

Universidade do Minho
Escola de Economia e Gestão

Cecília Marisa Correia Alves

**Estratégias personalizadas de preços
baseadas na monitorização dos condutores
no setor segurador automóvel**



Universidade do Minho
Escola de Economia e Gestão

Cecília Marisa Correia Alves

**Estratégias personalizadas de preços
baseadas na monitorização dos condutores
no setor segurador automóvel**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Economia

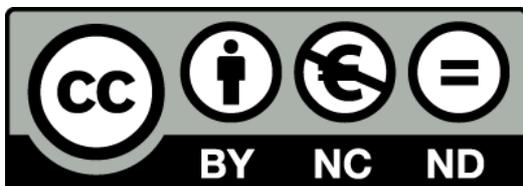
Trabalho efetuado sob a orientação da
**Professora Doutora Rosa Branca da Silva Vilas-Boas
Esteves**

DECLARAÇÃO DE DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação constitui um grande marco na minha vida académica e pessoal e, apesar de se tratar de um trabalho individual, a conclusão desta etapa não seria possível sem o apoio de várias pessoas.

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha orientadora e Professora Doutora Rosa Branca Esteves, pela partilha de conhecimentos e pelas sugestões que me facultou no decorrer deste estudo, que se tornaram primordiais para a realização do mesmo.

Posteriormente, um agradecimento especial à minha mãe, por todo o esforço e pelo apoio incansável, uma vez que, mesmo estando longe, sempre me incentivou a prosseguir com os meus objetivos, permitindo que tudo isto fosse possível. Agradeço igualmente à minha família por todo o afeto e carinho com que sempre me presentearam.

Em seguida, aos meus amigos, que caminharam comigo nesta jornada académica, agradeço-lhes o apoio persistente e por me proporcionarem momentos de alegria e de distração.

Termino, assim, com a minha profunda gratidão a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização desta etapa. A todos, muito obrigada!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Estratégias personalizadas de preços baseadas na monitorização dos condutores no setor segurador automóvel

RESUMO

A conectividade digital impulsiona a transformação do setor segurador automóvel por via da monitorização dos condutores através de dispositivos de telemática. A partir da informação recolhida, mediante o uso de tecnologias de monitorização, as seguradoras podem conhecer os hábitos e comportamentos de condução dos segurados, possibilitando-lhes traçar o verdadeiro nível de risco dos mesmos. Com efeito, as seguradoras serão capazes de discriminar preços ao cobrar um prémio diferente para cada nível de risco dos seus segurados.

Desta forma, esta investigação visa compreender as decisões estratégicas de preços das seguradoras de automóvel direcionadas a cada tipo de condutor em conformidade com o acesso à informação disponível através da monitorização. Pretende-se, ainda, investigar quais os efeitos da utilização de tecnologias de monitorização, com vista à discriminação de preços, no bem-estar dos consumidores e no lucro das empresas. Para o efeito, recorreremos à Teoria dos Jogos e desenvolvemos um modelo estático de duopólio sob a abordagem de Hotelling para um contexto onde ambas as empresas discriminam preços e os segurados revelam preferências distintas pelas seguradoras e diferenças no que concerne ao risco de condução (alto e baixo risco) e o custo em servir (alto ou baixo custo). Por fim, comparamo-lo a um caso de referência no qual a discriminação de preços, por qualquer razão, não é permitida.

Finalmente, os resultados, quando comparados com os obtidos no caso da impossibilidade da prática de discriminação de preços, sugerem que a discriminação de preços com base na monitorização dos segurados e no seu historial de compra se traduz em: menor lucro para as empresas, um aumento do bem-estar dos consumidores e uma redução no nível de bem-estar global.

Palavras-chave: estratégia, discriminação de preços, monitorização dos condutores, seguro automóvel.

Classificação JEL: L13, D43, L62, M31

Personalized price strategies based on drivers' monitoring in the auto insurance sector

ABSTRACT

Digital connectivity drives the transformation of the auto insurance sector by drivers' monitoring through telematics devices. Based on the information gathered, with the use of monitoring technologies, the insurance companies are capable to know the driving habits and behavior of the insured, allowing them to define their true risk. In fact, the insurance companies will be able to price discriminate by charging a different premium for each level of insurers' risk.

In this way, this investigation aims to understand the price strategic decisions of insurance companies targeted on each driver type in compliance with the access to information available under monitoring. We also intend to investigate the effects of using monitoring technologies, in order to price discriminate, on consumer welfare and profits. For this purpose, we resort to game theory and developed a duopoly static model under the approach of Hotelling for a context where both firms price discriminate and the insured person reveals different preferences and differences regarding risk (high and low risk) and cost of serving (high and low cost). At last, we compare it to a benchmark case where price discrimination is, for any reason, not permitted.

Finally, in comparison to no discrimination, our results suggest that price discrimination based on the insured's monitoring and purchase history translates into: lower profit for firms, increased consumer surplus and a reduction in overall welfare level.

Keywords: auto insurance, monitoring car data, strategy, price discrimination.

JEL Classification: M31, L62, L13, D43

ÍNDICE GERAL

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	FALHA DE MERCADO: INFORMAÇÃO ASSIMÉTRICA.....	3
2.2	TELEMÁTICA NO SETOR SEGURADOR AUTOMÓVEL	4
2.2.1	BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE TELEMÁTICA.....	8
2.3	DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS	10
2.3.1	DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS COM BASE NO COMPORTAMENTO	13
2.3.2	DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS COM BASE NAS CARACTERÍSTICAS E NO COMPORTAMENTO.....	14
3.	METODOLOGIA	17
3.1	PRESSUPOSTOS DO MODELO	18
3.2	MODELO SEM DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS	19
3.3	MODELO COM DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS.....	21
3.3.1	ANÁLISE DO BEM-ESTAR SOCIAL	32
4.	DISCUSSÃO	35
5.	CONCLUSÕES	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
	APÊNDICES.....	47
	ANEXO	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(D,D)	(Discriminação de preços, Discriminação de preços)
(U,U)	(Uniforme, Uniforme)
BBPD	<i>Behaviour-Based Price Discrimination</i>
BCBPD	<i>Behaviour and Characteristic-Based Price Discrimination</i>
EN	Equilíbrio de <i>Nash</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
OBD	<i>On-Board Diagnostic</i>
PAYD	<i>Pay-As-You-Drive</i>
PHYD	<i>Pay-How-You-Drive</i>
PAHYD	<i>Pay-As-How-You-Drive</i>
RGPD	Regulamento Geral de Proteção de Dados
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UBI	<i>Usage-Based vehicle Insurance</i>

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo numérico: excedente do consumidor do tipo H.....	32
Tabela 2 – Exemplo numérico: excedente do consumidor do tipo L	32
Tabela 3 – Resultados de equilíbrio	36
Tabela A1 – Prós e contras da utilização dos diferentes tipos de dispositivos de telemática.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição de segurados entre as empresas que discriminam preços	22
Figura 2 – Funções preço por segmento do modelo com discriminação de preços	26
Figura 3 – Lucro por segmento do modelo com discriminação de preços	28
Figura 4 – Lucro total por empresa do modelo com discriminação de preços	29
Figura 5 – Lucro por segmento e lucro total do modelo com discriminação de preços	30
Figura 6 – Bem-estar global do modelo com discriminação de preços	33
Figura 7 – Procura total e por segmento dos novos clientes	34
Figura 8 – Procura total dos novos e antigos clientes	35
Figura 9 – Funções preço por segmento com e sem discriminação de preços	37
Figura 10 – Excedente total do consumidor dos modelos com e sem discriminação preços	38
Figura 11 – Lucro total por empresa dos modelos com e sem discriminação de preços.....	38
Figura 12 - Bem-estar global dos modelos com e sem discriminação de preços e do modelo de Fudenberg e Tirole (2000)	40

1. INTRODUÇÃO

A conectividade digital que advém do uso intenso da *Internet* conduz a que tanto os produtos, como as máquinas e as pessoas estejam ligados em rede, gerando um massivo volume de dados (*Big Data*). Efetivamente, a revolução digital tem vindo a repercutir-se na conectividade dos automóveis, nomeadamente através da incorporação de sensores móveis no veículo, como a *black box*, capazes de recolher, em tempo real, dados internos do mesmo. Recentemente, o Instituto de Materiais da Universidade de Aveiro desenvolveu uma capa para o volante do automóvel que permite monitorizar os sinais vitais do condutor e alertá-lo quando é altura de parar e descansar.

Atendendo a que os dados recolhidos serão posteriormente transmitidos, através de redes, a entidades interessadas, como construtores de automóveis, companhias de seguros, empresas de telecomunicações, entre outras, estes permitem não só promover a segurança rodoviária como também ajudar as seguradoras a avaliarem de melhor forma o cálculo do prémio de seguro. Neste sentido, a monitorização dos automóveis está a transformar a indústria de seguros automóveis. Com efeito, a implementação de um novo e melhorado sistema de preços de seguro com base no uso do veículo (em inglês, *Usage-Based vehicle Insurance* (UBI)) vem permitir às seguradoras recolher informação sobre o comportamento de viagem (*Pay-As-You-Drive*) e de condução (*Pay-How-You-Drive*) dos segurados.

Deste modo, a capacidade de extrair dados dos veículos constitui um elemento-chave para quantificar o risco com maior precisão e analisar o comportamento dos condutores. A partir desta informação, as seguradoras serão capazes de discriminar preços ao cobrar um prémio diferente para cada nível de risco dos seus segurados (alto ou baixo risco). Nesta linha de raciocínio, torna-se interessante estudar como os dados disponíveis por parte das seguradoras automóveis poderão ser usados para propósitos de discriminação de preços com base no comportamento dos segurados.

Desta feita, a presente dissertação possui dois objetivos principais. Primeiramente, a investigação visa compreender em que medida a monitorização afeta as estratégias de preço direcionadas a cada tipo de condutor. Em segundo lugar, pretende verificar quais os efeitos da utilização de tecnologias de monitorização com vista à discriminação de preços no bem-estar dos consumidores e no lucro das empresas. No final, compararemos os resultados obtidos com um modelo de referência no qual a prática de discriminação de preços não é permitida. Estas questões de investigação revestem-se de magna importância porque permitirão entender em que medida a utilização destas tecnologias constitui uma boa aposta para que as seguradoras possam obter maior lucratividade e, ainda, perceber se existe adesão às mesmas por parte dos segurados.

Com estes objetivos em mente, propusemo-nos desenvolver um modelo teórico baseado na Teoria dos Jogos, mais concretamente um modelo estático de duopólio de Hotelling. Este modelo tem como análise de referência o modelo de Fudenberg e Tirole (2000) e o segundo período dos modelos efetuados por Subramanian *et al.* (2014) e por Colombo (2018), mas para um contexto dirigido à monitorização dos condutores. De acordo com Fudenberg e Tirole (2000), as empresas utilizam a informação sobre o passado comportamento de compra dos consumidores para discriminar preços, oferecendo diferentes preços a antigos e novos clientes. Além disso, enquanto Colombo (2018) assume que os consumidores são heterogéneos a nível da sensibilidade ao preço, em contrapartida, consideramos que os segurados são heterogéneos não apenas no que se refere ao risco mas também ao custo em servi-los, tal como proposto por Subramanian *et al.* (2014).

Mais à frente veremos que a análise dos resultados obtidos nos sugere que quando as empresas discriminam preços com base nas preferências e no nível do risco dos segurados reduz os lucros e aumenta o excedente do consumidor comparativamente à não utilização dessa informação. Por outras palavras, o modelo prevê que os segurados considerariam benéfico a monitorização dos condutores, relativamente à sua não monitorização, ao contrário das empresas que preferiam não discriminar preços. Porém, observamos que a discriminação de preços tem um impacto negativo no bem-estar global em comparação com a prática de preços uniformes.

Assim sendo, a presente dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma. Na segunda secção, providenciamos uma breve revisão de literatura, que incide sobre os dois sistemas de preços de seguro (tradicional e UBI) e a discriminação de preços, complementada com os resultados mais significativos das suas principais extensões. Posteriormente, a terceira secção expõe, de modo mais detalhado, o modelo teórico seguido e respetivos resultados de equilíbrio. Seguidamente, na quarta secção, são discutidos os resultados obtidos em cada modelo, comparativamente à literatura existente. Finalmente, a quinta secção, apresenta as principais conclusões desta dissertação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FALHA DE MERCADO: INFORMAÇÃO ASSIMÉTRICA

Tradicionalmente, no campo da teoria microeconómica, a informação era tratada como perfeita e simétrica para a análise de qualquer mercado, ainda que fosse irrealista para alguns. Por outras palavras, os agentes económicos nem sempre estão perfeitamente informados sobre os bens e serviços que estão a trocar, ou seja, no caso da informação assimétrica, há pelo menos uma parte (comprador ou vendedor) que possui mais informação do que a outra. O caso do mercado de seguros no ramo automóvel é um claro exemplo da existência de assimetria na informação, uma vez que os segurados conhecem melhor o seu modo de condução do que as seguradoras.

O problema da assimetria e imperfeição na informação entre os agentes que compõem este mercado divide-se em duas componentes. Primeiramente, o chamado Risco Moral (em inglês, *Moral Hazard*), que ocorre quando o indivíduo muda o seu comportamento após assinar o contrato com uma seguradora, sendo que nesse momento a seguradora assume o risco decorrente das ações não observadas do segurado (problema de ação oculta). Com efeito, diante da cobertura do dano por parte da seguradora, o indivíduo revela desinteresse na tomada de medidas de segurança em relação ao bem, aumentando assim a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Neste sentido, assim que os indivíduos de alto risco começarem a aderir mais ao seguro, por se aperceberem que só acarreta vantagens, as seguradoras serão forçadas a inflacionar os prémios de seguro, tornando-os menos atrativos para os indivíduos de baixo risco, os quais, no limite, podem acabar por sair do mercado (Porrini, 2015). Assim surge o problema da Seleção Adversa (em inglês, *Adverse Selection*): como as seguradoras não são capazes de distinguir o tipo de risco dos seus segurados (problema do tipo oculto), estas cobram-lhes aproximadamente os mesmos prémios, independentemente da forma como conduzem. Consequentemente, os condutores prudentes saem prejudicados, ao pagar o mesmo do que os que apresentam uma condução insegura, já que o sistema de preço de seguro tradicional não penaliza comportamentos agressivos na condução.

Assim, perante a política de preços de seguro tradicional, o prémio é determinado com base em indicadores sociodemográficos (como a idade, o género, o histórico de acidentes e de infrações rodoviárias, os anos de experiência de condução, a informação do veículo, entre outros), os quais são usados para diferenciar o nível de risco dos segurados. Desta forma, as seguradoras de automóvel agrupam indivíduos com características similares e, de seguida, calculam o preço para cada grupo, sendo que cada grupo estará associado a um certo nível de risco.

Nesta ordem de ideias, esta abordagem apenas contempla uma tendência geral e falha em distinguir casos especiais dentro do grupo, tratando-se de uma abordagem injusta e ineficiente. É importante salientar que o uso de variáveis, como o género, a idade e o estado civil, foi banido na classificação do nível de risco em vários estados dos EUA, por serem considerados atos discriminatórios (Yao, 2018). Assim sendo, o sistema de preços de seguro convencional apresenta inúmeros problemas uma vez que o risco ou a probabilidade de acidente são considerados do mesmo modo para todos os condutores, logo o preço não é individualmente calculado (Tselentis, Yannis e Vlahogianni, 2017).

Desta forma, o problema das seguradoras será encontrar uma forma de reduzir a sua desvantagem informacional. Se estas conseguirem motivar os segurados a revelar a sua informação privada, quantificarão com maior precisão o nível de risco. Uma forma de lidar com essa falha de mercado, prende-se com a implementação de novas estratégias centradas em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nos modelos de negócio das empresas do setor segurador automóvel. As TIC, associadas aos dispositivos de telemática, permitem monitorizar, registar, processar e comunicar informações a uma unidade de seguros automóvel, em tempo real. Adicionalmente, as TIC estendem os indicadores do cálculo do prémio de seguro automóvel a novos fatores relacionados com os hábitos de condução.

2.2 TELEMÁTICA NO SETOR SEGURADOR AUTOMÓVEL

"In-vehicle telematics technology forms the basis of an emerging insurance product" (Wijnands, Thompson, Aschwanden e Stevenson, 2018, p.35)

Com o decorrer dos anos, o crescimento exponencial da tecnologia, associado à *Internet of Things* (IoT), tornou possível o desenvolvimento de um novo paradigma na indústria de seguros automóveis, através de dispositivos de telemática,¹ que permitem recolher informação sobre os hábitos e comportamentos de condução dos segurados. A informação pode ser coletada por diferentes dispositivos, sendo os mais frequentemente utilizados designados como: o *dongle* (um dispositivo individual comprado pela seguradora e fornecido aos seus clientes, normalmente de forma gratuita, que necessita de ser conectado ao aparelho *On-Board Diagnostic* (OBD) no veículo), a *black box* (um dispositivo equipado com os seus próprios sensores), os dispositivos embutidos (instalados no veículo por fabricantes de

¹ *"Telematics technology is the integrated use of telecommunication and information technology in vehicles"* (Mataija e Schoubroeck, 2016, p.4). Além disso, *"it is the technology of sending, receiving and storing information relating to remove objects via telecommunication devices"* (Yao, 2018, p.6).

automóveis) e o *smartphone* (coleta dados através do *Global Navigation Satellite System* (GNSS-receiver)).²

Apesar de nenhum dos dispositivos fornecer precisão, compatibilidade e redução de custo em simultâneo, Tselentis *et al.* (2017) acreditam que os *smartphones* serão o principal instrumento para adquirir dados no futuro devido ao frequente uso de *smartphones* por parte da população em geral. De qualquer das formas, conforme o dispositivo escolhido, os dados serão transmitidos à base central da seguradora via conexão *wireless*, em tempo real, representando decisões reais tomadas pelo condutor. Nesta base central é registado um conjunto de dados, a partir dos quais o nível de risco de cada segurado é estimado.

