

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE ECONOMIA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA FROTA
DE VIATURAS DE ALUGUER**

Pedro Ventura da Cruz

Dissertação

Mestrado em Gestão Empresarial

Trabalho efetuado sob a orientação da Professora Doutora Carla Alexandra E. F. Amado
e do Professor Doutor Sérgio Pereira dos Santos

2019

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE ECONOMIA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA FROTA
DE VIATURAS DE ALUGUER**

Pedro Ventura da Cruz

Dissertação

Mestrado em Gestão Empresarial

Trabalho efetuado sob a orientação da Professora Doutora Carla Alexandra E. F. Amado
e do Professor Doutor Sérgio Pereira dos Santos

2019

Declaração de Autoria e Copyright

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA FROTA DE VIATURAS DE ALUGUER

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem bibliográfica.

Pedro Ventura da Cruz

Direitos de Cópia ou Copyright

© Copyright (Pedro Ventura da Cruz)

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro modo conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor.

“Menos que tudo, é pouco mais que o nada.”

À Vera, pela motivação e perseverança fundamentais para que este ciclo fosse cumprido na sua totalidade e à minha família, pelo encorajamento e condições que sempre me proporcionaram.

Agradeço à empresa que desde o início demonstrou abertura e flexibilidade para que este trabalho se realizasse e agradeço à Professora Doutora Carla Alexandra E. F. Amado e ao Professor Doutor Sérgio Pereira dos Santos o apoio e empenho manifestados ao longo de toda a orientação desta dissertação.

RESUMO

A frota das empresas de aluguer de automóveis é constituída por várias viaturas de diferentes marcas e modelos separadas em grupos de aluguer que se diferenciam pelos respetivos segmentos de viaturas. Determinar quais as marcas e modelos mais eficientes numa perspetiva sustentável (incluindo a vertente económica, a vertente de satisfação dos clientes e a vertente de proteção ambiental), revela-se como uma tarefa útil na medida em que permite à empresa tomar decisões mais assertivas em fases de aquisição de novas viaturas.

O objetivo deste trabalho assenta na determinação e comparação dos níveis de eficiência das 224 viaturas que integraram a frota de uma empresa de aluguer de viaturas durante os 365 dias do ano de 2018. Esta análise de *benchmarking* foi desenvolvida recorrendo a um modelo de *Data Envelopment Analysis* (DEA), determinando-se assim a eficiência relativa de cada unidade tendo em consideração os níveis de *inputs* (recursos) e *outputs* (resultados).

A utilização do DEA no cálculo da eficiência de unidades homogéneas apresenta-se como um método vantajoso, pois permite uma fácil interpretação da comparação das diferentes unidades recorrendo a múltiplas variáveis de diferentes dimensões.

Os resultados obtidos com esta análise permitem identificar as marcas e os segmentos de viaturas que globalmente se apresentam como melhor alternativa para esta empresa desenvolver a sua atividade com maior nível de eficiência.

Palavras-chave: Aluguer de Automóveis, Análise DEA, *Benchmarking*, Eficiência Técnica Pura, Comparação de Modelos Automóveis.

ABSTRACT

The fleet of car rental companies is constituted by several different car brands and models separated in rental groups which are differentiated by the respective vehicle segments. Determining which brands and models are most efficient from a sustainable perspective (including the economic, customer satisfaction and environmental dimensions), is a useful task as it allows the company to make more assertive decisions in the acquisition phase of new vehicles.

The objective of this study is to determine and compare the efficiency levels of the 224 cars that were part of the fleet of a car hire company in the 365 days of 2018. This benchmarking analysis was performed by a Data Envelopment Analysis (DEA) model, determining the relative efficiency of each unit considering the levels of inputs (resources) and outputs (results).

The use of DEA in the calculation of homogeneous efficiency units is presented as an advantageous method, since it allows an easy interpretation of the comparison of different units using multiple variables of different dimensions.

The results obtained with this analysis can identify the brands and segments of vehicles that are globally presented as the best alternative for this company to develop their activity more efficiently.

Keywords: Car Rental, DEA Analysis, Benchmarking, Pure Technical Efficiency, Comparison of car models.

