos.	Restrições financeiras: falta de financiamentos ligados a áreas de interesse específicas; por isso, possuem uma preocupação com o urbanismo tático, no sentido de “saber escolher bem” onde investir.	Questões orçamentais/financeiras, pois algumas medidas são caras; e ainda a morosidade dos processos.	Essencialmente financeiros, pois como são o Município principal do país não têm acesso a determinados financiamentos do Estado como os mais pequenos.	De caráter financeiro e por vezes legal.
<b>Atuação no domínio da Mobilidade Elétrica</b>	Sim	Sim	Não é prioridade atual; estão a deixar o mercado atuar. Atualmente, as principais metas são trabalhar a mobilidade pedonal, ciclável e transporte público.	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
<b>Medidas implementadas ao nível da Mobilidade Elétrica</b>	Ainda não possuem medidas, mas têm objetivos de criar uma rede de carregamento elétrico, cujos os principais parceiros serão a Prio, Galp, Endesa.	Têm atuado ao nível da promoção e difusão da mobilidade suave: bicicletas elétricas, tuk-tuks elétricos; e ainda apostado na eletrificação da frota municipal. Têm também apostado na	Não dispõem, ainda, de postos de carregamento; contudo estão programadas instalações, mas não em vias públicas. Desejavelmente, idealizam a construção de um “ <i>Electric hub</i> ”. Pretendem apostar na diminuição do nº de carros em circulação no centro da cidade, e na eletrificação da sus frota.	Pretendem promover a mobilidade elétrica e providenciar condições para a implementação de postos elétricos.	Renovação da rede da Mobi.E. Têm também algumas empresas interessadas na colocação de postos de carregamento elétrico.	Estão a adquirir viaturas elétricas, e a implementar postos de carregamento. Desenvolveram também o Projeto Pedala que engloba a construção de ciclovias, e 7 estações de bicicletas.	Possuem uma rede de carregamento elétrico.	Não desenvolveram nenhuma medida, pois essa área não lhes compete, mas sim a quem explora os postos de abastecimento das áreas de serviço.

		promoção e construção de ecovias, e na elaboração de projetos de sensibilização da bicicleta como meio de transporte. Contudo ainda não possuem uma rede de carregamento elétrico, pois não têm parceiros de mobilidade.						
<b>Papel no domínio da Mobilidade Elétrica</b>	Intermediário/facilitador	Intermediário e como promotor.	Intermediários, pois para já não querem atuar como promotores.	Intermediários	Atuam como intermediários, mas com intenções de se tornarem promotores.	Atuam como promotores e intermediários.	Atuam como intermediários, utilizando o poder sobre a infraestrutura e permitindo a implantação de soluções nesses espaços, mas obrigam a que essa implantação seja homogénea.	--
<b>Atividades e projetos no domínio das <i>Smart Cities</i> (Sensorização)</b>	Atualmente medem alguns dados de tráfego e possuem sensores nas luminárias que medem a qualidade do ar.	Monitorizam alguns dados de tráfego tais como o impacto sonoro dos veículos e a qualidade do ar, embora, este último, considere	No momento, recorrem a entidades externas para contagens de dados de tráfego, medições de ruído, qualidade do ar. Para o Município, a análise de dados de tráfego é considerada muito benéfica; contudo	Ainda não possuem quaisquer sistemas, contudo já foram realizadas contagens para entender o nº de circulação. Mas para já afirmaram que a prioridade é ao nível da medi-	Possuem sensores de qualidade do ar, ruído, água.	Não fazem ainda a sensorização de dados de tráfego, mas é do interesse do município. Há medição de outros dados (ex. qualidade do ar, sendo que quando há um “pico” é gerado um alerta).	Realizam a monitorização de alguns dados relativos ao tráfego.	Já fazem algumas medições, contudo manifestaram muito interesse na medição de dados de tráfego, sobretudo o peso dos veículos.