Este grande conjunto de dados, que se designa *Big Data* e se caracteriza pelo seu volume, velocidade, variedade, variabilidade e volatilidade, tem aberto novas oportunidades para as seguradoras conseguirem melhorar os seus métodos de cobrança, ao ajustar o preço individual e o nível de risco com maior precisão (Charles e Gherman, 2013). Contudo, é importante notar que, mesmo com tecnologia disponível, para extrair valor do uso do *Big Data*, as seguradoras necessitam de rever os seus modelos de negócio e apostar no investimento em ferramentas analíticas avançadas e em serviços de TIC. Só assim será possível ultrapassar os desafios impostos pelo *Big Data* no que concerne à análise dos dados e à descodificação de toda a informação com vista a ganhar vantagem competitiva sobre a concorrência. Deste modo, a utilização de tais ferramentas vem revolucionar o sistema tradicional de seguro automóvel, visto que possibilita a implementação de um novo e melhorado sistema de preços de seguro com base no uso do veículo (UBI). O principal objetivo do UBI no mercado de seguros de automóvel é permitir às seguradoras cobrarem um prémio individualizado, baseado no verdadeiro nível de risco do segurado, em vez de utilizar um prémio fixo como propõe a política de preços de seguro convencional. Para o efeito, o sistema de preços UBI engloba duas estratégias de preços, designadamente: *Pay-As-You-Drive* (PAYD) e *Pay-How-You-Drive* (PHYD), os quais são estimados de acordo com os hábitos e comportamentos de condução dos segurados, respetivamente.

O primeiro ponto de partida do sistema de preços UBI é o PAYD, através do qual os prémios são calculados com base em características de comportamento de viagem, tais como: a escolha do tipo de estrada que o condutor utiliza (nas estradas convencionais aumenta a frequência de acidentes), a hora em que conduz (conduzir em horas de ponta ou durante a noite torna maior o risco de se envolver num

² Em anexo, especificamente na [Tabela A1](#), apresentamos os prós e contras de cada um dos dispositivos de telemática com base na literatura de Mataija e Schoubroeck (2016) e de Yao (2018).

acidente), o número de quilómetros percorridos (quanto mais quilómetros percorrer, maior o risco) e a frequência de viagem (a probabilidade de acidente aumenta numa viagem infrequente). Neste caso, o nível de risco do segurado é apenas correlacionado com a exposição do veículo ao risco de acidente, assumindo que a probabilidade de acidente aumenta assim que alguns indicadores acima mencionados aumentam (Tselentis, Yannis e Vlahogianni, 2016).

Por exemplo, se os condutores percorrerem mais quilómetros, o risco de acidente aumenta e, por consequência, obterão acréscimos no prémio de seguro. Embora alguns autores estejam em concordância com este resultado (Edlin e Karaca-Mandic, 2006), Boucher, Pérez-Marín e Santolino (2013) indicam que existe outros fatores que influenciam o aumento do número de quilómetros, porém minimizadores do risco de acidente. Por exemplo, um condutor que percorre muitos quilómetros normalmente opta por conduzir em autoestradas, usar carros novos e seguros adquirindo mais experiência e tornando-se mais hábeis. Assim, tais fatores são indicadores de segurança. Neste sentido, conclui-se que conduzir mais quilómetros aliado com os elementos de segurança produz um efeito positivo no nível de risco de acidente e, por sua vez, conduz a uma redução no prémio de seguro.

Adicionalmente, Tselentis *et al.* (2016) argumentam que, apesar da redução do número de quilómetros, o risco de acidente pode continuar a aumentar, no sentido em que a quilometragem por si só não é uma característica capaz de determinar o risco de acidente, pois depende de outras características comportamentais que não estão a ser contabilizadas. De igual modo, Bian *et al.* (2018) consideram que a estratégia PAYD revela algumas fragilidades, nomeadamente a utilização de poucos parâmetros como indicadores de risco. Efetivamente, seguindo a mesma linha de raciocínio, esta estratégia apenas tem em consideração o comportamento do veículo e não do condutor, revelando ser uma abordagem ineficiente.

Empiricamente, é possível comprovar que algumas seguradoras começaram a adotar o PAYD. Esta estratégia destaca-se como uma abordagem mais simplificada e de fácil implementação. Vejamos o caso da seguradora americana *National General*, que oferece descontos acima de 54% para quem conduzir menos do que 15 000 quilómetros por ano. Do mesmo modo, a seguradora americana *Metromile* aplica descontos em função do número de quilómetros que o condutor percorre (*Pay-per-mile*) e não de acordo com fatores de condução, tais como rápidas acelerações ou desacelerações (Tselentis *et al.*, 2017).

Face ao anteriormente exposto, os autores Tselentis *et al.* (2017) e Bian *et al.* (2018) consideram a estratégia PHYD como a mais promissora, já que incorpora um largo número de fatores imprescindíveis para a estimação do nível de risco. Por outras palavras, esta estratégia tem por base características relacionadas com o comportamento de condução, tais como: a velocidade conduzida, quer esta seja

expressa em percentagem de quilómetros ou em tempo de condução acima do limite de velocidade, quer como percentagem de velocidade; o modo de travagem (agressiva ou branda); as agressivas acelerações/desacelerações/ao curvar;³ o uso do cinto de segurança e do telemóvel.

Até ao momento, existem algumas seguradoras a explorar a informação comportamental para determinar o nível de risco dos condutores. Primeiramente, temos a seguradora americana *Progressive*, que foi a primeira a introduzir a estratégia de preço com base no uso do veículo, em 1994, sendo que em 2008 lançou o programa *Snapshot*, no qual os prémios são cobrados com base na combinação de fatores como a velocidade, a localização, a quilometragem e o tempo em que a condução ocorria (Bian *et al.*, 2018). De acordo com Mataija e Schoubroeck (2016), cerca de dois milhões de utilizadores têm aderido ao programa *Snapshot*, o que conduziu a uma receita de dois biliões de dólares em prémios. Deste modo, classificam a *Progressive* como a mais ativa e a maior seguradora americana a utilizar programas com base em dispositivos de telemática.

Em segundo lugar, a seguradora americana *Allstate* também se debruçou sobre a implementação da estratégia PHYD no seu modelo de negócios, ao oferecer descontos acima de 45% no seguro automóvel a condutores com comportamentos de condução segura, baseado em como e quando conduzem (Tselentis *et al.*, 2017).

Seguidamente, a seguradora americana *Travelers* criou o programa *IntelliDrive*, que utiliza uma aplicação do *smartphone* para capturar e registar o comportamento de condução dos utilizadores. Os prémios são cobrados com base na combinação de fatores que demonstraram aumentar o risco de acidente, tais como: o tempo, a velocidade, a aceleração e a travagem. Assim, este programa oferece descontos acima de 20% a condutores que tenham hábitos de condução segura, enquanto é cobrado um prémio superior a condutores com hábitos mais arriscados.⁴

Na tentativa de tornar os prémios de seguro mais racionais e aceitáveis aos consumidores, algumas seguradoras portuguesas do setor automóvel estão a desenvolver modelos de preço com base no uso do veículo. A título de exemplo temos, em primeiro lugar, a OK! Teleseguros, que apresenta o OK! GPS, o qual localiza o veículo em tempo real, através do *Global Position System* (GPS), em caso de acidente ou roubo, disponibilizando ainda até 20% do valor do seguro àqueles que forem bons condutores. Seguidamente, a *Liberty Seguros* apresenta a *Liberty* proteção *plus*, que, graças a um dispositivo

³ O registo do comportamento do condutor, ao efetuar desvios e viragens, possibilita às seguradoras prever a ocorrência de capotagens do veículo. Isto significa que desvios agressivos e viragens bruscas aumentam significativamente a possibilidade de causar um acidente rodoviário (Yao, 2018, p.8).

⁴ The Travelers Companies Inc., (2018, October). *IntelliDrive*. Disponível em: <https://www.travelers.com/car-insurance/programs/Intellidrive> [consultado em 29/10/2018].

instalado no veículo e mediante o uso do telemóvel, possibilita receber informações relacionadas com a localização em caso de roubo, notificações de serviços informativos (Farmácias, contacto/localização do Hospital e forças policiais) e alerta de excesso de velocidade através de uma mensagem via telemóvel.

Por conseguinte, Tselentis *et al.* (2017) consideram que o futuro do sistema de seguros UBI reside na adoção de parâmetros de ambos os modelos, estabelecendo, assim, um novo modelo denominado *Pay-As-How-You-Drive* (PAHYD). Contudo, existem outros indicadores que também afetam o risco de acidente, como a deteção de presença de álcool ou as condições de manutenção do veículo, mas que ainda não são incluídos no modelo UBI.

2.2.1 BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE TELEMÁTICA

Diversos autores que se propuseram estudar a eficiência do sistema de preços UBI no mercado de seguros automóvel⁵ acreditam que este método será rapidamente adotado em todo o mundo no futuro. Na verdade, o mesmo oferece inúmeras vantagens, não só às seguradoras e aos consumidores, mas também à sociedade em geral, no que respeita a redução da poluição atmosférica, dos acidentes rodoviários, do congestionamento de tráfico e o aumento da segurança rodoviária (Mataija e Schoubroeck, 2016).

No que concerne às seguradoras, a adesão a este sistema inovador no modelo de negócios das seguradoras automóveis trará, em termos de benefícios, a possibilidade de melhorar a avaliação do risco e do preço, mitigar o problema do risco moral e da seleção adversa e aumentar a sua base de clientes. De facto, caso as seguradoras cobrem um prémio inferior aos condutores de baixo risco em relação aos de alto risco, não só incentivam os condutores de alto risco a melhorar o seu desempenho na condução, como também atraem novos clientes de baixo risco.

Como visto anteriormente, as limitações técnicas dos dispositivos, em termos de custos, precisão e compatibilidade, poderão constituir um entrave à emergência de algumas seguradoras na nova esfera da conectividade dos veículos.

Relativamente aos clientes/ segurados, o novo sistema de preços de seguro traz igualmente consigo diversos benefícios: o prémio é individual, o que reflete o verdadeiro risco de cada um; e ainda oferece a possibilidade de obter reduções no prémio de seguro se os condutores melhorarem o seu desempenho na condução. Contudo, estes benefícios poderão não ser levados em conta quando os indivíduos se

⁵ Husnjak, Peraković, Forenbacher e Mumdziev (2015), Mataija e Schoubroeck (2016), Tselentis *et al.* (2016), Tselentis *et al.* (2017), Bian *et al.* (2018), entre outros.

aperceberem de que, para isso, têm de ser constantemente monitorizados por dispositivos de telemática. Na realidade, surgem preocupações que podem constituir um entrave à adesão a este tipo de sistemas. A primeira preocupação prende-se com a privacidade e a segurança dos dados coletados. Na verdade, os dados são registados por dispositivos de telemática e podem ser utilizados pelo condutor, pela companhia de seguros ou por outras entidades, designadamente por empresas de telecomunicações, de reparação, entre outras. Especialmente as *black boxes*, o dispositivo de telemática embutido e os *smartphones* são equipados com GPS, o qual permite que todos tenham acesso não só a cada local por onde o indivíduo passa, como também às rotas que o levaram a lá chegar. Porém, convém notar que as empresas não irão aceder a essa informação a menos que um acidente ocorra ou seja necessária uma assistência de emergência rodoviária ou ainda em caso de roubo.

Outro aspeto a salientar é o risco de os utilizadores de dispositivos de telemática serem alvo de um ciberataque⁶ que, de algum modo, comprometa a privacidade dos dados do condutor ou ameace a operação de segurança do veículo. Com base nas características de cada dispositivo de telemática, os *smartphones* providenciam proteção de dados mais sofisticada do que o *dongles* e a *black box*. De facto, como os *smartphones* não utilizam sensores dentro do veículo, reduzem a possibilidade de os *hackers* manipularem o controlo do veículo (Yao, 2018).

Neste sentido, reforça-se que não só as empresas devem ter a responsabilidade de proteger os dados dos clientes, mas também as agências reguladoras. Ressalve-se que estas devem providenciar uma estrutura regulamentar adequada, que ofereça confiança suficiente ao consumidor, relativamente a questões de privacidade e propriedade de dados, sem prejudicar a inovação tecnológica da telemática no setor segurador automóvel.

Na verdade, a União Europeia assim como os EUA têm vindo a esforçar-se em criar barreiras para evitar a recolha de informação de forma arbitrária bem como o uso inadequado da mesma. Porém, enquanto as leis de proteção de dados dos EUA, atualmente, não providenciam privacidade absoluta dos dados aos utilizadores, a UE já deu os primeiros passos na reformulação das suas leis (Brasher, 2018). Tal que, em janeiro de 2012, revogou a Diretiva de Proteção de Dados Pessoais e, após quatro anos de negociações, introduziu o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), que só entrou em vigor em maio de 2018. Este regulamento foca-se em reforçar os direitos dos indivíduos sobre os seus dados

⁶ *Hackers* trabalham para ter acesso a redes internas do veículo e também às unidades de controlo eletrónicas do veículo, pois gerem todo o sistema informativo, como o motor, os travões e a condução. McKinsey. (2016, September), "Monetizing car data." *McKinsey & Company*. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/monetizing-car-data> [consultado em 26/10/2018].

personais, adotando novos princípios de transparência, integridade e confidencialidade dos dados (Tikkinen-Piri, Rohunen e Markkula, 2018).

Porém, a necessidade de se preparar adequadamente para fazer face aos requisitos impostos pelo regulamento europeu dificulta a sua implementação por parte das empresas. Com efeito, muito ainda deve ser feito na regulação para atenuar as diversas dificuldades impostas pela revolução digital.

2.3 DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS

Na atualidade, graças às tecnologias de informação, as empresas dispõem de uma quantidade massiva de dados sobre os seus clientes (*Big Data*), que lhes permite discriminar preços sobre um público específico. Nesta perspetiva, a presente revisão de literatura estende-se sobre os estudos da prática de discriminação de preços. Efetivamente, este tópico é relevante para entender a questão das estratégias de preços personalizadas que poderão ser adotadas pelas seguradoras de automóvel.

Começamos, então, por esclarecer o conceito de discriminação de preços. Segundo Esteves (2009a, p.4), "*price discrimination exists when the difference in prices among consumers is not proportional to the difference in marginal costs*". Por outras palavras, existe discriminação de preços quando diferentes consumidores pagam preços distintos, e a diferenciação dos preços não reflete a diferença no custo de os servir. Armstrong e Vickers (2001) denominaram esta situação de discriminação de preços interpessoal. Destaque-se, a título de exemplo, a diferença de preços verificada na venda dos bilhetes de cinema, uma vez que se distingue o tipo de consumidor, razão pela qual os estudantes pagam um preço inferior em relação aos adultos.

A discriminação de preços só será praticável se respeitar certas condições. Em primeiro lugar, as empresas deverão ter algum poder de mercado para que estejam em posição de definir preços. Em segundo lugar, as mesmas deverão ter a habilidade de segmentar os consumidores, direta ou indiretamente. Por fim, cabe-lhes prevenir a revenda do produto, isto é, evitar que um consumidor compre o bem a um preço reduzido e o revenda a outro consumidor abaixo do preço praticado.

De acordo com Pigou (1920), existem três formas de discriminar preços, nomeadamente: a discriminação de preços de primeiro grau, em que a empresa é capaz de capturar em monopólio a totalidade do excedente do consumidor ao cobrar um preço diferente por consumidor de acordo com o seu valor de reserva; a discriminação de preços de segundo grau, que discrimina com base na heterogeneidade dos consumidores, oferecendo-lhes uma variedade de produtos e preços de modo a que cada um selecione a solução mais apropriada para si; e, por fim, a discriminação de preços de

terceiro grau, cuja discriminação ocorre em função das características do consumidor que são observáveis e verificáveis (Esteves, 2009a).

Na verdade, a questão da prática de discriminação de preços tem sido muito discutida ao longo dos anos, especificamente no estudo da concorrência de preços. Alguns autores têm estudado a prática de discriminação de preços em mercados com diferenciação de produto. Ressalve-se que a diferenciação do produto também pode ser vista como uma forma de preferência por parte do consumidor em relação aos bens existentes no mercado. Deste modo, existem dois tipos de diferenciação do produto: horizontal e vertical. A diferenciação horizontal diz respeito ao caso em que, a preços iguais, uns consumidores preferem um produto enquanto outros preferem outro. Por outro lado, a diferenciação vertical corresponde à situação em que, a preços iguais, todos os consumidores preferem um produto a outro. Note-se que, somente o tipo de diferenciação do produto horizontal será abordado nos modelos que serão apresentados e desenvolvidos ao longo desta dissertação.

Com efeito, nesta subsecção serão apresentados diversos estudos sobre a prática de discriminação de preços e, ainda, suas extensões referentes ao comportamento do consumidor no qual serão discutidos os efeitos económicos destas estratégias comparativamente à prática de preço uniforme. Particularmente, Thisse e Vives (1988) compararam esses efeitos tendo por base o modelo de duopólio de Hotelling (1929),⁷ através do qual cada empresa consegue observar diretamente a localização de cada consumidor e, conseqüentemente, definir os preços com base na sua localização. Desta feita, podemos afirmar que, atualmente, o modelo de Thisse e Vives (1988) é uma das referências mais importantes na literatura de preços personalizados.

Assim, os principais resultados sugerem que, do ponto de vista concorrencial, comparativamente ao preço uniforme a prática de discriminação de preços intensifica a concorrência em cada localização, dando origem não só a uma redução nos preços como também nos lucros. A esta situação, Corts (1998) denominou de *all-out competition*, que ocorre devido ao modelo exibir uma função de melhor resposta assimétrica.⁸ Deste modo, em termos de excedente do consumidor, o consumidor sai beneficiado quando

⁷ Harold Hotelling contribuiu para a literatura do estudo da diferenciação do produto horizontal assente num artigo pioneiro intitulado de "*Stability in Competition*" (Harold, 1929). O modelo de Hotelling (1929) também conhecido pelo "modelo da cidade linear", utiliza como ponto de referência um segmento linear delimitado por $[0,1]$, que pode ser considerado na prática a rua de uma cidade onde estão localizadas duas empresas. Este modelo permitiu explicar o porquê das decisões das empresas em se localizarem mais afastadas ou mais próximas entre elas e também conhecer o comportamento dos consumidores perante essas decisões. Assim, o ponto de partida das decisões das empresas começa pela localização e depois passa pela decisão do preço a aplicar.