ÍNDICE GERAL

I.	ÍNDICE DE FIGURAS	vi
II.	ÍNDICE DE TABELAS	vii
Capítulo 1.	INTRODUÇÃO	1
Capítulo 2.	REVISÃO DA LITERATURA	5
Capítulo 3.	A TÉCNICA DEA	23
Capítulo 4.	APLICAÇÃO DO DEA AO ALUGUER DE VIATURAS	31
4.1	DEFINIÇÃO DO MODELO DE DEA	34
4.2	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	41
4.3	IMPLICAÇÕES DOS RESULTADOS	51
Capítulo 5.	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
	APÊNDICES	60

I. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Representação da fronteira de eficiência do modelo VRS	24
---------------------------------------------------------------------------	----

II. ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Estudos de comparação de modelos automóveis com a técnica DEA	11
Tabela 4.1 – Constituição da frota de aluguer a 31 de dezembro de 2018	33
Tabela 4.2 – Valores das estatísticas descritivas dos pesos das variáveis do modelo DEA considerando alguns <i>outputs</i> como não controláveis e da taxa de eficiência	42
Tabela 4.3 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo A	42
Tabela 4.4 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo B	43
Tabela 4.5 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo C	44
Tabela 4.6 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo D	45
Tabela 4.7 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo E	46
Tabela 4.8 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo F	46
Tabela 4.9 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo G	47
Tabela 4.10 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo H	47
Tabela 4.11 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo I	48
Tabela 4.12 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo J	49
Tabela 4.13 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo K	49
Tabela 4.14 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo M	49
Tabela A1 – Resultados do modelo DEA por grupos de aluguer	61
Tabela A2 – Resultados do modelo DEA grupos: A, B e C	65
Tabela A3 – <i>Ranking</i> de eficiência por marca dentro da cada grupo	67

Capítulo 1. INTRODUÇÃO

O tecido empresarial da região do Algarve está, na sua grande maioria, ligado direta ou indiretamente ao setor do turismo. O grande desenvolvimento demográfico da região nos últimos anos teve como principal fator impulsionador a atividade turística, tendo esta a sazonalidade como sua principal fragilidade. Por mais que se criem condições para o desenvolvimento de atividades económicas complementares, que possam de certa forma circundar esta lacuna, o facto é que durante os meses de inverno a ocupação turística no Algarve é muito inferior ao seu verdadeiro potencial.

Hotelaria, restauração e um leque alargado de outros serviços complementam-se, dando resposta às necessidades de quem vive e sobretudo de quem escolhe o Algarve como destino turístico. A atividade de aluguer de viaturas apresenta uma importância significativa na economia e conseqüente desenvolvimento regional. Está fortemente relacionada com o turismo, surgindo como um complemento cada vez mais indispensável a este setor. Afirmando-se o Algarve como uma das regiões de eleição de oferta turística em Portugal e local onde a disponibilidade e diversidade de transportes públicos fica aquém do necessário, atividades relacionadas com a mobilidade têm vindo a ganhar margem para atuar com sucesso.

No mercado, identificam-se essencialmente dois tipos de empresas de *rent a car*. De um lado as multinacionais, empresas de renome, de grande dimensão, sendo na sua maioria já conhecidas pelos potenciais clientes. Do outro lado estão as empresas locais, algumas já enraizadas no mercado, que têm vindo a crescer, acompanhando o desenvolvimento da região, havendo também outras mais recentes que têm surgido deste mesmo crescimento económico.

O público alvo das empresas de *rent a car* são os clientes de turismo. No entanto, a forma como é visto o automóvel nos dias de hoje na sociedade é diferente da típica definição dos finais do século XX. Atualmente, a perceção do automóvel já não passa tanto por ver este como um bem próprio, mas sim como um serviço de mobilidade. A opção de alugar esporadicamente uma viatura, quando necessário, ou efetuar alugueres

de longa duração, ao invés da sua compra, manutenção e encargos constantes, começa a ser vista como uma prática recorrente por parte de empresas e particulares.

As empresas definem-se pelas suas escolhas. As estratégias de posicionamento e comunicação revelam-se importantes fatores com implicação direta nos resultados. Para além destes, um dos principais desafios das empresas de aluguer de automóveis assenta na escolha dos veículos a adquirir aquando da renovação e reforço da frota de aluguer. Estas escolhas, que geralmente recaem sobre as tendências e ofertas do mercado, são determinantes para os resultados de eficiência da empresa.