		rem mais como um indicador ambiental.	possuem um problema aquando do processo de monitorização. Relativamente à componente energética, possuem um <i>software</i> ligado à eficiência energética. Como são muitos dados, pretendem implementar uma plataforma integradora, onde vão adotar uma estratégia portal de dados abertos.	ção da qualidade do ar				
<b>Valorização dos dados</b>	A valorização económica de dados está prevista ser realizada com a ajuda dos coeficientes de ODS que estão a ser elaborados; estes vão ajudar na escolha dos investimentos que são feitos nesta área.	Não fazem qualquer tipo de valorização económica, apenas para uso próprio.	Não possuem valor económico a atribuir à componente dos dados. Os sensores têm diferentes custos consoante o desempenho.	Referem que é difícil realizar a valorização económica dos dados, pois não sabem qual é o seu retorno.	Não realizam a valorização económica dos dados, apenas os utilizam para proveito próprio. Referem que é relativamente fácil alargarem o número de sensores para obter mais informação; contudo possuem o problema de tratamento de dados.	Não atribuem qualquer tipo de valor económico aos dados.	Não possuem valor económico a atribuir à componente dos dados, apenas os utilizam para proveito próprio.	Não sabem como valorizar os dados economicamente.
<b>Atividades/Programas que promovam a eficiência energética</b>	Ao nível da Iluminação Pública.	Ao nível da Iluminação Pública e Edifícios.	Ao nível da Iluminação pública, edifícios, equipamentos; participação no Projeto S-PARCS.	Ao nível da iluminação pública, eficiência de equipamentos.	Ao nível da Iluminação pública, edifícios.	Ao nível dos edifícios e iluminação pública.	Ao nível da iluminação pública e edifícios.	É uma preocupação, mas não possuem grandes ações neste domínio.
<b>Fornecedor de Energia</b>	EDP	EDP e outros para alguns edifícios.	Endesa	EDP	EDP	EDP	EDP	Escolhem regularmente o fornecedor de energia por meio de concursos.

<b>Medidas de Eficiência energética</b>	Substituição de luminárias por LEDs.	Projeto em colaboração com a EDP para a colocação de um sistema de iluminação inteligente.	Substituição das luminárias tradicionais por LEDs, colocação de relógios astronômicos, o desfaseamento do horário na totalidade em 15 minutos ao ligar e 15 ao desligar os equipamentos.	Referem que forma o primeiro Município a substituir a iluminação pública total por LEDs; possuem sistemas de iluminação dinâmicos em zonas industriais, e mecanismos de desfaseamento de intensidade de consumos.	Não possuem aplicações de sistemas dinâmicos, devido aos custos elevados; mas têm realizado a substituição das luminárias por LEDs.	Colocação de LEDs em todo o município; possuem sistemas de iluminação dinâmicos em alguns locais.	Substituição progressiva das luminárias por LEDs.	Possuem poucos LEDs e possuem restrições legais para a colocação de sistemas dinâmicos de iluminação.
<b>Autoconsumo/venda de energia</b>	O autoconsumo é permitido, mas a EDP cobra sempre um valor por essa energia; relativamente à venda, a Câmara não pode vender/cobrar essa energia.	Estão a fazer um estudo para avaliar a viabilidade de instalação de mecanismos de auto-produção de energia nas escolas e instituições privadas de solidariedade social; referem que podem praticar a venda da energia.	Podem implementar equipamentos de auto-produção de energia; vão iniciar projetos de aquisição de painéis fotovoltaicos. É permitida a venda, dependendo do modo de exploração do painel.	É permitido o autoconsumo de energia; a venda, dizem que possa ser realizada com referência ao excedente de energia produzida, mas há questões legais envolvidas.	Para autoconsumo é sempre permitido porque a EDP não tem nada a ver.  A venda da energia produzida não é permitida. Só se for agente devidamente autorizado.	O autoconsumo é possível, contudo não possuem projetos neste âmbito; a venda não é permitida.	O autoconsumo é permitido; contudo a venda constitui uma “zona cinzenta”.	Referem que ambas as opções são permitidas.
<b>Parcerias com empresas/ start-ups</b>	Possuem parcerias com ambas as entidades, por exemplo com o Ceiiia e a Pavnext®.	Parceria com algumas entidades externas. Ex: uma empresa instalou toda	Neste momento não possuem parcerias, mas irão obtê-las através da participação no <i>Living Lab</i> .	Referem que nunca fizeram uma parceria com uma empresa. Fazem essencialmente com agências, mas não	Fazem-no frequentemente. Ex: apadrinhamento de espaços; ações e parcerias com	Nunca as realizaram.	Costumam realizar parcerias com grandes empresas, para facilitar a implementação das	Fazem parcerias com <i>start-ups</i> , principalmente pelo programa Growth by José de Melo, by Brisa, para testar pilotos; têm um fundo