⁸ De acordo com Corts (1998), o modelo de Thisse e Vives (1988) exibe uma função de melhor resposta assimétrica, no sentido em que o mercado mais afastado de uma empresa, ou seja, o seu mercado fraco é o mercado forte para a outra empresa. Isto significa que, considerando um mercado linear em concorrência onde $X \in [0,1]$, os consumidores localizados em $X \leq \frac{1}{2}$ constituem o mercado forte da empresa A e o mercado fraco da empresa B. Logo,

as empresas discriminam preços num contexto concorrencial em comparação com os casos em que uma única empresa realiza essa discriminação. Porém, como todos os consumidores compram o produto à empresa mais próxima, o bem-estar agregado não é afetado em qualquer um dos regimes de preços.

De modo geral, enquanto o monopolista considera vantajoso discriminar preços, em contextos de concorrência, as empresas estão muitas vezes melhor com a prática de um preço uniforme, uma vez que esta constitui uma solução mais lucrativa. Nesta ordem de ideias, Thisse e Vives (1988) e Corts (1998) tentaram aferir que consequência resultaria do facto de as empresas não discriminarem preços, ou seja, de ambas praticarem preços uniformes (U,U), já que “*committing to uniform price is (...) a dominated choice*” (Thisse e Vives, 1988, p.130). Os autores chegaram a um consenso: as empresas depararam-se com uma situação de dilema de prisioneiros. Com efeito, se ambas as empresas praticarem preços uniformes (U,U), obterão lucros mais elevados do que se ambas discriminarem preços. Contudo, em (U,U) ambas as empresas têm incentivos em desviar dessa solução para discriminar preços (estratégia dominante), portanto não constitui uma solução estável. Logo, a única solução que proporciona uma situação de equilíbrio é dada por (D,D), já que nenhuma empresa sai beneficiada em abandonar esta situação, ainda que os lucros sejam inferiores.

De seguida, a revisão de literatura centrar-se-á em dois elementos-chave. Primeiro, a discriminação de preços com base no comportamento de compra (em inglês *Behaviour-Based Price Discrimination* (BBPD)). Os autores que olharam inicialmente para esta prática foram Chen (1997), Villas-Boas (1999) e Fudenberg e Tirole (2000). Segundo, a discriminação de preços com base nas características e no comportamento (em inglês *Behaviour- and Characteristic-Based Price Discrimination* (BCBPD)) que revela ser uma extensão do modelo de Fudenberg e Tirole (2000). Aqui destacam-se os trabalhos de Shin, Sudhir e Yoon (2012), Subramanian, Raju e Zhang (2014) e Colombo (2018).

Diversos estudos sobre a BBPD revelam que a história de compra pode ser analisada em duas diferentes abordagens: os custos de mudança (“*Switching Cost Approach*”) ou as preferências dos consumidores (“*Brand Preference Approach*”).⁹ Saliente-se que o presente estudo incidirá sobre a última abordagem e,

como a empresa B está em desvantagem nesse mercado, com a discriminação de preços tentará captar os consumidores desse mercado baixando o preço, sendo que o melhor preço que pode definir em equilíbrio é o custo marginal, ou seja, $P_B(X) = c$. A fim de não perder estes consumidores, a empresa A não tem outra alternativa senão baixar os preços de modo a tornar o consumidor indiferente. Com efeito, a concorrência torna-se mais agressiva por cada consumidor, traduzindo-se em preços menores para todos, exceto para os consumidores localizados em $X = 0$ e $X = 1$, que pagam o mesmo com ou sem discriminação de preços.

⁹ Os principais estudos sobre “*Switching Cost Approach*” são evocados por Chen (1997) e Taylor (2003), enquanto Fudenberg e Tirole (2000) se debruçam sobre “*Brand Preference Approach*”.

por essa razão, análises sobre os custos de mudança não serão evocadas nesta investigação. Com efeito, discutiremos o modelo que deu origem à abordagem de BBPD em contextos onde o histórico de compra revela informação sobre as preferências dos consumidores, neste caso Fudenberg e Tirole (2000), assim como evidenciar extensões deste modelo e seus principais resultados.

2.3.1 DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS COM BASE NO COMPORTAMENTO

Numa primeira fase, assume-se que as empresas, após um período de interação com os consumidores, aprendem a reconhecer as preferências dos consumidores, informação relevante para a implementação de estratégias assentes na discriminação de preços.

Desta feita, as empresas podem recolher informação sobre os seus clientes, em função do seu historial de compra ou de acordo com o seu comportamento de compra passado. Com efeito, é possível utilizar esta informação com vista à discriminação de preços, ou seja, oferecer preços e/ou produtos diferentes a consumidores com distintos históricos de compra. Neste caso, estamos perante uma situação de discriminação de preços com base no comportamento.

Fundamentados num modelo dinâmico de duopólio de Hotelling, Fudenberg e Tirole (2000) foram pioneiros ao assumir que, no segundo período de interação, as empresas reconhecem os consumidores que preferem o seu produto em detrimento do rival ("*Brand Preference Approach*"). Na verdade, este tipo de reconhecimento do cliente permite que cada empresa defina um preço para os seus clientes e outro preço para os clientes que compraram à rival no período anterior. Como cada empresa tenta "apropriar-se" dos clientes das outras, a discriminação de preços atua para intensificar a concorrência, isto é, é mais compensador para cada empresa cobrar preços baixos aos antigos clientes da rival do que aos seus próprios antigos clientes (Esteves, 2009a).

Deste modo, dado que os consumidores estratégicos têm consciência de que o *poaching* no segundo período dá origem a preços reduzidos, a procura torna-se menos elástica no primeiro período, o que resulta em preços mais elevados neste período. Consequentemente, alguns dos consumidores são "levados" pela concorrente no segundo período. Desta forma, os consumidores deparam-se com um *tradeoff*, visto que, apesar de serem beneficiados com uma redução no preço, mudam para uma empresa pela qual revelaram, inicialmente, uma baixa preferência. Por outro lado, as empresas confrontam-se com uma situação de dilema dos prisioneiros,¹⁰ uma vez que as mesmas estariam melhor se não discriminassem, pois a utilização de informação sobre as preferências dos consumidores (BBPD)

¹⁰ Mesma solução obtida anteriormente por Thisse e Vives (1988) e Corts (1998), mas para o caso da discriminação de preços de primeiro grau.

induz o aumento da concorrência entre as empresas, o que se revela prejudicial em termos de lucros (Fudenberg e Villas-Boas, 2006; Esteves, 2009a; Esteves, 2010; entre outros).

Villas-Boas (1999) estende o modelo de Fudenberg e Tirole (2000) a um número infinito de períodos, onde em cada período entram novos consumidores no mercado. Neste caso, as empresas somente reconhecem os seus antigos clientes, o que significa que não conseguem distinguir os novos clientes dos antigos clientes da rival. Porém, tal como Fudenberg e Tirole (2000), Villas-Boas (1999) mostra que a prática de BBPD conduz, num modo geral, tanto a uma redução dos preços como dos lucros (Esteves, 2009a). Novamente, a solução de equilíbrio converge para o caso onde ambas as empresas atraem alguns dos antigos clientes da concorrente, ou seja, ocorre o *poaching*, evidenciando que se torna mais vantajoso premiar os antigos clientes da rival (Shin e Sudhir, 2010).

Contrariamente aos resultados obtidos por Villas-Boas (1999) e Fudenberg e Tirole (2000), outros autores apresentam modelos que possibilitam às empresas aumentar os lucros ao praticar discriminação de preços. Pazgal e Soberman (2008), Chen e Zhang (2009) e Esteves (2009b) são autores que comprovam esta situação para o qual apenas uma das duas empresas discrimina preços, ou seja, a outra não tem condições para praticar tal estratégia. Por último, Shin e Sudhir (2010) asseguram que as empresas podem aumentar os seus lucros, assim como premiar os seus próprios clientes, mesmo tendo em conta empresas e consumidores estratégicos. Todavia, este resultado só se torna praticável se introduzirmos a heterogeneidade na procura e considerarmos as preferências como instáveis ao invés de fixas, além de que ambas as componentes terão de apresentar um nível suficientemente elevado.

2.3.2 DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS COM BASE NAS CARATERÍSTICAS E NO COMPORTAMENTO

Recentemente, Colombo (2018) estende o modelo de Fudenberg e Tirole (2000) para a situação através da qual as empresas, para além de reconhecerem as preferências dos consumidores, ainda conseguem identificar a sensibilidade ao preço dos seus clientes, designando este caso como discriminação de preços baseada nas caraterísticas e no comportamento.

Comparativamente aos resultados demonstrados em BBPD, Colombo (2018) mostra que as empresas, ao utilizarem informação adicional sobre a sensibilidade ao preço, podem produzir maiores ou menores lucros do que o preço uniforme, dependendo do nível de heterogeneidade do consumidor em termos de sensibilidade ao preço. Por outras palavras, o aumento da heterogeneidade dos consumidores em termos de sensibilidade ao preço torna os consumidores de baixa (alta) sensibilidade ao preço menos (mais) sensíveis a variações no preço, o que permite às empresas definir-lhes um preço mais elevado (baixo)

em relação aos consumidores de alta (baixa) sensibilidade ao preço. Desta forma, quando BCBPD é possível, o aumento da heterogeneidade dos consumidores reduz o efeito negativo nos lucros da discriminação de preços. Por conseguinte, se existir um número suficiente de consumidores com alta sensibilidade ao preço, as empresas obterão maiores lucros com BCBPD do que com BBPD e com preço uniforme.

Com efeito, o facto de as empresas discriminarem tanto na preferência como na sensibilidade ao preço (BCBPD) prejudica os consumidores com baixa sensibilidade ao preço, beneficiando os que revelam alta sensibilidade ao preço. Assim sendo, quando o nível de heterogeneidade é alto, os consumidores com baixa sensibilidade ao preço têm vantagens em mudar de empresa no segundo período a fim de evitar preços elevados. Desta forma, o nível de bem-estar é reduzido em BCBPD em comparação com o preço uniforme, uma vez que os custos de transporte são superiores devido ao *poaching*.

Do mesmo modo, outros autores, como Shin *et al.* (2012) e Subramanian *et al.* (2014), estendem igualmente o modelo de Fudenberg e Tirole (2000), neste caso ao esclarecerem que as empresas, para além de reconhecerem as preferências do consumidor, conseguem identificar a informação relativa ao custo em servir os seus clientes. Segundo Shin *et al.* (2012, p.932) “(…), *the cost of serving the customer is related to how often or how extensively they use augmented services*”. No caso do seguro automóvel, diante da cobertura do dano por parte da seguradora, alguns segurados deixam de se precaver contra a ocorrência de roubos e de acidentes. Com efeito, os condutores de alto risco recorrem com maior regularidade à cobertura de seguro e, por essa razão, revelam ser mais onerosos comparativamente aos condutores de baixo risco.

Como observado em Colombo (2018), Shin *et al.* (2012) num contexto de monopólio a empresa sai beneficiada se utilizar informação adicional do cliente, especificamente no que se refere ao seu custo em servir, ao invés de se limitar ao uso exclusivo da informação sobre a preferência dos consumidores, revelada através da compra. Porém, esta situação depende do nível de heterogeneidade do custo em servir o cliente.

Os mesmos autores revelam que, quando o nível de heterogeneidade do custo em servir o cliente é suficientemente baixo, os clientes são idênticos quanto ao custo. Desta forma, o monopolista extrai todo o excedente ao cobrar um preço elevado no segundo período aos clientes que revelaram um elevado valor de reserva no primeiro período (informação sobre o historial de compra). Como o valor de reserva é considerado idêntico para ambos os clientes e mais elevado do que o preço praticado no segundo período, todos os clientes que compraram no primeiro período são mantidos no segundo. Contudo, se

considerarmos clientes estratégicos, o lucro do monopolista é reduzido ao usar a informação sobre o historial de compra, devido aos clientes adiarem a sua compra no primeiro período a fim de evitar preços elevados no futuro.

Por outro lado, quando a heterogeneidade do custo em servir o cliente é suficientemente alta, a empresa discrimina os seus clientes ao disponibilizar-lhes preços distintos com base no seu custo em servir. Como resultado, os clientes com baixo custo em servir são mantidos no segundo período (pois o preço praticado a estes é igual ao seu valor de reserva), já os clientes com alto custo em servir e com baixa disponibilidade a pagar são "despedidos" através do aumento do preço. Em termos de lucros, a informação sobre o custo em servir influencia negativamente os lucros do monopolista a níveis moderados de heterogeneidade, no sentido em que, apesar de "despedir" alguns clientes não lucrativos, adquiriu novos clientes cujo custo é desconhecido. Por outro lado, os lucros podem ser melhorados quando o nível de heterogeneidade do custo em servir se torna suficientemente elevado porque, dada a possibilidade de discriminar preços, permite ao monopolista extrair mais excedente daqueles que têm uma elevada disponibilidade para pagar em função do aumento do preço.

Pelo contrário, Subramanian *et al.* (2014), ao estender Shin *et al.* (2012) a um contexto de duopólio, mostram que pode ser lucrativo para as empresas manterem clientes de alto custo ao desencorajar o comportamento de "*poaching*" da rival na sua base de clientes. Intuitivamente, os clientes com alto custo em servir são menos lucrativos, quanto maior for o custo em servi-los. Porém, estes são mais eficazes em suavizar a concorrência. Por essa razão, as empresas oferecem baixos preços, no segundo período, aos clientes de alto custo ao invés de torná-los lucrativos ou "perdê-los" para a concorrência através do aumento do preço, como proposto pela teoria convencional. No entanto, é importante salientar que, as empresas só extrairão benefícios com a aquisição de clientes não lucrativos (alto custo) se a proporção de clientes de alto custo na sua base de clientes for suficientemente baixa. Atente-se que, como cada empresa possui informação adicional sobre os seus clientes consegue, por essa via, assegurar uma proporção favorável de clientes de baixo custo (lucrativos) na sua base de clientes.

De um modo geral, qualquer mercado cujos produtos sejam diferenciados está sujeito a discriminação de preços baseada nas preferências, caso a empresa tenha informação sobre a preferência dos consumidores relativamente ao seu produto ou ao produto da rival (Shaffer and Zhang, 2000). Assim sendo, a discriminação de preços intensifica a concorrência em preços, conduzindo a um resultado que Corts (1998) denomina de *all-out competition*, o qual é caracterizado por baixos lucros e ganhos de bem-estar ambíguos para todos os consumidores. Isto deve-se ao facto de as empresas oferecerem melhores

condições aos clientes da concorrente do que aos seus, o que conduz às trocas ineficientes. Neste sentido, Fudenberg e Villas-Boas (2006, p.378) afirmam que “*the seller may be better off if can commit to ignore information about buyer’s past decisions... more information will lead to more intense competition between firms*”. Em contrapartida, se as empresas conhecerem os seus clientes para além das preferências, concretamente o nível da sua sensibilidade ao preço e o seu custo em servir, poderão melhorar os respetivos lucros. No entanto, este último resultado reveste-se de alguma ambiguidade, pois temos de ter em consideração o seu nível de heterogeneidade.

Finalmente, com o objetivo de compreender as decisões estratégicas das seguradoras de automóvel em conformidade com o acesso à informação disponível através da monitorização do comportamento dos condutores, desenvolver-se-á, de seguida, um modelo teórico resolvido com base na Teoria dos Jogos, mais concretamente um modelo estático de duopólio desenvolvido sob a abordagem de Hotelling. Desta forma, procura-se avaliar os efeitos económicos da prática da discriminação de preços, quando os consumidores têm preferências distintas pelas seguradoras e revelam diferenças no que concerne ao risco de condução (alto/baixo). Verificaremos um contexto onde ambas as empresas discriminam preços, comparando-o, por fim, a um caso de referência (*Benchmark Model*) onde a discriminação de preços por qualquer razão não é permitida. Por outras palavras, iremos comparar os lucros, o excedente do consumidor e o nível de bem-estar, partindo de uma situação na qual as empresas definem um preço uniforme, que reproduz de certa forma o sistema de preços de seguro tradicional, para outra onde a discriminação de preços é introduzida, que representa o sistema de preços de seguro baseado no uso do veículo.

3. METODOLOGIA

O modelo teórico que será desenvolvido tem por base o segundo período do modelo de Fudenberg e Tirole (2000) com a diferença de se assumir que os consumidores (segurados) podem ser de dois tipos: alto/baixo risco o que se traduz num alto/baixo custo em servi-los, respetivamente. Deste modo, tal como Subramanian *et al.* (2014) e Colombo (2018) os consumidores são heterogéneos não apenas em relação às suas preferências pelas empresas, mas em relação a outra característica.

Deste modo, um dos principais objetivos desta dissertação, e consequentemente da presente secção, é determinar as estratégias de preços implementadas pelas seguradoras de automóvel a cada tipo de condutor quando detêm informação que lhes permite implementar discriminação de preços (BCBPD). Pretende-se também avaliar o impacto desta estratégia de preços nos lucros, no excedente do consumidor e no nível de bem-estar global, em comparação com a prática de um preço uniforme.

Assim, esta secção contempla três subsecções. Primeiramente, na subsecção 3.1, são apresentados os pressupostos do modelo. Seguidamente, na subsecção 3.2, debruçar-nos-emos sobre um modelo no qual nenhuma das empresas discrimina preços, reproduzindo, de certa forma, o modelo *standard* de Hotelling (1929). Por último, na subsecção 3.3, desenvolveremos outro modelo, em que ambas as empresas discriminam preços, expondo igualmente os resultados de equilíbrio e respetivas análises.

3.1 PRESSUPOSTOS DO MODELO

Tendo por base o segundo período do modelo de Fudenberg e Tirole (2000), consideramos que existem duas seguradoras localizadas nos extremos do segmento $[0,1]$, sendo que a seguradora A está localizada em zero, enquanto a seguradora B se localiza em 1. Assumimos que o número de consumidores no mercado está normalizado a uma massa de 1. Os consumidores estão distribuídos uniformemente em $[0,1]$ e as empresas conseguem distinguir os seus clientes atuais e os novos (ou da adversária). Assume-se ainda que existem dois tipos de condutores: condutores de alto risco (tipo H) em proporção λ e condutores de baixo risco (tipo L) em proporção $(1 - \lambda)$. Adicionalmente, consideramos que cada empresa tem uma quota inicial de segurados: α corresponde à quota de mercado da seguradora A e $(1 - \alpha)$ constitui a quota de mercado da seguradora B. De modo a tornar o processo mais simples, supomos que o mercado é dividido pela metade, pelo que cada empresa possui uma quota de mercado de 50%, isto é $\alpha = 1/2$.¹¹ Deste modo, assume-se que cada seguradora serve metade dos condutores de alto e baixo risco.