Identificar os modelos e segmentos de viaturas mais eficientes permitirá à empresa de aluguer determinar quais os veículos que deve comprar, a quais deve dar prioridade nos alugueres e a quais deve forçar a venda, no sentido de melhor gerir a sua frota, com os objetivos de aumentar a rentabilidade, aumentar a satisfação dos clientes e minimizar o impacto ambiental.

Outras dificuldades das empresas deste setor prendem-se com a definição da dimensão e diversificação da frota bem como determinar as fases de compra e venda das viaturas (Oliveira *et al*, 2017). Devido à escassez de publicações relativas à eficiência de empresas de aluguer de viaturas e sobre a temática concreta da gestão de frotas, e tendo em consideração a complexidade de opções a ter em conta nas empresas deste setor no que toca à renovação da frota, parece fazer sentido e haver espaço para o desenvolvimento de um estudo inovador de eficiência que aborde esta temática.

Este estudo pretende identificar através de uma análise de *benchmarking*, quais as marcas, modelos e segmentos de viaturas de aluguer mais eficientes de acordo com a aplicação da técnica DEA – *Data Envelopment Analysis*, numa empresa sediada no Algarve, que atua neste mercado há mais de 25 anos e que tem procurado, com sucesso, a expansão nacional.

Os trabalhos já publicados por recurso à técnica DEA desenvolvidos para o setor automóvel são na sua grande maioria direcionados à avaliação dos veículos na perspetiva dos consumidores particulares enquanto compradores. Apesar do conceito de eficiência

remeter para o mesmo objetivo (otimização dos resultados obtidos com base num conjunto de recursos), a adaptação das análises para a perspetiva das empresas de aluguer requer uma maior complexidade. Os estudos sobre gestão de frotas de aluguer são escassos e direcionados para empresas de grandes dimensões, casos em que a frota é segmentada geograficamente, onde as estações próximas partilham a mesma fração da frota, sendo um dos maiores desafios o equilíbrio em termos de diversidade e disponibilidade de viaturas pelos grupos geográficos estabelecidos.

Assim, esta aplicação da técnica DEA à gestão de frotas de aluguer apresenta-se como um trabalho original e inovador, que permitirá identificar quais as viaturas mais eficientes em termos de aluguer na empresa em estudo, podendo ser adaptado posteriormente a outras organizações. Este método de comparação de modelos automóveis apresenta-se vantajoso, pois permite comparar as viaturas com base em vários critérios de diferentes unidades de medida sem que seja necessário estipular quais os pesos a atribuir a cada variável.

A empresa em estudo tem como *core business* a atividade de *rent a car*, dispendo para o efeito de uma frota de aluguer que ronda as 400 viaturas de cerca de 100 modelos diferentes, separados em 21 grupos de aluguer. A frota está em constante renovação, uma vez que a empresa conta também com um departamento de vendas, que tem como foco a renovação das viaturas, tendo como prioridade de venda os automóveis mais antigos e com mais quilómetros.

O desenvolvimento da técnica DEA consiste na identificação da eficiência das DMUs – *Decision Making Units*, utilizando para o efeito dados relativos ao uso de recursos (*inputs*) e à obtenção de resultados de produção (*outputs*) nas várias DMUs, num certo período. Neste estudo, as unidades de análise (DMUs) consistem nos vários modelos de viaturas que constituem a frota de aluguer da empresa. A eficiência relativa é determinada pelo rácio dos *outputs* pelos *inputs*, ou seja, os resultados pelos recursos, permitindo identificar quais os modelos de viaturas que com menos recursos apresentam melhores resultados (Sherman & Zhu, 2006).

A complexidade da constituição deste modelo DEA vai para além da compilação de dados económicos. Para o cálculo da eficiência de cada unidade serão tidos em consideração também dados técnicos, dados relativos à satisfação dos clientes e dados alusivos ao impacto ambiental causado pelas viaturas. A eficiência económica está associada a resultados positivos, mas será sempre um dado referente ao presente. Outros fatores não poderão ser colocados de parte se tivermos como objetivo a sustentabilidade da empresa. A dimensão económica reflete uma visão de desempenho de curto prazo enquanto que as dimensões de satisfação dos clientes e ambiental representam uma visão de longo prazo, essenciais para a sustentabilidade empresarial.