		a rede de antenas/rede LoRa.	Planeiam estudar a nova figura no âmbito do CCP, as parcerias para a inovação.	de caráter privado (ex: ANSR, ADE) e universidades.	grandes empresas, como a Bosch, Primavera Software, INL, etc. Recorrentemente trabalham com Universidades e seus centros de competência (ex:TecMinho), ou como cabeças de projeto, ou como parceiros por iniciativa das próprias universidades.		tecnologias. Com <i>start-ups</i> é raro, mas tentam incluí-las na elaboração de consórcios.	próprio associado.
<b>Modelo de Contratação Preferível</b>	Seguir o que está previsto na legislação: 3 anos contratos públicos mais renovação.	Normalmente realizam contratos com valores inferiores a 350,000€, pelo que não necessitam de ir a tribunal de contas.	Principalmente em casos de informática/tecnologia tentam fazer por meio de prestação de serviços. Duração: por 1 ano renovável até 3. Ao final dos 3 deve abrir-se novo procedimento de contratação. Neste processo a patente fornece vantagem.	Preferencialmente é o meio de prestação de serviços. O pagamento é de acordo com o que a lei prevê. Duração: preferência não ultrapassar o mandato, mas há possibilidade de ser mais extenso.	Preferem o mais rápido, mais barato e eficaz para o município.	Não demonstraram preferência. É seguir o CCP e ver o melhor processo adaptado. Ex. Colocação de LEDs: foi realizado por meio de uma empreitada. Duração: deve ser visto caso por caso.	Por um lado disseram que preferiam prestações de serviços, por outro preferem contratos no tempo, que assegurem o funcionamento e qualidade do produto.	--
<b>Contratos por Ajustes Diretos</b>	Adjudicação direta é cada vez mais difícil, mas é justificável quando a empresa é única com patente e para contratos com valores baixos.	Não realizam ajustes diretos, porque os montantes dos contratos costumam ser reduzidos.	Depende dos valores dos contratos.	--	--	--	Fazem ajustes diretos. Dentro dos limites da lei.	--
<b>Contratos Operacionais</b>	Normalmente é feito com empresa da especialidade para a manuten-	Seguem o esquema definido pela	Seguem o esquema definido pela lei.	Estabelecidos aquando a aquisição do serviço, que	À partida será de acordo com o CCP.	À partida será de acordo com o CCP.	Não fazem compra sem garantir que o	--