Por fim, é importante salientar que, sem a monitorização dos condutores, nenhuma das empresas é capaz de distinguir o nível de risco dos seus segurados. Com a monitorização, cada seguradora identifica o risco dos seus clientes, ainda que não o possa fazer relativamente aos clientes da adversária. Deduz-se igualmente que cada empresa conhece o custo em servir o condutor apenas se o está atualmente a servir, distinguindo-se os condutores de alto custo dos de baixo custo. Portanto, os segurados diferem no custo em servir com base nos seus hábitos e comportamentos de condução, que estão diretamente relacionados com o risco de acidente e, por sua vez, com a frequência em recorrer à cobertura de seguro. Deste modo, pressupõe-se que o custo em servir segurados de alto risco (c_H) é superior ao custo em servir segurados de baixo risco (c_L), ou seja, $c_H > c_L$, sendo que a diferença de custos entre segurados de alto e baixo risco será representada por Δ , $\Delta = c_H - c_L$. Por simplificação, na análise do modelo

¹¹ O caso mais geral (assimétrico) será analisado em investigação futura.

assumiremos a condição $\Delta < \frac{2}{3}$.¹² Adicionalmente, consideramos que $\bar{c} = \lambda c_H + c_L(1 - \lambda)$ é o custo médio em servir os diferentes tipos de segurados. Finalmente, assumimos que o valor de reserva de todos os consumidores no mercado é dado por v , sendo v suficientemente alto de modo a garantir que todos os consumidores adquiram o seguro por parte de uma das seguradoras.

Consideremos agora a escolha ótima de cada consumidor. Sabendo que a preferência relativa dos consumidores é representada pelo parâmetro x , uniformemente distribuído na linha de segmento $[0,1]$, então o custo de desutilidade para um consumidor localizado em x adquirir seguro na empresa A é tx , ao passo que, se o for adquirir na empresa B, é $t(1 - x)$. Portanto, a utilidade de um consumidor localizado em x adquirir o seguro em A ao preço p_A é: $v - p_A - tx$. Similarmente, a utilidade de um consumidor localizado em x adquirir o seguro em B ao preço p_B é: $v - p_B - t(1 - x)$. Como forma de simplificação dos cálculos subsequentes, assumimos que $t = 1$.

Note-se que, nos modelos que se seguem, cada empresa está no mercado apenas por um período de interação e escolhe o seu preço sem observar o preço da rival, isto é, os preços são escolhidos em simultâneo. Deste modo, o conceito de equilíbrio adotado é o Equilíbrio de *Nash* (EN). Começamos a análise considerando o *Benchmark Model* onde as empresas praticam um preço uniforme.

3.2 MODELO SEM DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS

Neste modelo não existe discriminação de preços quer porque as Entidades Reguladoras não o permitem quer porque não existem tecnologias de monitorização acessíveis às seguradoras de automóvel. Deste modo, devido à incapacidade de ambas as seguradoras obterem informação sobre o modo de condução dos seus segurados, nenhuma delas consegue reconhecer o nível de risco dos seus segurados nem o seu custo em servir. Assim, as seguradoras definem um único preço para todos os segurados, p_i , com $i = (A, B)$.

A fim de obter os preços do EN, começamos por determinar a localização de um consumidor indiferente dado o preço p_i , sendo $i = (A, B)$. Por conseguinte, para um consumidor localizado em x , é-lhe indiferente adquirir o seguro na seguradora i ou na seguradora j , tal que: $v - p_i - x = v - p_j - (1 - x)$. Resolvendo em ordem a x , obtemos:

$$x = \frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2}, \quad \text{com } i, j = (A, B) \text{ sendo } i \neq j \quad (1)$$

¹² A discussão sobre a relação entre Δ e λ é apresentada na subsecção 3.3. Esta condição permite-nos analisar o caso onde ambos os tipos de segurados podem ser “roubados” pela empresa adversária. A análise mais completa do modelo é deixada para investigação futura.

Uma vez que estamos a assumir que a localização dos consumidores no intervalo $[0,1]$ segue uma distribuição uniforme, então a função procura para cada seguradora $q_i = (A, B)$ é a seguinte:

$$q_i = \frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2} \quad (2)$$

Tendo em consideração que existem segurados com diferentes níveis de risco e custos em servir, as funções procura de cada seguradora para os segurados de alto risco (λ) e de baixo risco ($1 - \lambda$) são expressas da seguinte forma:

$$q_{iH} = \lambda \left(\frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2} \right) \quad (3)$$

$$q_{iL} = (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2} \right) \quad (4)$$

É importante notar que $q_{iH}, q_{iL} \geq 0$. Assim sendo, $q_{iH} = \min \left\{ 0, \lambda \left(\frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2} \right) \right\}$ e $q_{iL} = \min \left\{ 0, (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2} \right) \right\}$, com $i, j = (A, B)$ e $i \neq j$.

Atendendo às funções procura, a função lucro de cada seguradora é representada da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \Pi_i &= (p_i - c_H)q_{iH} + (p_i - c_L)q_{iL} \\ \Leftrightarrow \Pi_i &= (p_i - \bar{c}) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2} \right), \text{ com } i, j = (A, B) \text{ sendo } i \neq j \end{aligned} \quad (5)$$

Com o propósito de maximizar os lucros, cada seguradora escolhe o seu preço simultaneamente e não cooperativamente. De seguida, através da condição de primeira ordem dos problemas de maximização das funções lucro, obtemos as funções de melhor resposta. A partir deste resultado, conseguimos aferir os preços de equilíbrio e, conseqüentemente, o lucro dado pelo seguinte resultado.¹³

Proposição 1: *Num contexto de não discriminação de preços, os preços de equilíbrio oferecidos pelas seguradoras de automóvel para um seguro sem monitorização dos condutores são dados por:*

$$p_i^* = 1 + \bar{c} \text{ com } i = (A, B) \quad (6)$$

Conseqüentemente, tendo em conta os preços de equilíbrio, o lucro obtido por cada seguradora é o seguinte:

$$\Pi_i^* = \frac{1}{2} \text{ com } i = (A, B) \quad (7)$$

¹³ As condições de segunda ordem são respeitadas.

Prova: ver apêndice

De acordo com o resultado obtido, verifica-se que, num contexto de não discriminação de preços, o preço de equilíbrio depende do nível de diferenciação no mercado ($t = 1$) e do custo médio (\bar{c}). Além disso, como cada empresa pratica o mesmo preço, ambas continuam a partilhar o mercado e obtêm metade da procura de cada segmento.

De modo a avaliar os efeitos do modelo sem discriminação de preços no bem-estar global, temos que calcular o excedente do consumidor (EC^{sd}) e o lucro total (Π^{sd}). Como ponto de partida, sob o ponto de vista da teoria económica, o excedente do consumidor corresponde à diferença entre o montante máximo que o consumidor estaria disposto a pagar por determinada quantidade de um bem (preço de reserva) e o montante que efetivamente paga (preço de mercado). Por outras palavras, o excedente do consumidor mede o benefício que o consumidor obtém mediante a preferência por um determinado bem, neste caso por um seguro sem monitorização. O excedente do consumidor é definido da seguinte forma:

$$EC^{sd} = 2 \int_0^{1/2} (v - x - 1 - \bar{c}) dx$$

e

$$W^{sd} = EC^{sd} + \Pi^{sd}$$

Proposição 2: *Em equilíbrio, o excedente do consumidor com a prática de um preço uniforme é igual*

a:

$$EC^{sd} = v - \frac{5}{4} - \bar{c} \quad (8)$$

e o bem-estar global é:

$$W^{sd} = v - \frac{1}{4} - \bar{c} \quad (9)$$

Prova: ver apêndice

Assim sendo, como o nível de bem-estar depende positivamente do excedente do consumidor e do lucro de cada empresa, por sua vez, também depende positivamente do valor de reserva dos segurados e negativamente do custo de transporte e do custo médio.

3.3 MODELO COM DISCRIMINAÇÃO DE PREÇOS

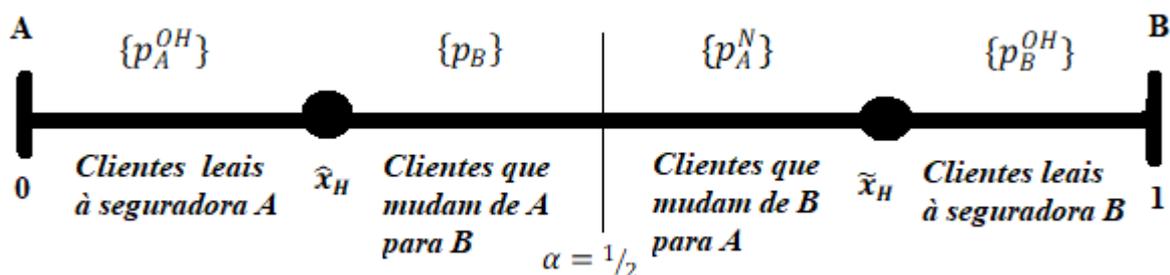
Nesta subsecção será desenvolvido o nosso modelo principal, assumindo, como referimos, que as empresas podem usar tecnologias para monitorizar o comportamento de condução que lhes permitem juntamente com as bases de dados sobre o histórico de compra dos segurados classificá-los em três segmentos: antigos de baixo risco; antigos de alto risco e novos. Com esta segmentação torna-se possível a prática de discriminação de preços (BCBPD), na medida em que cada empresa seleciona um preço direcionado para cada um destes segmentos.

Tendo presente que cada empresa detém metade da procura de cada segmento, isto é $\left(\alpha = \frac{1}{2}\right)$, a Figura 1 mostra-nos que o grupo de segurados localizados à esquerda (direita) de $\frac{1}{2}$ são os clientes atuais da seguradora A (B). Assim sendo, neste modelo, cada seguradora consegue distinguir entre o seu grupo de segurados (denominados de *Old (O)*), os condutores de alto risco (*H*) e os de baixo risco (*L*), sendo os preços dados por: p_i^{OH} e p_i^{OL} com $i = (A, B)$, respetivamente. Em contrapartida, aos segurados que adquiriram inicialmente o seguro à rival (designados de *New (N)*), ser-lhes-á cobrado outro preço, definido por p_i^N com $i = (A, B)$. Nesta linha de raciocínio, o espaço de estratégias para cada seguradora S_i com $i = (A, B)$ é definido por: $S_A = \{p_A^{OH}, p_A^{OL}, p_A^N\}$ e por $S_B = \{p_B^{OH}, p_B^{OL}, p_B^N\}$.

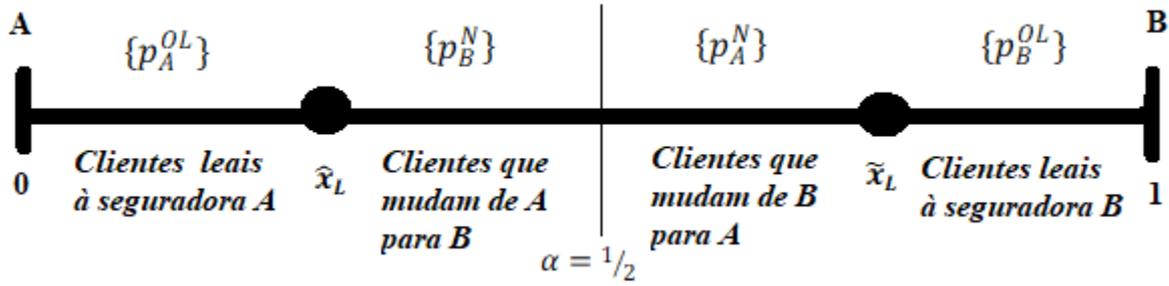
Adicionalmente, seguindo a abordagem de Fudenberg e Tirole (2000), iremos ver que mesmo que a seguradora pratique um preço menor para novos clientes, existirão sempre segurados que se mantêm leais à sua seguradora. Neste caso, os mesmos encontram-se localizados nos pontos mais próximos das empresas. Porém, a outra fração de segurados, localizada nos pontos mais afastados das mesmas, pode ser aliciada pelo preço da concorrente e, eventualmente, mudar para uma seguradora pela qual inicialmente foi revelada uma baixa preferência.

Figura 1 – Distribuição de segurados entre as empresas que discriminam preços

a) Segurados do tipo H



b) Segurados do tipo L



Desta forma, devido aos segurados serem heterogêneos em termos de nível de risco e de preferência, os mesmos contribuem de modo distinto para os lucros das empresas. Quer isto dizer que o lucro de cada seguradora está subdividido em três categorias em função do preço indicado pelo espaço de estratégias:

$$\Pi_i^{OH} = (p_i^{OH} - c_H) q_i^{OH}, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (10)$$

$$\Pi_i^{OL} = (p_i^{OL} - c_L) q_i^{OL}, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (11)$$

$$\Pi_i^N = (p_i^N - c_H) q_i^{NH} + (p_i^N - c_L) q_i^{NL}, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (12)$$

Visto que o jogo é simétrico, será suficiente determinar o equilíbrio focando-se apenas num segmento, isto é, ou no segmento $[0, \frac{1}{2}]$, referente à seguradora A, ou no segmento $[\frac{1}{2}, 1]$, correspondente à seguradora B. Posto isto, sem perda de generalidade vamos olhar para segmento dos clientes atuais da seguradora A.

A fim de resolver o jogo, começamos por determinar as funções procura q_A^{Ok} e q_B^{Nk} com $k = (H, L)$. Neste sentido, um consumidor do tipo H localizado em $[0, \frac{1}{2}]$, é indiferente entre ficar na seguradora A ou mudar para a seguradora B se e só se: $v - p_A^{OH} - \hat{x} = v - p_B^N - (1 - \hat{x}_H)$. Resolvendo em ordem a \hat{x}_H , obtemos:

$$\hat{x}_H = \frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OH}}{2} \quad (13)$$

Da mesma forma, um consumidor do tipo L localizado em $[0, \frac{1}{2}]$, é indiferente entre ficar na seguradora A ou mudar para a seguradora B se e só se:

$$\hat{x}_L = \frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OL}}{2} \quad (14)$$

Atendendo ao valores de \hat{x}_H e de \hat{x}_L , as funções procura para os antigos clientes da seguradora A (q_A^{Ok} , com $k = (H, L)$), localizados em $[0, \hat{x}_k]$, são dadas por:

(i) Se considerarmos clientes de alto risco:

$$q_A^{OH} = \lambda \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OH}}{2} \right) \quad (15)$$

(ii) Se considerarmos clientes de baixo risco:

$$q_A^{OL} = (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OL}}{2} \right) \quad (16)$$

É importante notar que $q_A^{OH}, q_A^{OL} \geq 0$. Por outras palavras, $q_A^{OH} = \min \left\{ 0, \lambda \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OH}}{2} \right) \right\}$ e $q_A^{OL} = \min \left\{ 0, (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OL}}{2} \right) \right\}$.

Como forma de determinar as funções procura para os novos clientes da empresa B (q_B^{Nk} com $k = (H, L)$), ou seja, aqueles que mudam da seguradora A para a seguradora B, localizados em $\left[\hat{x}_k, \frac{1}{2} \right]$, calculamos $\frac{1}{2} - \hat{x}_k$. Logo:

(i) Se considerarmos um cliente de alto risco que muda de A para B, temos:

$$q_B^{NH} = \lambda \left(\frac{1}{2} - \hat{x}_H \right) = \lambda \left(\frac{p_A^{OH} - p_B^N}{2} \right) \quad (17)$$

(ii) Se considerarmos um cliente de baixo risco que muda de A para B, temos:

$$q_B^{NL} = (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} - \hat{x}_L \right) = (1 - \lambda) \left(\frac{p_A^{OL} - p_B^N}{2} \right) \quad (18)$$

Novamente inferimos que $q_B^{NH}, q_B^{NL} \geq 0$. Logo, $q_B^{NH} = \min \left\{ 0, \lambda \left(\frac{p_A^{OH} - p_B^N}{2} \right) \right\}$ e $q_B^{NL} = \min \left\{ 0, (1 - \lambda) \left(\frac{p_A^{OL} - p_B^N}{2} \right) \right\}$. Como referido na nota de rodapé 12, nesta tese iremos analisar apenas a situação onde a adversária consegue captar os dois tipos de segurados. Logo iremos focar-nos no caso onde $p_A^{OH} > p_B^N$ e $p_A^{OL} > p_B^N$. Uma análise mais completa do modelo será deixada para investigação futura.

Assim sendo, como observado pela Figura 1, sabemos que cada tipo de consumidor localizado à esquerda de $\frac{1}{2}$ se depara com duas ofertas de preços, a saber: o preço da seguradora A direcionado ao seu tipo p_A^{Ok} , com $k = (H, L)$, e o preço que a seguradora B define para os novos clientes (p_B^N). Assim,

as funções lucro das empresas, respeitantes aos preços apresentados anteriormente, são apresentadas da seguinte forma:

$$\Pi_A^{OH} = (p_A^{OH} - c_H) \lambda \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OH}}{2} \right) \quad (19)$$

$$\Pi_A^{OL} = (p_A^{OL} - c_L) (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OL}}{2} \right) \quad (20)$$

$$\Pi_B^N = (p_B^N - c_H) \lambda \left(\frac{p_A^{OH} - p_B^N}{2} \right) + (p_B^N - c_L) (1 - \lambda) \left(\frac{p_A^{OL} - p_B^N}{2} \right) \quad (21)$$

No intuito de maximizar o lucro, cada empresa escolhe simultaneamente, e não cooperativamente, os preços p_A^{OH} , p_A^{OL} e p_B^N . Através do problema de maximização dos lucros e respetivas condições de primeira ordem, e tendo presente a simetria do jogo obtemos o seguinte resultado:

Proposição 3: *Num contexto de discriminação de preços com base no historial de compra e na monitorização dos segurados, os preços de equilíbrio direcionados a cada segmento são:*

$$p_i^{OH*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2}(c_H + c_L) + \frac{1}{2} \lambda \Delta, \quad \text{sendo } \Delta = c_H - c_L \quad (22)$$

$$p_i^{OL*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \lambda \Delta + c_L, \quad \text{sendo } \Delta = c_H - c_L \quad (23)$$

$$p_i^{N*} = \frac{1}{3} + \bar{c}, \quad \text{sendo } \bar{c} \text{ o custo médio dado por } \bar{c} = \lambda c_H + c_L(1 - \lambda) \quad (24)$$

Prova: ver apêndice

Tendo presente que estamos a analisar apenas a situação onde as seguradoras conseguem “roubar” os dois tipos de segurados devemos observar que $p_A^{OH} > p_B^N$ e $p_A^{OL} > p_B^N$. Daqui resulta que $\Delta < \frac{2}{3\lambda}$.