O modelo DEA é aplicado às viaturas por grupos de aluguer. Após estarem identificados os modelos de viaturas que apresentam maior eficiência, a empresa terá condições para, com estes resultados, efetuar escolhas mais acertadas na altura de renovar a frota. Esta análise tem também como objetivo identificar os grupos de aluguer que apresentam maior e menor eficiência, sendo assim possível a identificação do segmento de viaturas em que se deve reforçar o investimento ou a própria descontinuação por parte da empresa. As conclusões do estudo poderão até sugerir que em alguns casos possa ser conveniente a reestruturação de grupos de aluguer.

Pretende-se que esta dissertação de mestrado contribua para o desenvolvimento da literatura relativa ao tema da eficiência abordando a técnica de *Data Envelopment Analysis*, preenchendo a lacuna existente no setor automóvel, concretamente na área do aluguer de viaturas.

De seguida será realizada uma breve revisão da literatura sobre o uso do método DEA na comparação de modelos automóveis bem como uma abordagem à temática da gestão de frotas, seguida da descrição de forma sucinta da metodologia DEA. A discussão do modelo conceptual usado para aplicação do método e a análise dos resultados relativos aos modelos de viaturas da empresa em estudo será abordada detalhadamente na parte final do trabalho, antecedendo a conclusão.

Capítulo 2. REVISÃO DA LITERATURA

Numa empresa de aluguer de automóveis, a eficiência das viaturas de aluguer relaciona-se diretamente com o desempenho da empresa. A avaliação de desempenho de uma organização nos dias de hoje deve compreender três vertentes essenciais: a económica, a ambiental e a social, de onde se destaca a satisfação dos clientes (Elkington, 1994). O conceito de sustentabilidade corporativa atual passa pela definição de estratégias que beneficiem simultaneamente a empresa, os seus clientes e o meio ambiente. Torna-se assim relevante avaliar o desempenho das viaturas, de forma a identificar aquelas que melhor contribuem para a maximização dos resultados da empresa em termos globais.

Existem vários indicadores que podem ser analisados na determinação da eficiência das viaturas, como por exemplo a rentabilidade gerada pela viatura para a empresa de aluguer, o nível de satisfação gerado nos clientes ou o nível de poluição emitido. Aplicar um modelo de análise que incorpore todas estas variáveis constituirá uma mais-valia para as empresas, que poderão com maior facilidade e confiança identificar as viaturas que melhor se adaptam aos seus propósitos. A utilização da técnica DEA apresenta-se como uma forma possível e viável de alcançar estes resultados, na medida em que permite desenvolver modelos abrangentes, incorporando várias variáveis de diferentes origens e unidades de medida.

Para além da técnica DEA, o cálculo de eficiência das viaturas pode ser determinado recorrendo a outros métodos como por exemplo a análise de rácios, a Produtividade Total dos Fatores, o Método dos Mínimos Quadrados, ou a Análise Estocástica da Fronteira de Produção (Lieberman & Dhawan, 2005). As principais vantagens da aplicação do modelo DEA em relação a outros métodos assentam na não necessidade de desenvolver previamente uma função de produção teórica e inflexível. Em específico, a possibilidade de incluir múltiplas variáveis de diferentes unidades de medida e não ser necessário determinar o peso a atribuir a cada variável (Avkiran & Rowlands, 2008). Acresce ainda que para cada unidade ineficiente é possível identificar os valores que estas deveriam assumir de *input* e *output*, para que se tornem eficientes e para cada DMU ineficiente é identificada também a unidade ou grupo de unidades eficientes com

características semelhantes, as quais lhes servem como referências de aprendizagem (Sherman & Zhu, 2006).