	ção do equipamento, exceto quando a própria empresa não consegue.	lei.		deve incluir a componente de manutenção.			produto tem continuidade e garantia de estar funcional no tempo. Neste aspeto, não entra só o preço, mas também o <i>know-how</i> face ao sistema.	
<b>Como se informam das soluções existentes</b>	Com o auxílio do Ceiiia.	--	Normalmente as empresas apresentam as suas propostas. A componente do preço/retorno é relevante, mas as outras características técnicas também contam muito; ex: se já foi implementado noutra sítio.	Os parceiros aconselham (ADE Porto, agências, etc); “copiar” aquilo que está a ser bem feito; seguem avisos de candidatura.	--	Participação em ações, partilhas de experiências com outras cidades. Valorizam custo-benefício, impacto.	Participam (e organizam) eventos ligados à inovação; também estão envolvidos nos principais grupos europeus ligados a <i>smart cities</i> e soluções inovadoras para cidades: <i>Eurocities</i> , <i>Sharing Cities</i> .	--
<b>Financiamento</b>	Departamento próprio ligado a candidaturas a fundos internacionais europeus. Também se candidatam a fundos portugueses: ex. Fundo Ambiental.	Custo das soluções é alto. Não têm um orçamento muito grande.	Financiamento através das ações <i>Living Lab</i> , Projeto S-PARCS, Horizonte 2020, etc.  Têm um serviço que apoio na submissão de candidaturas e faz acompanhamento da gestão. Também recorrem a prestadores de consultoria.	Possuem um gabinete próprio para candidatura a financiamentos.	Candidaturas aos fundos são feitas de modo misto: as mais simples são pelo gabinete próprio, as restantes são feitas por entidades externas.	Candidatam-se a financiamentos comunitários. Possuem um Gabinete próprio.	Executam várias candidaturas a nível internacional para aceder a financiamento. Concorrem a essas de forma mista, dependendo do tipo de candidatura exigido: através de gabinete próprio ou através de parcerias com algumas consultoras.	--



<b>Importância da componente de retorno económico</b>	Não é importante.	À partida não é importante.	Em questão de eficiência energética é importante.	Não é importante.	Retorno não é prioridade, mas sim a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.	Retorno económico é fundamental, nas áreas em que esse retorno pode existir.	O custo é uma variável importante, mas não crítica (exceto soluções de eficiência energética).	Muito importante, sobretudo na parte energética.
---	-------------------	-----------------------------	---	-------------------	---	--	--	--

Tabela 32: Respostas à entrevista do processo de descoberta do cliente

Fonte: Elaboração própria

### 7.13. Respostas à entrevista do processo de validação do cliente

	B	I	C	A	J	K	L
<b>Características que mais despertaram interesse</b>	Operação sem causar ruído e impacto na viatura; Benefícios ambientais associados	Minimização da sinistralidade rodoviária pela redução de velocidade autónoma; Capacidade de geração de dados, principalmente de tráfego	Minimização da sinistralidade rodoviária pela redução de velocidade autónoma; Gestão e monitorização de dados de tráfego e energia; o facto de o pavimento ser uma solução que agrega vários benefícios	Promoção Segurança Rodoviária; Poupanças Energéticas; Obtenção e monitorização de vários tipos de dados; Acessibilidade da solução – método fácil de instalação	Minimização dos níveis de poluição do ar, e monitorização desses e outro tipo de dados relevantes para o município (fator inteligente da solução); A promoção da segurança rodoviária.	Produção de energia aliado à eficiência energética; Promoção da segurança rodoviária	Operação sem causar ruído; Ligação do projeto com o tema a mobilidade sustentável (segurança rodoviária e mobilidade elétrica)
<b>Potenciais entraves de impedimento à implementação do produto</b>	O montante de investimento	O montante de investimento	O montante de investimento	O montante de investimento	O montante de investimento	O montante de investimento	--
<b>Crítérios de sucesso/insucesso que poderiam ser aplicados aquando da implementação do projeto piloto</b>	Diminuição de reclamações por parte da componente da segurança rodoviária e ruído causado pela medida de segurança imposta; Melhoria da imagem social do Município	Se fosse instalada numa zona com registo de sinistros, um critério de sucesso seria a redução de acidentes.	Avaliação e comparação da redução de acidentes rodoviários, vítimas, velocidade dos veículos, eficiência energética (% redução) com base nos estudos que a Pavnext® iria efetuar após a operação do pavimento.	Avaliação da eficácia de redução de acidentes rodoviários, vítimas e velocidade de circulação dos veículos nas zonas de instalação do pavimento; Avaliação da gestão de energia por poupanças energéticas; Perceção da eficácia da solução por parte da população.	Teria de ser falado, depende do sentido e do objetivo com que seja implementado.	--	--
<b>Preferência de acesso aos Dados gerados</b>	--	Preferem o seu acesso integrado em conjunto com outras informações que possuem no Município.	Preferem o seu acesso integrado em conjunto com outras informações que possuem no Município. Por exemplo, através de uma API (interface de programação de aplicações) faria sentido utilizar e trabalhar em conjunto com todos os outros dados.	Preferem o seu acesso sob a forma de relatórios em formato digital, pois o Município não tem vocação e capacidade para análise dos dados, no momento.	Preferem a obter a informação em tempo real.	--	--