Como por simplificação assumimos que $\Delta < \frac{2}{3}$, a condição é válida para todo o λ .

Atendendo aos preços de equilíbrio, podemos averiguar o quanto a monitorização afeta as estratégias de preço direcionadas a cada tipo de condutor. Deste modo, a relação de comparabilidade destes preços mostrou o seguinte resultado:

Corolário 1: *As seguradoras oferecem melhores preços aos antigos clientes da adversária do que aos seus antigos clientes e, ainda, os antigos clientes de alto risco das empresas pagam um preço superior comparativamente aos antigos clientes de baixo risco, ou seja, $p_i^{OH*} > p_i^{OL*} > p_i^{N*}$, com $i = (A, B)$.*¹⁴

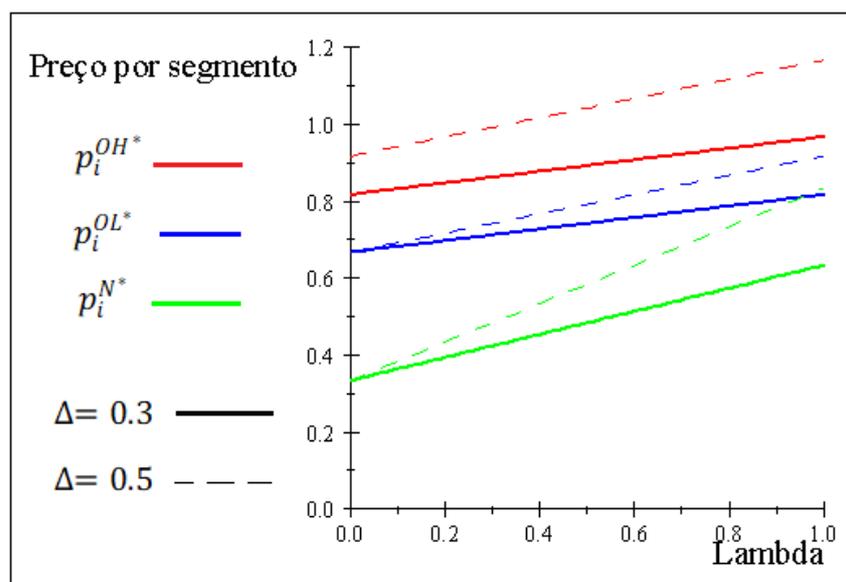
¹⁴ Atente-se que este resultado reproduz aquilo que foi estudado na literatura sobre BBPD.

Prova: ver apêndice

Não obstante, este resultado pode ser comprovado através da análise de uma representação gráfica com as funções preço das empresas. Nesta representação foram atribuídos valores aos parâmetros designados por: c_H (custo em servir segurados de alto risco) e c_L (custo em servir segurados de baixo risco). Os critérios assumidos para a atribuição dos valores aos parâmetros referidos respeitam as seguintes condições: números positivos, $c_H > c_L$ e $c_H - c_L < \frac{2}{3}$. Assim, numa primeira fase, foi considerado $c_H = 0,3$ e $c_L = 0$, dando origem a uma diferença a nível de custos entre clientes de alto e baixo risco de 0,3 ($\Delta = 0,3$). Posteriormente, numa segunda fase, foi estimado um aumento de c_H para 0,5, resultando numa diferença a nível dos custos igual a 0,5 ($\Delta = 0,5$). Em ambos os casos, pretendeu-se avaliar os efeitos da diferença a nível dos custos nos diferentes preços em função da proporção de condutores de alto risco (λ).

Assim, com base na Figura 2, confirma-se a seguinte ordem: o preço mais elevado, destacado a vermelho, refere-se ao que é direccionado aos antigos segurados de alto risco de ambas as seguradoras (p_i^{OH*}); seguidamente, numa posição inferior ao anterior e evidenciado a azul, está o preço cobrado aos antigos segurados de baixo risco das mesmas (p_i^{OL*}); por último, salientado a verde, encontramos o preço cobrado aos novos segurados das duas empresas (p_i^{N*}), sendo este considerado o preço mais baixo.

Figura 2 – Funções preço por segmento do modelo com discriminação de preços



Como mencionado anteriormente, o gráfico indica-nos que estes preços estão representados em função da proporção de condutores de alto risco (λ), de tal forma que evidencia uma relação crescente entre

as duas variáveis. Posteriormente, assinalado a tracejado, observamos um aumento da diferença de custos entre segurados de alto e de baixo risco. Assim, quanto maior for a heterogeneidade dos segurados em termos de custos, assim como da proporção de condutores de alto risco no mercado, todos os preços aumentam. Porém, os preços que exibem um aumento em maior proporção correspondem aos antigos clientes de alto risco e aos novos clientes, ainda que estes últimos continuem a beneficiar do preço mais baixo de todos.

Adicionalmente, com base na mesma figura, é possível constatar que a diferença de preços entre antigos e novos clientes diminui à medida que a proporção de condutores de alto risco aumenta, ou seja, $\frac{\partial(p_i^{OH^*} - p_j^{N^*})}{\partial\lambda} < 0$ e $\frac{\partial(p_i^{OL^*} - p_j^{N^*})}{\partial\lambda} < 0$, com $i, j = A, B$ sendo $i \neq j$. Por outras palavras, o *poaching* é menos atrativo, especialmente para os antigos condutores de baixo risco, quando a proporção de condutores de alto risco no mercado é elevada.

Conhecidas as estratégias de preços aplicadas a cada tipo de condutor, vejamos qual o impacto destas no lucro das empresas. Para o efeito, substituímos as equações preço (22), (23) e (24) nas respetivas funções lucro (Π_A^{OH} , Π_A^{OL} e Π_B^N) e obtivemos o seguinte:

Proposição 4: *Os lucros de equilíbrio, no caso de discriminação de preços com base nas preferências e no nível de risco dos segurados, são dados por:*

$$\Pi_i^{OH^*} = \frac{1}{72} \lambda (4 - 3\Delta(1 - \lambda))^2, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (25)$$

$$\Pi_i^{OL^*} = \frac{1}{72} (1 - \lambda) (3\lambda\Delta + 4)^2, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (26)$$

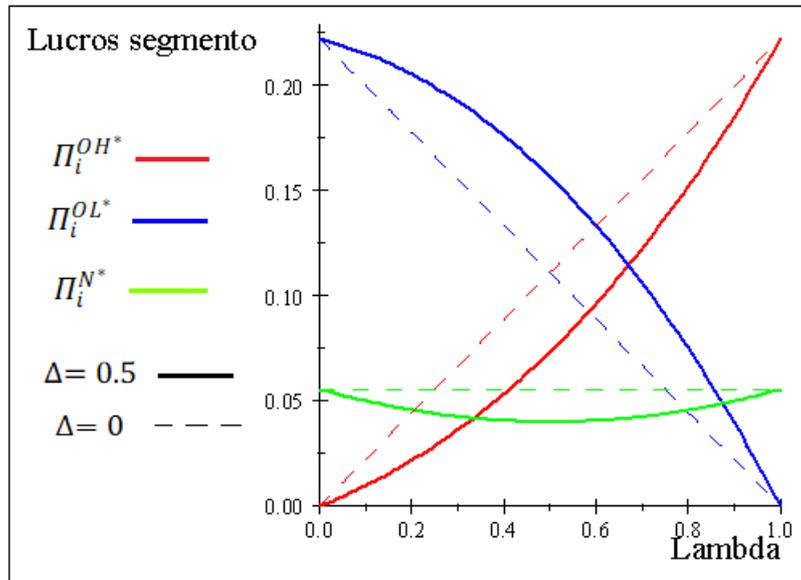
$$\Pi_i^{N^*} = \frac{1}{18} - \frac{1}{4} \lambda \Delta^2 (1 - \lambda), \quad \text{com } i = (A, B) \quad (27)$$

Prova: ver apêndice

Como forma de averiguar qual o tipo de cliente (antigos clientes do tipo *H* ou *L* ou novos clientes) que proporciona maior lucro às empresas, representamos num gráfico as funções lucro por segmento em função da proporção de condutores de alto risco (λ), tendo em consideração diferentes valores a nível da diferença de custos entre segurados de alto e de baixo risco (Δ). Novamente, os valores atribuídos a esta última variável tiveram em conta os mesmos critérios indicados em relação aos preços. Assim, numa primeira fase, foi estimada uma diferença a nível dos custos de 0,5 ($\Delta = 0,5$); posteriormente, verificou-se uma redução da mesma para 0 ($\Delta = 0$).

Na Figura 3, a vermelho está representada a função lucro das seguradoras quando servem antigos clientes de alto risco (Π_i^{OH*}), a azul encontramos a respetiva função lucro quando servem antigos clientes de baixo risco (Π_i^{OL*}) e, por último, a verde está assinalada a função lucro quando estas servem novos clientes (Π_i^{N*}).

Figura 3 – Lucro por segmento do modelo com discriminação de preços



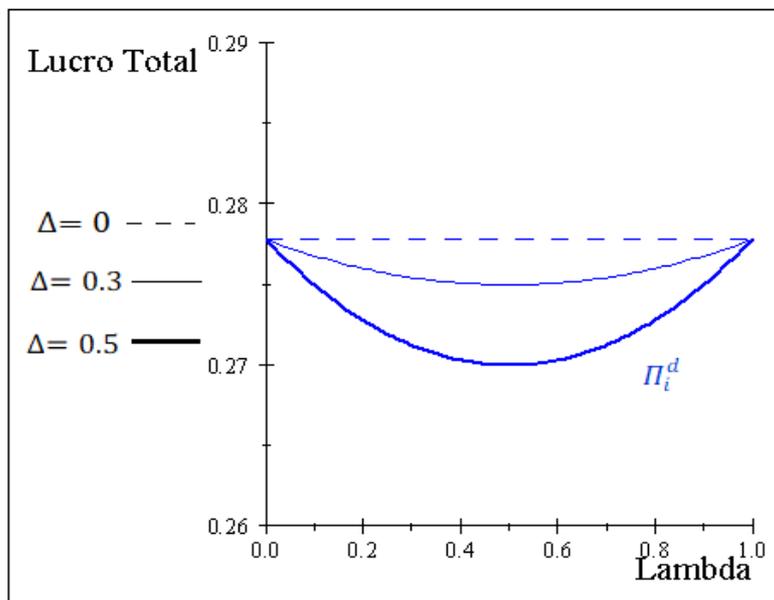
Assim, a interpretação do gráfico sugere-nos que, as seguradoras beneficiam, em termos de lucros, ter na sua base de clientes antigos clientes de baixo (alto) risco em relação aos antigos clientes de alto (baixo) risco e novos clientes quando a proporção de clientes de alto risco for suficientemente baixa (alta) e o nível de heterogeneidade dos segurados em termos de custos for suficientemente elevado (baixo). Contudo, tal como Subramanian *et al.* (2014), o nosso modelo prevê que as seguradoras podem lucrar ao adquirir clientes com alto custo, mas neste caso só é aplicado se e só se a proporção de clientes de alto risco no mercado for suficientemente alta e o nível de heterogeneidade dos segurados em termos de custos for suficientemente baixo.¹⁵ Intuitivamente, os clientes de alto risco são mais lucrativos quanto menor for o custo em servi-los e, por conseguinte, numa situação no qual exista uma proporção suficientemente alta de condutores de alto risco no mercado, pois nesta fase a concorrência torna-se menos intensa.

Desta feita, o lucro total de cada empresa é dado por: $\Pi_i^d = \Pi_i^{OH*} + \Pi_i^{OL*} + \Pi_i^{N*} = \frac{5}{18} - \frac{1}{8}\Delta^2\lambda(1 - \lambda)$, com $i = (A, B)$. Pretende-se, assim, avaliar os efeitos do lucro total da mesma forma como praticado anteriormente, mas neste caso a variável Δ é estimada em valores desde $\Delta = 0$ até $\Delta = 0,5$,

¹⁵ É importante notar que o caso de $\Pi_i^{OH*} \geq \Pi_i^{OL*}$ é verdadeiro apenas se $\lambda \geq \frac{1}{2}$ e $\Delta = 0$, o oposto verifica-se quando $\lambda < \frac{1}{2}$ e $\Delta = 0$.

passando por $\Delta = 0,3$, como mostra a Figura 4. Deste modo, o lucro total apresenta-se em forma de “U” e sugere-nos que, partindo de uma situação no qual $\lambda = 0$ há um decréscimo do lucro total, porém a partir de um certo momento cada seguradora beneficia com o aumento da proporção de condutores de alto risco no mercado.¹⁶ Neste sentido, o pior cenário que as empresas poderão alcançar será um caso onde a proporção de segurados de alto e baixo risco no mercado seja idêntica. Sendo este resultado ainda mais significativo quanto maior for o nível de heterogeneidade dos segurados em termos de custos $\left(\frac{\partial \pi_i^d}{\partial \Delta} < 0\right)$.

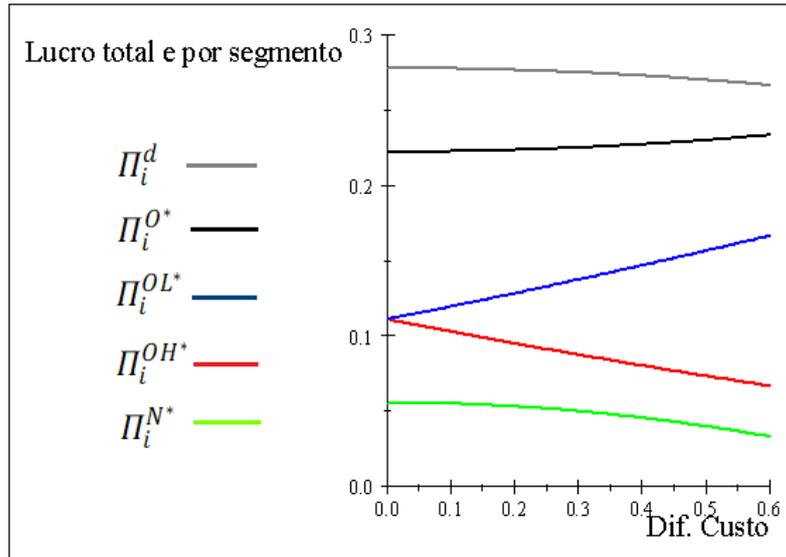
Figura 4 – Lucro total por empresa do modelo com discriminação de preços



Complementarmente ao já analisado, decidimos avaliar novamente o comportamento dos lucros, mas neste caso em função da diferença de custos entre segurados de alto e baixo risco $\left(\Delta < \frac{2}{3}\right)$, tendo em consideração uma situação na qual existe simetria na proporção de condutores de alto e baixo risco no mercado, ou seja, fixamos a variável λ em $\lambda = \frac{1}{2}$. Novamente, as cores definidas para as funções lucro da Figura 5 correspondem às mesmas da Figura 3, sendo que esta introduz duas novas funções. Em primeiro lugar e representada a cinzento, está a função lucro total de cada empresa. E, em segundo lugar e destacada a preto, encontramos a função que representa a soma dos lucros quando as seguradoras servem os antigos clientes do tipo H e do tipo L , definida por: $\Pi_i^{O*} = \Pi_i^{OH*} + \Pi_i^{OL*} = \frac{2}{9} + \frac{1}{8}\Delta^2\lambda(1 - \lambda)$, com $i = (A, B)$.

¹⁶ Isto é, $\frac{\partial \pi_i^d}{\partial \lambda} > 0$ sse $\lambda > \frac{1}{2}$, sendo que o contrário se verifica quando $\lambda < \frac{1}{2}$.

Figura 5 – Lucro por segmento e lucro total do modelo com discriminação de preços



Assim, a análise da Figura 5 sugere-nos que, à medida que os segurados são mais heterogêneos em termos de custos, o lucro das seguradoras aumenta quando servem antigos clientes de baixo risco e diminui quando servem antigos clientes de alto risco e novos clientes. Por essa razão, o lucro total de cada empresa revela uma tendência decrescente. Como esperado, quanto maior o diferencial de custos, torna-se mais significativo o facto de que é mais oneroso servir segurados de alto risco do que segurados de baixo risco ($c_H > c_L$). Por conseguinte, do ponto de vista geral, as seguradoras auferem sempre maiores lucros quando servem antigos clientes de ambos os tipos em relação aos novos clientes.

Seguidamente, com o intuito de avaliar os efeitos do modelo com discriminação de preços no bem-estar global ($W^d = EC^d + \Pi^d$), necessitamos de calcular a soma dos lucros de cada empresa e o excedente do consumidor de cada tipo.

No que concerne ao excedente do consumidor, será calculado para dois tipos: alto risco (H) e baixo risco (L). Como o modelo é simétrico, o excedente do consumidor para os segurados do tipo H (L) é composto por uma primeira parcela dedicada aos antigos clientes de alto risco (baixo risco) de uma das seguradoras e por uma segunda parcela referente aos clientes que mudam para uma das seguradoras, que são expressos da seguinte forma:

$$EC_H^d = 2 \int_0^{\hat{x}} (v - p_i^{OH*} - tx) dx + 2 \int_{\hat{x}}^{1/2} (v - p_i^{N*} - t(1-x)) dx, \text{ com } i = (A, B)$$

$$EC_L^d = 2 \int_0^{\hat{x}} (v - p_i^{OL*} - tx) dx + 2 \int_{\hat{x}}^{1/2} (v - p_i^{N*} - t(1-x)) dx, \text{ com } i = (A, B)$$

Proposição 5: *Em equilíbrio, o excedente do consumidor do tipo H sob o contexto de discriminação de preços com base no historial de compra e na monitorização dos condutores é igual a:*

$$EC_H^d = v - \frac{31}{36} + \frac{1}{8}(c_H - c_L)^2(\lambda - 1)^2 - \frac{1}{3}(c_H + 2c_L + 2\lambda(c_H - c_L)) \quad (28)$$

Similarmente, o excedente do consumidor do tipo L é dado por:

$$EC_L^d = v - \frac{31}{36} - c_L + \frac{1}{8}\lambda^2(c_H - c_L)^2 - \frac{2}{3}\lambda(c_H - c_L) \quad (29)$$

Prova: ver apêndice

Assim, o excedente total do consumidor é dado por: $EC^d = \lambda EC_H^d + (1 - \lambda)EC_L^d$, ou seja:

$$EC^d = v - \frac{31}{36} - c_L - \lambda\Delta + \frac{1}{8}\lambda\Delta^2(1 - \lambda) \quad (30)$$

Avaliando numericamente ambos os tipos de excedente do consumidor, necessitamos de atribuir não só valores aos parâmetros c_H e c_L , mas também a v (valor de reserva) e λ . Os critérios assumidos para a atribuição dos valores aos parâmetros referidos respeitam as seguintes condições: números positivos, v ser suficientemente elevado, $0 < \lambda < 1$, $c_H > c_L$ e $\Delta < \frac{2}{3}$.

As simulações presentes nas Tabelas 2 e 3 apresentam dois conjuntos de resultados para o excedente do consumidor dos tipos H e L , respetivamente. Assim, na Tabela 2, no primeiro conjunto, foram fixados os valores em $v = 4$, $\lambda = 0,5$ e $c_L = 0$ e, no segundo conjunto, foi representado um aumento de λ , alterando apenas o valor deste parâmetro para $\lambda = 0,8$. Assim, em cada conjunto foi analisado o efeito de um aumento em c_H no nível de excedente do consumidor do tipo H relativo a diferentes valores de λ . No que se refere à Tabela 3, no primeiro conjunto, foram fixados os valores em $v = 4$, $\lambda = 0,5$ e $c_H = 0,5$ e, no segundo conjunto, alterou-se apenas o valor de λ para $\lambda = 0,8$, tendo sido, neste caso, analisado o efeito de um aumento em c_L no nível de excedente do consumidor do tipo L , tendo em consideração diferentes valores de λ .

Tabela 1 – Exemplo numérico: excedente do consumidor do tipo H

Parâmetros		Excedente do consumidor: Tipo H	Parâmetros		Excedente do consumidor: Tipo H
$v = 4$	$c_H = 0$	3.14	$v = 4$	$c_H = 0$	3.14
$\lambda = 0,5$	$c_H = 0,3$	2.94	$\lambda = 0,8$	$c_H = 0,3$	2.88
$c_L = 0$	$c_H = 0,5$	2.81	$c_L = 0$	$c_H = 0,5$	2.71

Tabela 2 – Exemplo numérico: excedente do consumidor do tipo L

Parâmetros		Excedente do consumidor: Tipo L	Parâmetros		Excedente do consumidor: Tipo L
$v = 4$	$c_L = 0$	2.98	$v = 4$	$c_L = 0$	2.89
$\lambda = 0,5$	$c_L = 0,3$	2.77	$\lambda = 0,8$	$c_L = 0,3$	2.74
$c_H = 0,5$	$c_L = 0,5$	2.64	$c_H = 0,5$	$c_L = 0,5$	2.64

De acordo com os resultados, o excedente do consumidor para os segurados de alto e de baixo risco diminui à medida que a proporção de condutores de alto risco e os custos em servir os segurados aumentam, *ceteris paribus*. Neste sentido, evidencia-se uma relação inversa entre estas duas últimas componentes e os tipos de excedentes do consumidor, H e L . Assim sendo, o facto de os segurados ficarem prejudicados pelo aumento do preço quando a proporção de condutores de alto risco e a heterogeneidade dos segurados em termos de custos aumentam, reflete-se, sob o ponto de vista económico, num menor excedente para todos. Além disso, ao comparar os parâmetros comuns em ambas as tabelas, é possível constatar que o excedente do consumidor para os segurados de alto risco é inferior ao excedente do consumidor para os segurados de baixo risco.

3.3.1 ANÁLISE DO BEM-ESTAR SOCIAL

Esta subsecção investiga os efeitos do bem-estar da discriminação de preços, tendo por base as preferências e o nível de risco dos segurados. Note-se que, quando esta prática é possível, as seguradoras podem oferecer baixos preços aos clientes da adversária. Neste sentido, pretendemos perceber quantos segurados tencionam mudar de seguradora e quais as respetivas consequências a nível da eficiência. No caso da solução social ótima, cada consumidor adere ao seguro na empresa pela qual revela preferência; no entanto, é preciso ter em atenção que a discriminação de preços induz alguns

consumidores a adquirirem o seguro ineficientemente, levando-os a optar pela empresa que menos preferem.

Assim, calculados os valores de EC^d e do Π^d , o nível de bem-estar global (W^d) é representado do modo que se segue:

$$W^d = EC^d + 2\Pi_i^d$$

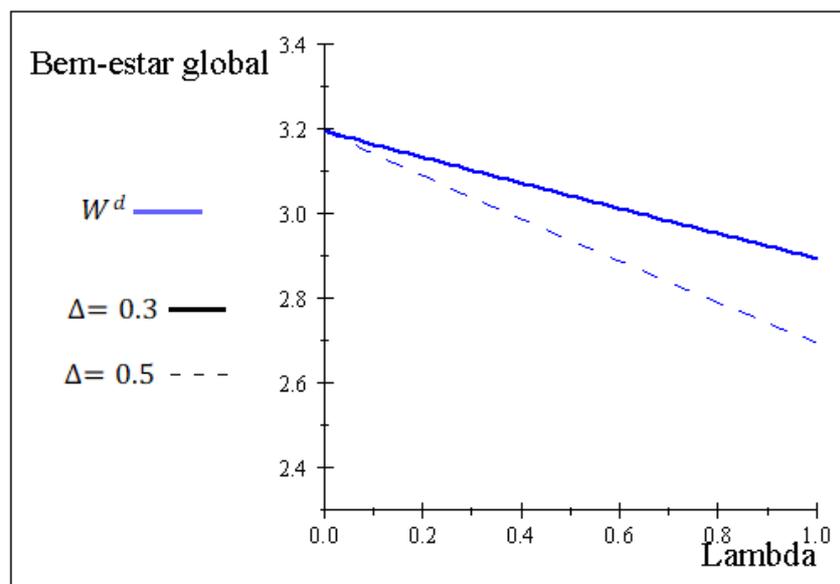
Proposição 6: *O nível de bem-estar global no caso da prática de discriminação de preços é igual a:*

$$W^d = v - \frac{11}{36} - c_L - \lambda\Delta - \frac{1}{8}\lambda\Delta^2(1 - \lambda) \quad (31)$$

Prova: ver apêndice

O gráfico abaixo representado demonstra o nível de bem-estar global em função da proporção de condutores de alto risco (λ), tendo em consideração diferentes valores a nível da diferença de custos entre segurados de alto e baixo risco (Δ). Novamente, para a simulação desta representação gráfica, foram considerados os mesmos critérios aos praticados anteriormente. Assim, os parâmetros aqui fixados foram v e c_L , sendo os respetivos valores dados por: $v = 4$ e $c_L = 0$. Neste sentido, foram analisados os efeitos do nível de bem-estar através de um aumento em c_H ao longo de uma escala de 0 a 1 do parâmetro λ . Realce-se que esse aumento provocou um valor distinto na diferença a nível dos custos que se encontra representado pela curva a tracejado.

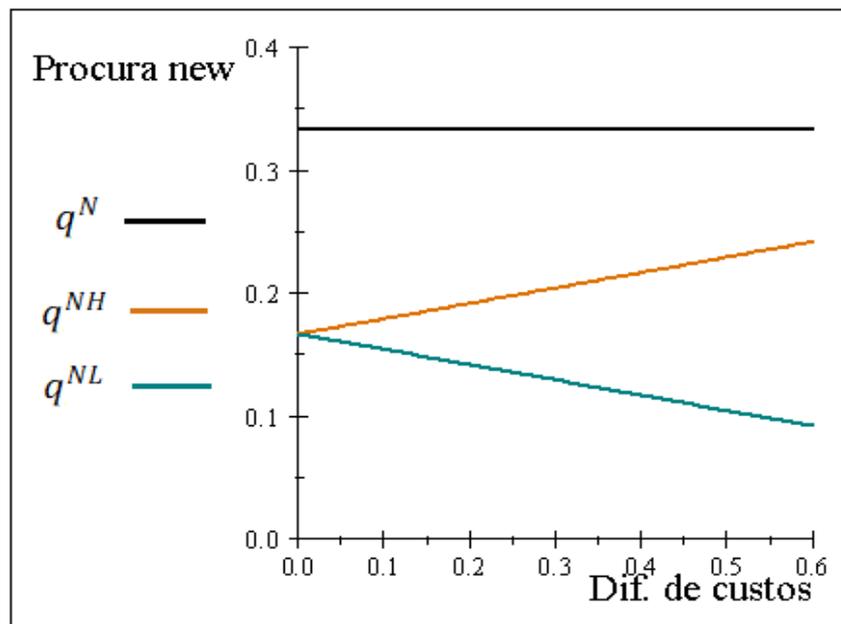
Figura 6 – Bem-estar global do modelo com discriminação de preços



Deste modo, observa-se que o nível de bem-estar diminui à medida que a proporção de condutores de alto risco aumenta e quanto mais heterogêneos forem os segurados em termos de custos, *ceteris*

paribus. Este resultado prevê que, no caso da discriminação de preços com base nas preferências e no nível de risco, o resultado de equilíbrio pode não ser totalmente eficiente, uma vez que alguns segurados poderão adquirir o seguro na empresa que menos preferem, suportando os custos de transporte. Nesta ordem ideias, como forma de avaliar o *switching*, representamos graficamente a procura total e por segmento dos novos clientes em função do diferencial de custos entre segurados de alto e baixo risco, tendo em consideração que $\lambda = \frac{1}{2}$ e $\Delta < \frac{2}{3}$.

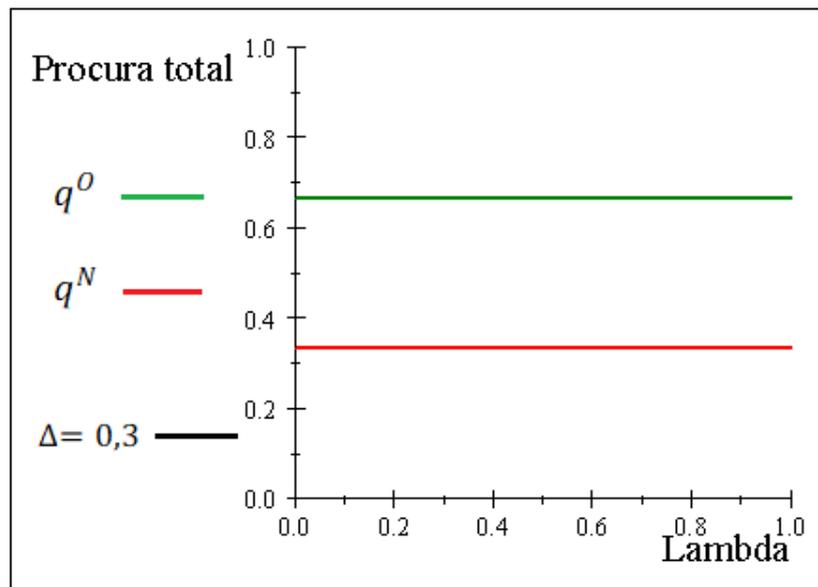
Figura 7 – Procura total e por segmento dos novos clientes



A análise da Figura 7 sugere-nos que, à medida que os segurados se tornam mais heterogêneos em termos de custos, alguns dos segurados de alto risco, mas também de baixo risco (embora de forma menos significativa), e que se localizam nos pontos mais afastados das empresas, mudam de seguradora, resultando na diminuição do nível de bem-estar social como analisado na Figura 6. Como já observado na análise dos preços de equilíbrio, nesta situação em específico, o *poaching* é menos atrativo, especialmente para os segurados de baixo risco, por essa razão a função procura dos novos clientes do tipo L se revela decrescente.

Porém, com base na Figura 8, ao analisarmos a procura num ponto de vista agregado, tanto para os novos clientes como para os antigos clientes, o modelo prevê que apenas $\frac{1}{3}$ dos segurados mudam da seguradora A para a B e vice-versa, enquanto $\frac{2}{3}$ se mantêm leais à empresa que escolheram inicialmente. Quer isto dizer que existe um maior número de segurados a adquirir o seguro na empresa que lhes está mais próxima ou, por outras palavras, os segurados mudam menos de seguradora em equilíbrio, melhorando o bem-estar social.

Figura 8 – Procura total dos novos e antigos clientes



É importante salientar que, este resultado é igual ao obtido por Fudenberg e Tirole (2000). Portanto, a proporção de consumidores que realizam o *switching*, numa situação de discriminação de preços com base no historial de compra é igual à proporção de segurados que mudam de empresa, num contexto de discriminação de preços com base na monitorização e no historial de compra, para qualquer valor de λ e de Δ .

4. DISCUSSÃO

O presente capítulo tem como principal objetivo comparar e discutir os resultados de equilíbrio obtidos em cada modelo, e já analisados separadamente no capítulo anterior, estabelecendo ainda um paralelo com a literatura existente.

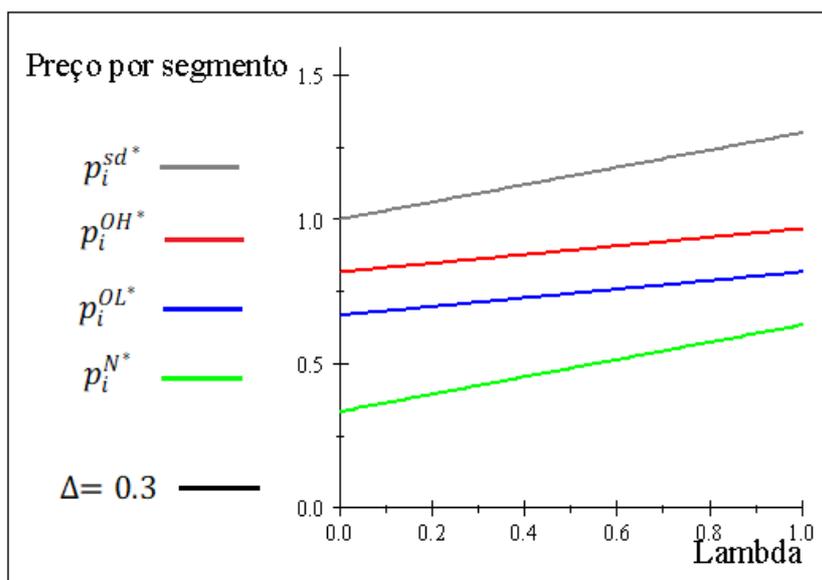
Na tabela que se segue, podemos encontrar o resumo dos principais resultados de cada modelo.

Tabela 3 – Resultados de equilíbrio

	Modelo sem DP	Modelo com DP
Preços	$p_i^{sd*} = 1 + \bar{c}$	$p_i^{OH*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2}(c_H + c_L) + \frac{1}{2} \lambda \Delta$ $p_i^{OL*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \lambda \Delta + c_L$ $p_i^{N*} = \frac{1}{3} + \bar{c}$
Lucro indústria	$\Pi^{sd} = 1$	$\Pi^d = \frac{5}{9} - \frac{1}{4} \lambda \Delta^2 (1 - \lambda)$
Excedente do consumidor	$EC^{sd} = v - \frac{5}{4} - \bar{c}$	$EC^d = v - \frac{31}{36} - c_L - \lambda \Delta + \frac{1}{8} \lambda \Delta^2 (1 - \lambda)$
Bem-estar	$W^{sd} = v - \frac{1}{4} - \bar{c}$	$W^d = v - \frac{11}{36} - c_L - \lambda \Delta - \frac{1}{8} \lambda \Delta^2 (1 - \lambda)$

Com base na Figura 9, se compararmos os preços de equilíbrio com e sem discriminação de preços em função da proporção de clientes de alto risco no mercado, tendo em consideração um diferencial de custos entre segurados de alto e baixo risco de 0,3, conseguimos aferir que quando as seguradoras têm a possibilidade de discriminar preços, praticam preços inferiores em relação à impossibilidade dessa prática. Complementarmente, a mesma figura evidencia que a diferença entre o preço sem discriminação e com discriminação aumenta à medida que a proporção de condutores de alto risco aumenta, isto é, $\frac{\partial(p^{sd*} - p_i^{OH*})}{\partial \lambda} > 0$, $\frac{\partial(p^{sd*} - p_i^{OL*})}{\partial \lambda} > 0$ e $\frac{\partial(p^{sd*} - p_i^{N*})}{\partial \lambda} = \frac{2}{3}$, com $i = A, B$. Desta forma, sendo o preço uniforme claramente superior em relação aos preços praticados com discriminação de preços, as empresas beneficiam em termos de lucros ao contrário dos consumidores, que saem prejudicados.

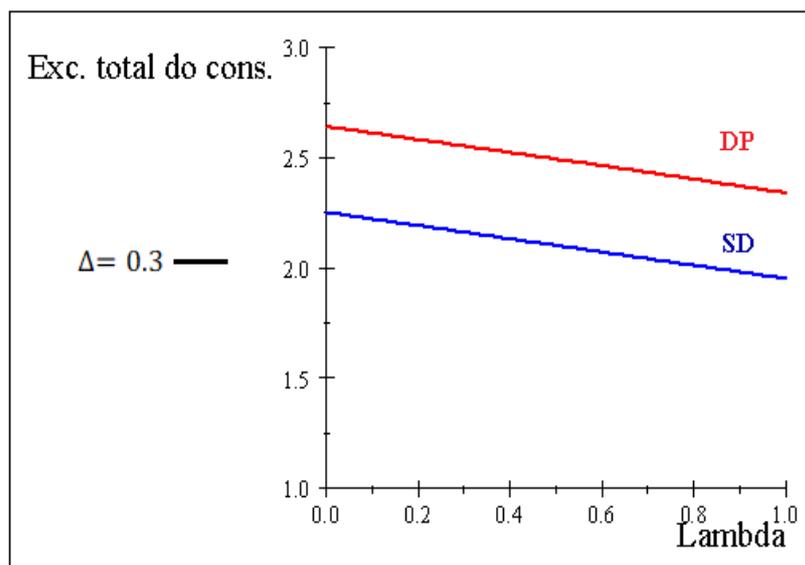
Figura 9 – Funções preço por segmento com e sem discriminação de preços



Assim sendo, o sistema de preços UBI vem colmatar a falha existente no sistema de preços de seguro tradicional, ao permitir distinguir os segurados consoante o seu nível de risco, isto é, os segurados de baixo risco pagam um preço inferior em relação aos segurados de alto risco. Neste sentido, os segurados de baixo risco consideram vantajosa a monitorização dos condutores e, conseqüentemente, a prática de discriminação de preços. O mesmo sucede com os segurados de alto risco, porque, apesar de serem prejudicados face aos de baixo risco, ao pagarem um preço mais elevado do que estes com a monitorização, este preço continua a ser inferior ao que era praticado sem monitorização.