**Validação Modelo de Negócio 1**

<p><b>Disponibilidade do Município para realizar contratos de prestação de serviços com renovação até 10 anos</b></p>	<p>Não se obteve resposta imediata. Apenas referiram que o caso teria de ser revisto, mas que até 3 anos era o costume.</p>	<p>Realizam contratos até 3 anos, mais que isso são exceções que devem ser bem fundamentadas. Mas também têm desses casos.</p>	<p>Não se obteve resposta imediata. Apenas referiram que a realização de contratos de longa duração se trata de uma situação que poderia levar a endividamentos. O normal é realizarem a renovação do contrato por 2 ou 3 vezes, pois por mais tempo causa implicações.</p>	<p>Costumam fazê-lo. O que fazem é renovações de 3 em 3 anos. Mas deve ser bem avaliado pelo departamento encarregue desta matéria.</p>	<p>Podem realizar contratos até 20 anos, mas realizam também contratos mais curtos também. No fundo depende do objeto e propósito do contrato em si.</p>	<p>Podem fazê-lo. Contudo, referiram que teria de ser visto pelo departamento responsável.</p>	<p align="center">--</p>
<p><b>Funcionamento geral dos contratos de prestação de serviços: pagam os contratos ao mês ou ao ano?</b></p>	<p align="center">--</p>	<p align="center">Base mensal</p>	<p align="center">--</p>	<p align="center">Preferência por mensalidade, mas não tem grande relevância.</p>	<p align="center">Indiferente</p>	<p align="center">--</p>	<p align="center">--</p>
<p><b>Enquadramento da aquisição do produto num processo de contratação por empreitada</b></p>	<p>Viram vantagem. Salientaram que o IVA por empreitada é de 6% enquanto por prestação de serviços é 23%.</p>	<p>Referiram que é mais viável como prestação de serviços. Veem mais como um produto tipo chave-na-mão, no qual é elaborado um caderno de encargos por um determinado tempo. Não podem realizar uma empreitada no sentido de mandar o empreiteiro buscar o produto a outra empresa, neste caso a Pavnext®.</p>	<p>Poderia eventualmente ser possível, em contexto de re-pavimentação de estradas/infraestruturas/reabilitação de vias. Sob o ponto de vista da contratação pública, à partida, não há problema.</p>	<p>Acham que a tecnologia se enquadra mais sob uma prestação de serviços, contudo, verificaram vantagem em associar a tecnologia com projetos de reabilitação/requalificação de vias de carácter “empreitada com projeto de arquitetura”.</p>	<p>Referiram que seria possível, veem o encaixe deste produto num projeto de reabilitação/re-pavimentação de vias.</p>	<p>Referiram que seria num modelo deste género que idealizariam a implementação do produto, por meio de um consórcio.</p>	<p align="center">--</p>
<p><b>Vantagem em adquirir o produto através de uma empresa maior (ex. Empresa de relevo no domínio tecnológico)</b></p>	<p>Não viram nenhuma vantagem específica.</p>	<p>Não responderam propriamente.</p>	<p>Não viram vantagem na compra através de um sócio comercial. É preferível comprar diretamente à Pavnext®, do que estar a colocar intermediários no processo, algo que pode incrementar o custo do</p>	<p>Não viram nenhuma vantagem específica. Referiram que o valor da tecnologia se mede pelo sucesso da mesma.</p>	<p>Não viram nenhuma vantagem.</p>	<p>Não viram nenhuma vantagem.</p>	<p align="center">--</p>

			projeto.				
<b>Opção de pagamento preferível: montante inicial mais baixo (20.000€) ou mais elevado (40.000€)?</b>	A opção de pagamento inicial inferior (20.000€), tem um fator de risco menor.	Indiferente	Inicialmente, preferiam pagar o preço de venda (40.000€) e fazer um contrato de serviços à parte.	Inicialmente, preferem pagar um montante inferior (20.000€), pois consideraram que tinha mais atratividade ao investimento, e posteriormente diluir o maior montante ao longo do tempo.	Não responderam propriamente, apenas referiram que preferem efetuar o pagamento de forma faseada.	Preferem o pagamento de um montante inicial mais baixo (20.000€), seguido do restante montante de forma faseada.	--
<b>Opção de pagamento a pronto do montante total (60.000€)</b>	Esta opção seria preferencial caso se procedesse à realização do projeto com apoio de uma candidatura de apoio a projeto de investimento – sugeriram que a Pavnext® podia avisar quando surgissem avisos/ <i>calls</i> neste âmbito.	Afirmaram que o investimento era elevado para uma solução ainda em fase experimental. Só depois de ser feita uma proposta oficial do projeto, ao Município, é que veriam a melhor forma de realizar o pagamento.	Para a facilidade do processo em termos financeiros, esta seria a melhor opção de pagamento, contudo acharam o valor elevado.	Esta é também uma opção muito viável.	Não é uma opção, por uma questão de garantias, preferem pagar ao longo do tempo.	Não é uma opção, por uma questão de garantias, preferem pagar ao longo do tempo.	--
<b>Validação Modelo de Negócio 2</b>							
<b>Disponibilidade para praticar um modelo PPP (parceria público-privada)</b>	Um modelo deste género com parceiros assegurados, torna-se mais interessante.	À partida estariam dispostos a realizar um modelo deste género, mas devem ser verificadas especificações do CCP (código de contratação pública), pois há muitas condicionantes face a este tipo de modelos.	Não deram resposta imediata, pois um modelo deste tipo necessitaria de avaliação jurídica.	Não é habitual para o Município fazerem PPPs, mas reconhecem que a legislação está a mudar e têm de se adaptar, por isso afirmaram que estão dispostos.	Costumam fazer este tipo de contratos, mas depende de quem são os parceiros e quais as condições.	Normalmente, realizam este tipo de consórcios para implementar novas tecnologias.	--
<b>Vantagens/Desvantagens do modelo PPP</b>	Uma grande vantagem é a redução do investimento. Contudo, é	Inclui vantagens para os potenciais parceiros e mini-	Uma das vantagens é a repartição do investimento. Contudo desvantajoso, no sentido	Como desvantagem, apontaram o facto de ser mais complexo, e pelo	Depende das condições.	A minimização do investimento é apresenta-	--