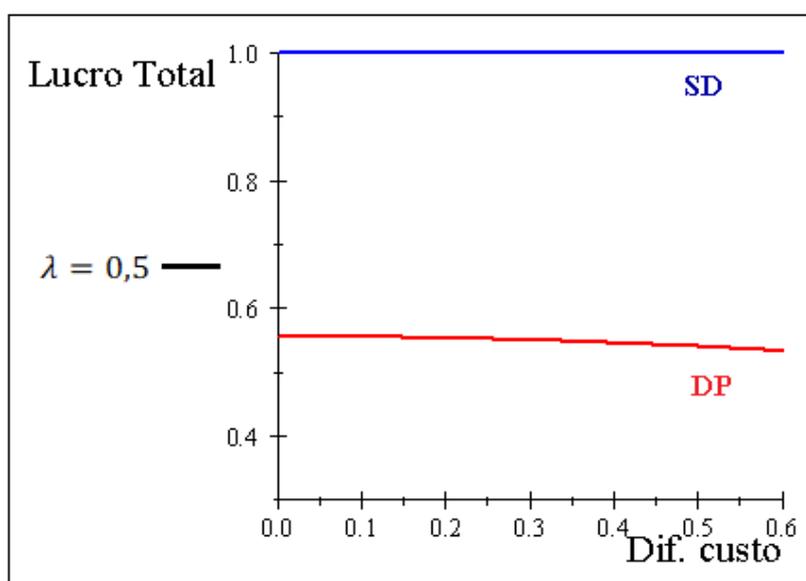
Por conseguinte, a Figura 10 representa o excedente total com e sem discriminação de preços da mesma forma como praticado para o caso dos preços de equilíbrio. Desta forma, a sua análise confirma o resultado de que o excedente do consumidor numa situação de discriminação de preços é superior em relação à prática de preço uniforme, respeitando os resultados obtidos na literatura em BBPD e em BCBPD. Na generalidade, este resultado sugere que o uso de dispositivos de telemática para propósitos de discriminação de preços com base na monitorização dos condutores é benéfico para os consumidores.

Figura 10 – Excedente total do consumidor dos modelos com e sem discriminação preços



Em contrapartida, ao comparar os lucros das seguradoras com e sem a discriminação de preços em função do diferencial de custos entre segurados de alto e baixo risco e considerando uma proporção simétrica de condutores de alto risco no mercado, os resultados sugerem que estas estariam melhor se não discriminassem. Deste modo, se as empresas introduzirem nos seus modelos de negócio o sistema de preços UBI, apenas dão incentivos aos segurados para melhorarem o seu comportamento de condução a fim de obterem reduções no preço, ao invés de auferirem maior lucratividade.

Figura 11 – Lucro total por empresa dos modelos com e sem discriminação de preços



É importante notar que o resultado de baixos lucros numa situação duopolista com discriminação de preços é já uma conclusão frequente na literatura. A discriminação de preços num contexto

concorrencial, como observado em Thisse e Vives (1998) e em Fudenberg e Tirole (2000), intensifica a concorrência em preços, o que se traduz numa redução dos preços e menores lucros para as empresas.

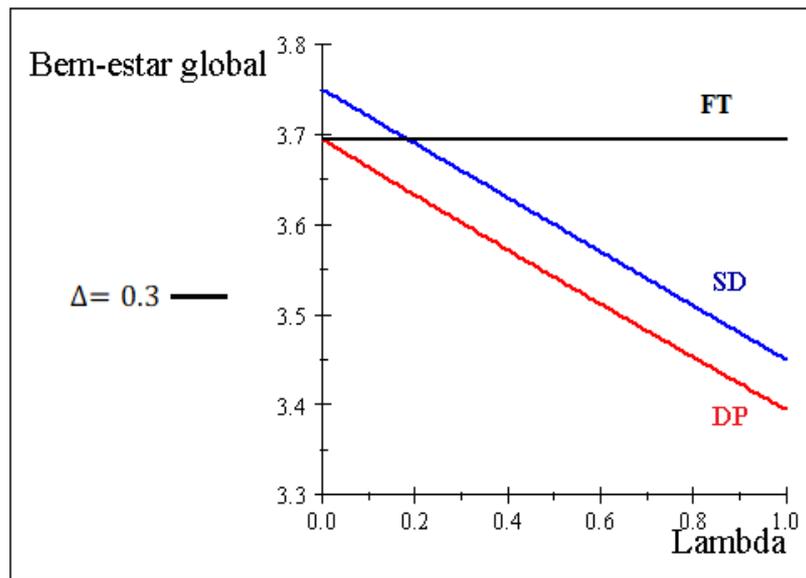
Por outro lado, no que diz respeito à teoria em BCBPD, Colombo (2018) mostra que, numa situação em que as empresas reconhecem os seus clientes para além das preferências, podem produzir maiores ou menores lucros do que o preço uniforme em função do nível de heterogeneidade do consumidor. No entanto, sendo o nosso modelo estático verificamos que as empresas, ao discriminarem preços para além das preferências, neste caso respeitante ao nível de risco dos segurados, não auferem, em qualquer momento, maiores lucros em relação ao preço uniforme.

No que diz respeito ao nível do bem-estar global, uma previsão comum da literatura existente em BBPD, e por sua vez em BCBPD, é que a discriminação de preços pode reduzir o bem-estar social devido às mudanças excessivas (como exemplo: Fudenberg e Tirole (2000) e Colombo (2018)). Neste sentido, representamos as funções bem-estar social com e sem discriminação de preços do nosso modelo e, ainda a função bem-estar de Fudenberg e Tirole (2000)¹⁷ da mesma forma como praticado para o caso do excedente do consumidor.

Assim, de acordo com a Figura 11, o modelo prevê que o bem-estar global é sempre mais elevado sob o regime de preço uniforme em relação à prática de discriminação de preços. Atente-se que o equilíbrio em preço uniforme é eficiente porque todos os consumidores adquirem o seguro à empresa que lhes está mais próxima. Por outro lado, quando as empresas reconhecem os seus clientes e os clientes da adversária, a discriminação de preços induz alguns consumidores a adquirirem o seguro na empresa mais distante, apesar de ser em menor número comparativamente àqueles que se mantêm leais, o bem-estar social diminui relativamente à prática de preço uniforme. Além disso, o mesmo sucede à medida que a proporção de condutores de alto de risco aumenta no mercado, uma vez que se torna mais oneroso para as empresas em servir esse tipo de condutores. Por essa mesma razão, o bem-estar global do nosso modelo diminui de forma mais significativa em relação ao bem-estar obtido por Fudenberg e Tirole (2000).

¹⁷ A função bem-estar no segundo período obtida por Fudenberg e Tirole (2000) é igual a $v - \frac{11}{36}$.

Figura 12 - Bem-estar global dos modelos com e sem discriminação de preços e do modelo de Fudenberg e Tirole (2000)



Do ponto de vista geral, segundo os resultados obtidos, o modelo presume que a adesão a tecnologias que permitem a monitorização da condução é benéfica para o consumidor. Em contrapartida, as empresas considerariam vantajoso não utilizar essa informação. Porém, é importante destacar que o modelo desenvolvido se baseia em pressupostos, os quais não contemplam todas as vertentes relacionadas com a monitorização dos condutores. Acredita-se, por exemplo, que a informação sobre a habilidade de cada empresa em monitorizar os seus segurados pode interferir com o resultado final. Quer isto dizer que é possível que as empresas, ao longo do tempo, introduzam novos indicadores nos seus modelos de preço de seguro ou contratem analistas para examinar com maior precisão os dados recolhidos, permitindo-lhes melhorar as suas receitas em relação à concorrência. Nesta ordem de ideias, admite-se que o presente modelo possui algumas limitações.

Em suma, segundo Husnjak *et al.* (2015, p. 820), “*UBI value is immanent not only for the user, but also for the entire ecosystem*”, o que significa que este se repercute a nível económico, social e ambiental. Consequentemente, acredita-se que o valor do sistema de preços UBI também se refletirá numa mais-valia para as empresas, na medida em que, se estas trabalharem proativamente no desenvolvimento de novas estratégias assentes na monitorização como forma de se destacarem da concorrência e, por sua vez, do mercado, provavelmente contornarão alguns dos efeitos negativos associadas à prática de discriminação de preços em oligopólio.

5. CONCLUSÕES

Desde que surgiram soluções tecnológicas e também condições para registar e processar grande volume de dados, de forma eficiente e em tempo real, as empresas dispõem da possibilidade de segmentar os clientes e discriminar preços com base na informação recolhida. No caso específico deste estudo, a emergência de dispositivos que permitem monitorizar a condução dos segurados possibilita às seguradoras de automóvel avaliarem com maior precisão o nível de risco dos seus segurados e, conseqüentemente, cobrarem prémios personalizados.

Neste sentido, a presente dissertação pretendeu fornecer uma revisão da literatura económica sobre os modelos de preço de seguro automóvel bem como sobre os estudos em BBPD, sendo que a extensão deste estudo para o contexto da indústria de seguros automóveis constitui o principal contributo desta investigação para a ciência. Com efeito, mediante recurso a um modelo estático de duopólio de Hotelling, esta dissertação procurou investigar em que medida a utilização de tecnologias de monitorização, com vista à discriminação de preços, afeta as estratégias de preços implementadas pelas seguradoras a cada tipo de condutor e avaliar os seus efeitos no bem-estar dos consumidores e no lucro das empresas. Por fim, comparamos os resultados obtidos a um modelo de referência no qual a prática de discriminação de preços não é permitida.

Note-se que, num contexto de discriminação de preços, cada empresa cobra diferentes preços aos seus clientes consoante o seu nível de risco e outro preço para os clientes que compraram inicialmente à rival. Assim, os resultados obtidos sugerem que as seguradoras, ao discriminar preços com base na monitorização, oferecem melhores preços aos antigos clientes da adversária do que aos seus antigos clientes e, tal como expectável, os antigos clientes de alto risco pagam um preço superior comparativamente aos antigos clientes de baixo risco.

Porém, do modo geral, o lucro total das seguradoras apresenta-se em forma de “U” revelando que as seguradoras auferem o lucro mínimo quando a proporção de condutores de alto e baixo risco for idêntica no mercado. Pelo contrário, as seguradoras auferem maiores lucros quando a proporção de condutores de alto risco no mercado for suficientemente baixa ($\lambda = 0$) ou suficientemente alta ($\lambda = 1$). Sendo este último resultado ainda mais significativo quanto menor for o nível de heterogeneidade dos segurados em termos de custos. Por conseguinte, nesta situação em específico ($\lambda > \frac{1}{2}$ e $\Delta = 0$), as seguradoras auferem maiores lucros quando servem antigos clientes de alto risco em relação aos antigos clientes de baixo risco e novos clientes. Por outro lado, o excedente do consumidor para os segurados de alto risco

é menor em relação aos de baixo risco. Atendendo a que a prática de discriminação de preços induz alguns consumidores a mudar de empresa resulta numa redução do bem-estar social.

Posteriormente, ao comparar os resultados anteriores aos obtidos sem discriminação de preços, chegamos à conclusão de que as empresas estariam melhor se não discriminassem, pois a utilização de informação sobre as preferências e o nível de risco dos segurados induz ao aumento da concorrência entre as empresas, o que se revela prejudicial em termos de lucros. Porém, os segurados consideram vantajosa a monitorização dos condutores, na medida em que esta lhes permite pagar menos pelo prémio de seguro em relação à não monitorização. Em contrapartida, o nível do bem-estar social é maior em preço uniforme comparativamente à prática de discriminação de preços.

Tendo isto em mente, apesar de não existir literatura que aborde um modelo idêntico ao que foi desenvolvido nesta dissertação, é possível efetuar algumas comparações. Relativamente às teorias em BBPD e BCBPD, o nosso modelo também conclui que a discriminação de preços, perante um ambiente concorrencial, assume-se como prejudicial para os lucros e para o bem-estar social, mas benéfica para os consumidores. Porém, sendo os estudos em BCBPD fundamentados em modelos com dois períodos, Colombo (2018) refere que a discriminação de preços, a partir de certo momento, é maior em relação à impossibilidade dessa prática. Apesar da discriminação de preços induzir as empresas a competirem ferozmente no segundo período, o aumento dos preços no primeiro período mais do que compensa a perda dos lucros no segundo período.

Finalmente, apesar das limitações subjacentes ao modelo teórico, no que diz respeito à habilidade de cada empresa em monitorizar os seus segurados estar além da análise desta investigação, seria interessante considerar no modelo em questão este indicador, assim como a disposição dos consumidores ao permitir às seguradoras a sua monitorização. Outra extensão da dissertação a considerar seria desenvolver outro modelo estático de duopólio de Hotelling para um contexto onde apenas uma das empresas discrimina preços e a outra pratica preço uniforme. Assim, estas e outras questões relacionadas são direcionadas para a investigação futura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, M. and Vickers, J. (2001). Competitive price discrimination. *The RAND Journal of Economics*, 32(4), 579-605.
- Azzopardi, M. and Cortis, D. (2013). Implementing automotive telematics for insurance covers of fleets. *Journal of Technology Management and Innovation*, 8(4), 59-67.
- Belleflamme, P. and Peitz, M. (2015). *Industrial organization: markets and strategies*. Cambridge University Press.
- Bian, Y., Yang, C., Zhao, J. and Liang, L. (2018). Good drivers pay less: A study of usage-based vehicle insurance models. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107, 20-34.
- Boucher, J., Pérez-Marín, A. and Santolino, M. (2013). Pay-as-you-drive insurance: the effect of the kilometers on the risk of accident. In *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, 19(3), 135-154.
- Brasher, E. (2018). Addressing the Failure of Anonymization: Guidance from the European Union's General Data Protection Regulation. *Colum. Bus. L. Rev.*, 209.
- Charles, V. and Gherman, T. (2013). Achieving competitive advantage through big data. Strategic implications. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 16(8), 1069-1074.
- Chen, Y. (1997). Paying customers to switch. *Journal of Economics & Management Strategy*, 6(4), 877-897.
- Chen, Y. and Zhang, Z. J. (2009). Dynamic targeted pricing with strategic consumers. *International Journal of Industrial Organization*, 27(1), 43-50.
- Colombo, S. (2018). Behavior and characteristic-based price discrimination. *Journal of Economics & Management Strategy*, 27(2), 237-250.
- Corts, K. (1998). Third-degree price discrimination in oligopoly: all-out competition and strategic commitment. *The RAND Journal of Economics*, 29(2), 306-323.
- Edlin, A. and Karaca-Mandic, P. (2006). The accident externality from driving. *Journal of Political Economy*, 114(5), 931-955.
- Esteves, R. (2009a). A survey on the economics of behaviour-based price discrimination (No. 5/2009). NIPE-Universidade do Minho.

Esteves, R. (2009b). Customer poaching and advertising. *The Journal of Industrial Economics*, 57(1), 112-146.

Esteves, R. (2010). Pricing with customer recognition. *International Journal of Industrial Organization*, 28(6), 669-681.

European Parliament (2019, April). Parliament approves EU rules requiring life-saving technologies in vehicles. Disponível em: <http://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20190410IPR37528/parliament-approves-eu-rules-requiring-life-saving-technologies-in-vehicles> [consultado em: 04/05/2019]

Fudenberg, D. and Tirole, J. (2000). Customer Poaching and Brand Switching. *The RAND Journal of Economics*, 31(4), 634-657.

Fudenberg, D. and Villas-Boas, J. (2006). Behavior-based price discrimination and customer recognition. T. J. Hendershott, ed. *Handbook on Economics and Information Systems*, 1. Elsevier, Amsterdam, 377-436.

Harold, H. (1929). Stability in competition. *Economic Journal*, 39(153), 41-57.

Helveston, M. (2016). Consumer Protection in the Age of Big Data. *Washington University Law Review*, 93, 859.

Husnjak, S., Peraković, D., Forenbacher, I. and Mumdziev, M. (2015). Telematics system in usage based motor insurance. *Procedia Engineering*, 100, 816-825.

Ma, Y., Zhu, X., Hu, X. and Chiu, Y. (2018). The use of context-sensitive insurance telematics data in auto insurance rate making. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 243-258.

Macho-Stadler, I. and Perez-Castrillo, D. (2005). *An Introduction to the Economics of Information*. (2nd ed.). Oxford University Press.