	desvantajoso pelo facto de exigir mais complexidade e dificuldade em conjugar com candidaturas.	miza investimento para o Município. Contudo, é uma relação complicada, requer mais interação e criação de protocolos. Sugeriram a simplificação do modelo.	de acrescentar complexidade ao processo para efeitos da sua execução.	facto de ainda não estarem muito à vontade com o processo. Contudo, a diminuição do preço para a Câmara aumenta a viabilidade do modelo.		da como a principal vantagem. Sugeriram a realização deste modelo na lógica inversa de pagamento.	
<b>Facilidade/dificuldade em angariar parceiros</b>	Esposende não tem muitas empresas locais, por isso não têm muito apoio, pelo que seria uma dificuldade.	Sugeriram o contacto com empresas do setor energético e entidades públicas como a ANSR, IMTT, mas no sentido de ser a Pavnext® a contactar e angariar o parceiro.	Preferiam que fosse a Pavnext® a encontrar parceiros. Consideram que a empresa deveria arranjar um parceiro para uma alavancagem inicial, em termos de investimento, e também por forma a dar mais credibilidade ao produto.	Sugeriram contactar empresas que já tivessem uma relação com o Município.	Há várias empresas que podem estar interessadas. Em Espanha, as empresas de construção e pavimentação podem estar interessadas, tais como o Grupo Acciona, Ferrovial, etc.	Sugeriram empresas do setor das infraestruturas, com quem têm ligação em vários projetos.	--
<b>Constituição do direito da exploração da energia, caso se selecione um parceiro energético</b>	Não viram desvantagem.	Pode ser e pode não ser, depende do acordado entre ambas as partes, podem cooperar. Não quer dizer que seja prejudicial.	Veem desvantagem porque está a retirar valor ao produto. Como o valor de investimento é alto, não querem perder valor.	Não viram desvantagem, salientaram que seria mais vantajoso se fosse com parceiros ligados com o Município.	--	Viram desvantagem, a componente da energia era prioridade.	--
<b>Interesse em implementar o projeto, e sob que modelo preferencial?</b>							
	Dado o investimento elevado que o projeto requer, demonstraram interesse em implementar primeiro num local de referência (ex: marginal), e ganhar sensibilidade e visibili-	De entre as modalidades apresentadas, a considerada mais viável foi a prestação de serviços. Mas só depois de lhe fazerem uma	Comentaram que tinham cerca de 10 pontos críticos (sinistralidade), mas que primeiro queriam ver como o pavimento se comportaria no terreno. A considerar implementar em mais que um local fica muito caro. Em termos de modelo, preferiam	Pelos últimos relatórios e estudos que se fizeram, puderam ser avaliados 5 locais com mais incidência de acidentes. Assim, viam-se a instalar 5 pavimentos em 2 anos. Demonstraram uma opinião	No geral, acharam ambos os modelos exequíveis e válidos. Não foi possível ter uma opinião sobre o preço	Demonstraram interesse e enquadramento da tecnologia com projetos de reabilitação na cidade em curso. Preferi-	Notou-se interesse na tecnologia e suas características, mas quando perceberam que o produto ainda não se encontrava em fase comercial, ou seja, ainda estava em fase de testes e piloto, perderam

	<p>dade para o feito. A partir daí, dependendo dos resultados, poderiam ser colocados, em outras zonas de risco e/ou junto a escolas.</p>	<p>proposta é que saberiam se o Presidente estaria disposto a implementar a solução. Se vissem que os benefícios do pavimento estavam a ser cumpridos, aí se calhar poderiam partir para outros locais, mas claro que os preços teriam de ser outros.</p>	<p>pagar o preço de venda (40.000€) e fazer um contrato de serviços a parte, ou pelo pagamento do investimento total.</p>	<p>favorável face ao preço, dizendo que “era aceitável”. Preferiram o Modelo 1 com o pagamento menor de entrada inicial, ou o pagamento do investimento total com apoio de uma candidatura.</p>	<p>pois eles avaliam o preço por m2, uma métrica que não foi fornecida na apresentação. Foi demonstrado um interesse no produto na resposta aos problemas de Madrid, como a poluição e sinistralidade, e viram o <i>Next-road</i> como uma solução que se podia enquadrar no projeto Smart-roads que está em curso.</p>	<p>am o Modelo 2.</p>	<p>um pouco o interesse, e não se demonstraram disponíveis a colaborar na resposta às perguntas.</p>
<p><b>Nota Comum:</b></p>	<p>Foi unânime o interesse em saber acerca dos resultados das experiências realizadas com os protótipos até ao momento, assim como o desejo em contactar o Município de Matosinhos após a implementação do primeiro piloto em ambiente real, por forma a aumentar as garantias e confiança em relação ao produto desenvolvido pela Pavnext®, que apesar do seu carácter inovador e disruptivo associado, apresenta um preço de investimento elevado. Ou seja, <b>medo do elevado investimento em algo encarado como o “desconhecido”</b>.</p>						

Tabela 33: Respostas à entrevista do processo de validação do cliente

Fonte: Elaboração própria