Mataija, L. and Schoubroeck, C. (2016, December). Telematics Insurance: Legal Concerns and Challenges in the EU Insurance Market. Disponível em SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2889408> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2889408> [consultado em: 29/10/2018]

McKinsey (2016, September). Monetizing car data. McKinsey & Company. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/monetizing-car-data> [consultado em 26/10/2018]

- Mikkelsen, D., Rowshankish, K., Soller, H. e Stamenov, K. (2017, August). Tackling GDPR compliance before time runs out. McKinsey & Company. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/tackling-gdpr-compliance-before-time-runs-out> [consultado em 08/11/2018]
- Pazgal, A. and Soberman, D. (2008). Behavior-based discrimination: Is it a winning play, and if so, when?. *Marketing Science*, 27(6), 977-994.
- Pequenino, K. (2019, April). Volante criado em Aveiro avisa o condutor quando está na hora de descansar. Disponível em: <https://www.publico.pt/2019/04/23/tecnologia/noticia/volante-criado-aveiro-avisa-condutor-hora-parar-1870229> [consultado em: 10/05/2019]
- Phlips, L. (1988), *The Economics of Price Discrimination*. Cambridge University Press.
- Pigou, A. (1920). *The economics of welfare*, 4th. London: Macmillam.
- Porrini, D. (2015). Risk classification efficiency and the insurance market regulation. *Risks*, 3(4), 445-454.
- Shaffer, G. and Zhang, Z. J. (2000). Pay to switch or pay to stay: preference-based price discrimination in markets with switching costs. *Journal of Economics & Management Strategy*, 9(3), 397-424.
- Shin, J. and Sudhir, K. (2010). A customer management dilemma: When is it profitable to reward one's own customers?. *Marketing Science*, 29(4), 671-689.
- Shin, J., Sudhir, K. and Yoon, D. (2012). When to “fire” customers: Customer cost-based pricing. *Management Science*, 58(5), 932-947.
- Subramanian, U., Raju, J. and Zhang, Z. (2014). The strategic value of high-cost customers. *Management Science*, 60(2), 494-507.
- The Travelers Companies Inc. (2018, October). IntelliDrive. Disponível em: <https://www.travelers.com/car-insurance/programs/Intellidrive> [consultado em: 28/10/2018]
- Thisse, J. and Vives, X. (1988). On the strategic choice of spatial price policy. *The American Economic Review*, 78(1), 122-137.
- Tikkinen-Piri, C., Rohunen, A. and Markkula, J. (2018). EU General Data Protection Regulation: Changes and implications for personal data collecting companies. *Computer Law & Security Review*, 34(1), 134-153.

Tselentis, D., Theofilatos, A., Yannis, G. and Konstantinopoulos, M. (2018). Public opinion on usage-based motor insurance schemes: A stated preference approach. *Travel Behaviour and Society*, 11, 111-118.

Tselentis, D., Yannis, G. and Vlahogianni, E. (2016). Innovative insurance schemes: pay as/how you drive. *Transportation Research Procedia*, 14, 362-371.

Tselentis, D., Yannis, G. and Vlahogianni, E. (2017). Innovative motor insurance schemes: A review of current practices and emerging challenges. *Accident Analysis & Prevention*, 98, 139-148.

Villas-Boas, M. (1999). Dynamic Competition with Customer Recognition. *RAND Journal of Economics*, 30(4), 604-631.

Wijnands, J., Thompson, J., Aschwanden, G. and Stevenson, M. (2018). Identifying behavioural change among drivers using Long Short-Term Memory recurrent neural networks. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 53, 34-49.

Yao, Y. (2018). Evolution of Insurance: A Telematics-Based Personal Auto Insurance Study. Evolution. University of Connecticut. Disponível em: https://opencommons.uconn.edu/srhonors_theses/590

APÊNDICES

A. METODOLOGIA

Nesta secção é apresentado as provas das proposições e do corolário.

Prova da proposição 1: Sendo \bar{c} o custo médio, dado por: $\bar{c} = \lambda c_H + c_L(1 - \lambda)$, maximizamos a função lucro de cada seguradora com respeito ao seu preço p_i , com $i = (A, B)$, e de seguida resolvendo a condição de primeira ordem dos problemas de maximização das respectivas funções lucro obtemos as funções de melhor resposta, dadas por:

$$\begin{aligned} \max_{p_i} \Pi_i &= (p_i - \bar{c}) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_j - p_i}{2} \right) \\ \frac{\partial \Pi_i}{\partial p_i} = 0 &\Leftrightarrow \frac{1}{2} (\bar{c} - 2p_i + p_j + 1) = 0 \\ \Leftrightarrow p_i &= \frac{1 + p_j + \bar{c}}{2}, \quad \text{com } i, j = (A, B) \text{ sendo } i \neq j \end{aligned} \quad (32)$$

Sendo o modelo simétrico, isto significa que podemos assumir $p^* = \frac{1+p^*+\bar{c}}{2}$, resolvendo em ordem a p^* , no EN, cada seguradora vende o seu seguro ao preço, dado por:

$$p_i^* = 1 + \bar{c}, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (33)$$

Dado os preços de equilíbrio e substituindo-os nas funções lucro, cada empresa possui o seguinte lucro em equilíbrio:

$$\Pi_i^* = \frac{1}{2}, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (34)$$

Prova da proposição 2:

$$\begin{aligned} EC^{sd} &= 2 \int_0^{1/2} (v - x - 1 - \bar{c}) dx \\ EC^{sd} &= 2 \left(\left[vx - cx - x - \frac{1}{2}x^2 + d \right]_{x=\frac{1}{2}} - \left[vx - cx - x - \frac{1}{2}x^2 + d \right]_{x=0} \right) \\ &= v - \frac{5}{4} - \bar{c} \end{aligned} \quad (35)$$

Logo, o nível de bem-estar global resume-se a:

$$W^{sd} = EC^{sd} + \Pi^{sd}$$

$$W^{sd} = v - \frac{5}{4} - \bar{c} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Leftrightarrow W^{sd} = v - \frac{1}{4} - \bar{c} \quad (36)$$

Prova da proposição 3: Cada seguradora maximiza a sua função lucro com respeito ao preço p_i^{OH} , p_i^{OL} e p_i^N com $i = (A, B)$.

$$\max_{p_A^{OH}} \Pi_A^{OH} = (p_A^{OH} - c_H) \lambda \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OH}}{2} \right) \quad (37)$$

$$\max_{p_A^{OL}} \Pi_A^{OL} = (p_A^{OL} - c_L) (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OL}}{2} \right) \quad (38)$$

$$\max_{p_B^N} \Pi_B^N = (p_B^N - c_H) \lambda \left(\frac{p_A^{OH} - p_B^N}{2} \right) + (p_B^N - c_L) (1 - \lambda) \left(\frac{p_A^{OL} - p_B^N}{2} \right) \quad (39)$$

Resolvendo a condição de primeira ordem dos problemas de maximização das respectivas funções lucro obtemos as funções de melhor resposta, dadas por:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_A^{OH}}{\partial p_A^{OH}} = 0 &\Leftrightarrow -\lambda \left(\frac{1}{2} (p_A^{OH} - p_B^N) - \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{2} \lambda (p_A^{OH} - c_H) = 0 \\ &\Leftrightarrow p_A^{OH} = \frac{1 + p_B^N + c_H}{2} \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_A^{OL}}{\partial p_A^{OL}} = 0 &\Leftrightarrow \frac{1}{2} (\lambda - 1) (p_A^{OL} - c_L) - (\lambda - 1) \left(\frac{1}{2} (p_B^N - p_A^{OL}) + \frac{1}{2} \right) = 0 \\ &\Leftrightarrow p_A^{OL} = \frac{t + p_B^N + c_L}{2} \end{aligned} \quad (41)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_B^N}{\partial p_B^N} = 0 &\Leftrightarrow \frac{1}{2t} (\lambda - 1) (p_B^N - c_L) + \frac{1}{2t} \lambda (p_A^{OH} - p_B^N) - \frac{1}{2t} \lambda (p_B^N - c_H) + \frac{1}{2t} (\lambda - 1) (p_A^{OH} \\ &\quad - p_A^{OL}) = 0 \\ &\Leftrightarrow p_B^N = \frac{\lambda p_A^{OH} + \lambda c_H + (1 - \lambda) p_A^{OL} + (1 - \lambda) c_L}{2} \end{aligned} \quad (42)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p_A^{OH} = \frac{1 + p_B^N + c_H}{2} \\ p_A^{OL} = \frac{1 + p_B^N + c_L}{2} \\ p_B^N = \frac{\lambda p_A^{OH} + \lambda c_H + (1 - \lambda) p_A^{OL} + (1 - \lambda) c_L}{2} \end{array} \right. \quad (43)$$

Resolvendo o sistema pelo método de substituição ou, computando as funções de melhor resposta no *software Scientific WorkPlace*, obtemos os preços do EN, dados por:

$$p_A^{OH*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2}(c_H + c_L) + \frac{1}{2}\lambda\Delta, \quad \text{sendo } \Delta = c_H - c_L \quad (44)$$

$$p_A^{OL*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2}\lambda\Delta + c_L, \quad \text{sendo } \Delta = c_H - c_L \quad (45)$$

$$p_B^{N*} = \frac{1}{3} + \bar{c}, \quad \text{sendo } \bar{c} \text{ o custo médio dado por } \bar{c} = \lambda c_H + c_L(1 - \lambda) \quad (46)$$

Prova do corolário 1: Primeiro, para verificar se o preço para os antigos segurados de alto risco das seguradoras (p_i^{OH*}) é maior que o preço para os antigos segurados de baixo risco das mesmas (p_i^{OL*}), tem de respeitar a seguinte condição: $\frac{2}{3} + \frac{1}{2}(c_H + c_L) + \frac{1}{2}\lambda(c_H - c_L) > \frac{2}{3} + \frac{1}{2}\lambda(c_H - c_L) + c_L \Leftrightarrow \frac{1}{2}(c_H + c_L) > c_L \Leftrightarrow c_H > c_L$. Dado que a condição respeita o nosso pressuposto, portanto podemos afirmar que $p_i^{OH*} > p_i^{OL*}$. Agora, vamos testar se o preço para os antigos segurados de baixo risco das seguradoras (p_A^{OL*}) é maior que o preço para os novos segurados das mesmas (p_i^{N*}), resolvemos a seguinte inequação: $\frac{2}{3} + \frac{1}{2}\lambda(c_H - c_L) + c_L > \frac{1}{3} + \lambda c_H + c_L(1 - \lambda) \Leftrightarrow c_H - c_L < \frac{2}{3\lambda}$. Isto significa que, para garantir que a empresa rival adquira novos clientes, ou seja, que ocorra o *poaching*, o custo em servir clientes de alto risco (c_H) tem de respeitar a seguinte condição: $c_H - c_L < \frac{2}{3\lambda}$. Por fim, de modo a averiguar se o preço para os antigos segurados de alto risco das seguradoras (p_i^{OH*}) é maior que o preço para os novos segurados das duas empresas (p_i^{N*}), tem de respeitar a seguinte condição: $\frac{2}{3} + \frac{1}{2}(c_H + c_L) + \frac{1}{2}\lambda(c_H - c_L) > \frac{1}{3} + \lambda c_H + c_L(1 - \lambda) \Leftrightarrow c_H - c_L > -\frac{2}{3(1-\lambda)}$. Esta condição como é sempre verdadeira, então $p_i^{OH*} > p_i^{N*}$.

Adicionalmente, como forma de restringirmos a variável do diferencial de custos entre segurados de alto e baixo risco (Δ) temos de ter em consideração que p_i^{N*} tem de ser superior aos custos, ou seja, $p_i^{N*} > c_H$ e $p_i^{N*} > c_L$. A partir daqui, resolvendo as expressões em ordem a Δ , obtemos: $\Delta < \frac{1}{3(1-\lambda)}$ e $\Delta > -\frac{1}{3\lambda}$, respetivamente. Neste sentido, sabendo que a diferença de custos entre segurados de alto e baixo risco (Δ) é sempre positiva e que o parâmetro $\lambda \in [0,1]$, logo restringimos a respetiva variável a $\Delta < \frac{1}{3(1-\lambda)} \wedge \Delta < \frac{2}{3\lambda}$. Assim sendo, se $\lambda < \frac{2}{3}$, então $\frac{1}{3(1-\lambda)} < \frac{2}{3\lambda}$, logo $\Delta < \frac{1}{3(1-\lambda)}$. Por outro lado, se $\lambda > \frac{2}{3}$, então $\frac{2}{3\lambda} < \frac{1}{3(1-\lambda)}$, portanto $\Delta < \frac{2}{3\lambda}$.

Prova da proposição 4: Dada as funções lucro:

$$\Pi_A^{OH} = (p_A^{OH} - c_H) \lambda \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OH}}{2} \right) \quad (47)$$

$$\Pi_A^{OL} = (p_A^{OL} - c_L) (1 - \lambda) \left(\frac{1}{2} + \frac{p_B^N - p_A^{OL}}{2} \right) \quad (48)$$

$$\Pi_B^N = (p_B^N - c_H) \lambda \left(\frac{p_A^{OH} - p_B^N}{2} \right) + (p_B^N - c_L) (1 - \lambda) \left(\frac{p_A^{OL} - p_B^N}{2} \right) \quad (49)$$

Substituindo p_A^{OH} por $p_i^{OH*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2}(c_H + c_L) + \frac{1}{2}\lambda\Delta$, p_A^{OL} por $p_i^{OL*} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2}\lambda\Delta + c_L$ e p_B^N por $p_i^{N*} = \frac{1}{3} + \bar{c}$, obtemos as seguintes funções lucro em equilíbrio:

$$\Pi_i^{OH*} = \frac{1}{72} \lambda (4 - 3\Delta(1 - \lambda))^2, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (50)$$

$$\Pi_i^{OL*} = \frac{1}{72} (1 - \lambda) (3\lambda\Delta + 4)^2, \quad \text{com } i = (A, B) \quad (51)$$

$$\Pi_i^{N*} = \frac{1}{18} - \frac{1}{4} \lambda \Delta^2 (1 - \lambda), \quad \text{com } i = (A, B) \quad (52)$$

Prova da proposição 5:

$$\begin{aligned} EC_H^d &= 2 \int_0^{\hat{x}} (v - p_i^{OH*} - tx) dx + 2 \int_{\hat{x}}^{1/2} (v - p_i^{N*} - t(1 - x)) dx, \text{ com } i = (A, B) \\ EC_H^d &= 2 \left(\left[vx - \frac{1}{2}xc_H - \frac{1}{2}xc_L - \frac{2}{3}x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}x\lambda c_H + \frac{1}{2}x\lambda c_L + d \right]_{x=\frac{1}{3}-\frac{1}{4}(1-\lambda)(c_H-c_L)} \right. \\ &\quad \left. - \left[vx - \frac{1}{2}xc_H - \frac{1}{2}xc_L - \frac{2}{3}x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}x\lambda c_H + \frac{1}{2}x\lambda c_L + d \right]_{x=0} \right) \\ &\quad + 2 \left(\left[vx - xc_L - \frac{4}{3}x + \frac{1}{2}x^2 - x\lambda c_H + x\lambda c_L + d \right]_{x=\frac{1}{2}} \right. \\ &\quad \left. - \left[vx - xc_L - \frac{4}{3}x + \frac{1}{2}x^2 - x\lambda c_H + x\lambda c_L + d \right]_{x=\frac{1}{3}-\frac{1}{4}(1-\lambda)(c_H-c_L)} \right) \\ &\Leftrightarrow EC_H^d = v - \frac{31}{36} + \frac{1}{8}(c_H - c_L)^2(\lambda - 1)^2 - \frac{1}{3}(c_H + 2c_L + 2\lambda(c_H - c_L)) \end{aligned} \quad (53)$$

$$EC_L^d = 2 \int_0^{\hat{x}} (v - p_i^{OL*} - tx) dx + 2 \int_{\hat{x}}^{1/2} (v - p_i^{N*} - t(1 - x)) dx, \text{ com } i = (A, B)$$

$$\begin{aligned}
EC_L^d &= 2 \left(\begin{aligned} &\left[vx - xc_L - \frac{2}{3}x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}x\lambda c_H + \frac{1}{2}x\lambda c_L + d \right]_{x=\frac{1}{3}+\frac{1}{4}\lambda(c_H-c_L)} \\ &- \left[vx - xc_L - \frac{2}{3}x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}x\lambda c_H + \frac{1}{2}x\lambda c_L + d \right]_{x=0} \end{aligned} \right) \\
&\quad + 2 \left(\begin{aligned} &\left[vx - xc_L - \frac{4}{3}x + \frac{1}{2}x^2 - x\lambda c_H + x\lambda c_L + d \right]_{x=\frac{1}{2}} \\ &- \left[vx - xc_L - \frac{4}{3}x + \frac{1}{2}x^2 - x\lambda c_H + x\lambda c_L + d \right]_{x=\frac{1}{3}+\frac{1}{4}\lambda(c_H-c_L)} \end{aligned} \right) \\
&\Leftrightarrow EC_L^d = v - \frac{31}{36} - c_L + \frac{1}{8}\lambda^2(c_H - c_L)^2 - \frac{2}{3}\lambda(c_H - c_L) \tag{54}
\end{aligned}$$

Prova da proposição 6:

$$\begin{aligned}
W^d &= EC^d + \Pi^d \\
&\Leftrightarrow W^d = v - \frac{31}{36} - c_L - \lambda\Delta + \frac{1}{8}\lambda\Delta^2(1 - \lambda) + 2 \left(\frac{5}{18} - \frac{1}{8}\lambda\Delta^2(1 - \lambda) \right) \\
&\Leftrightarrow W^d = v - \frac{11}{36} - c_L - \lambda\Delta - \frac{1}{8}\lambda\Delta^2(1 - \lambda) \tag{55}
\end{aligned}$$

ANEXO

A. REVISÃO DE LITERATURA

Tabela A1 – Prós e contras da utilização dos diferentes tipos de dispositivos de telemática

	Prós	Contras
<i>Dongle</i>	<ul style="list-style-type: none">• Baixos custos de instalação e administrativos;• Elevada precisão dos dados.	<ul style="list-style-type: none">• Não pode ser usado em veículos antigos (antes de 1996);• Curta esperança de vida (12 a 18 meses).
<i>Black box</i>	<ul style="list-style-type: none">• Fiável e mais seguro;• Providenciam dados mais detalhados do comportamento de condução (como velocidade, agressivas acelerações/desacelerações/ao curvar).	<ul style="list-style-type: none">• O maior custo de instalação e administrativo (necessita de ser instalado por profissionais);• Não pode ser transferido para outro veículo.
Dispositivo de telemática embutido	<ul style="list-style-type: none">• Ausência de custos de instalação;• Os dados coletados são altamente fiáveis e exatos.	<ul style="list-style-type: none">• Ausência de padronização dentro da indústria de fabricação de automóveis;• Incompatibilidade com os requisitos das seguradoras.
<i>Smartphone</i>	<ul style="list-style-type: none">• Grande capacidade de armazenar dados;• Ausência de custos de instalação;• Acesso a alta velocidade de <i>internet</i> permitindo a transmissão instantânea dos dados à seguradora.	<ul style="list-style-type: none">• Frequente ocorrência de irregularidades na aquisição dos dados (interferências de rede);• Potencial existência de fraude (o segurado pode deixar de levar consigo o <i>smartphone</i> como forma de evitar penalizações).

Fonte: Adaptado de Mataija e Schoubroeck (2016) e de Yao (2018)