A literatura científica sobre a temática da gestão de frotas de aluguer é reduzida e aborda essencialmente empresas multinacionais que operam em várias áreas geográficas. Por se tratarem de empresas de grande dimensão, a sua gestão é segmentada por secções geográficas, sendo um dos principais problemas identificados a dispersão das viaturas por zonas. Os conjuntos de localizações que partilham a mesma frota têm a sua própria gestão, em linha com as diretrizes gerais da empresa (Oliveira *et al*, 2017).

O cenário ideal para uma empresa de *rent a car* consiste na otimização máxima da frota, isto é, apresentar níveis máximos de ocupação das viaturas no máximo período de tempo possível, pelo que o ajustamento da dimensão e da composição da frota é um dos desafios mais importantes e dinâmicos com que estas empresas se deparam. Seja a determinação das épocas de compra e venda das viaturas ou a dispersão destas por estações, a procura influencia diretamente as decisões a tomar por parte da empresa.

A atribuição de descontos ou o aumento dos preços influenciam a decisão do cliente optar por determinado segmento de viaturas. Alguns autores consideram que a política de preços está na base do equilíbrio das viaturas por estação. O ajustamento do preço permite à empresa contrabalançar a procura por balcão e caso haja necessidade de realizar deslocações de frota, poder-se-á favorecer o retorno da viatura numa estação diferente daquela em que foi levantada (Oliveira *et al*, 2017).

Apesar dos estudos existentes sobre este setor não serem abundantes, muito pode ser adaptado de investigações de outros setores de atividade relacionados, como os setores tradicionais de transportes marítimos (Pantuso *et al*, 2014), aéreos (Sherali *et al*, 2006) e camionagem (Powell, 1991), bem como de atividades emergentes de veículos partilhados (Shaheen, 2013). Todos eles têm como objetivo a otimização de frotas, ter os veículos mais eficientes ao serviço, conciliar locais de *pick up* e *drop off* e prestar serviços de qualidade que contribuam para a fidelização dos clientes, minimizando ao máximo o impacto ambiental.

Um estudo específico do setor de aluguer de viaturas evidencia que a incerteza e consequente risco estão muito presentes nas empresas de *rent a car*, sendo a diversidade de segmentos de mercado essencial para a sobrevivência das empresas (Lazov, 2017). Este trabalho aplica o modelo *Birth-Death Processes* na gestão e otimização da frota de aluguer. O desenvolvimento desta análise segue uma série de processos, assumindo que o mercado em que se insere é de dimensão infinita e partindo do princípio que uma empresa de *rent a car* é constituída por um conjunto de viaturas que se encontram em aluguer, conjunto esse que é parte integrante do total das disponibilidades de frota de aluguer da empresa.

A avaliação de modelos automóveis pode ser desenvolvida de variadas formas, tendo como comparação diversos fatores físicos, técnicos ou estéticos. Na área empresarial, especificamente no que toca à gestão de frotas, os aspetos económicos têm sobressaído em relação a outros. Tentando incorporar os mais variados fatores de forma a desenvolver um modelo com aplicação útil, robusto e consistente, o desenvolvimento da técnica DEA na gestão de frotas de aluguer apresenta-se como um método alternativo aos existentes. Trazendo as grandes vantagens desta técnica para a análise, permite considerar simultaneamente indicadores que capturam a perspetiva económica, social e ambiental, sendo assim possível comparar de forma abrangente todos os modelos automóveis e identificar os que apresentam um melhor desempenho nas três dimensões.

A aplicação do DEA na avaliação e comparação da eficiência de unidades organizacionais tem sido transversal a vários setores da sociedade. Têm contribuído para o desenvolvimento desta técnica estudos direcionados para a banca, saúde, agricultura, transportes (em especial aéreos) e educação. Ultimamente tem havido um maior desenvolvimento nas áreas da energia, ambiente e finanças (Liu *et al*, 2013). Mais de metade das publicações desenvolvidas têm aplicação prática real. No próximo capítulo será feita uma discussão mais aprofundada desta técnica, incluindo a apresentação das fórmulas matemáticas usadas para encontrar os valores de eficiência de cada unidade. Neste capítulo faremos apenas uma breve introdução à técnica definindo os conceitos básicos, por forma a facilitar a discussão dos vários estudos que têm aplicado o DEA para comparar automóveis.

A origem da metodologia DEA remonta à segunda metade do século XX, com a publicação do artigo de Farrell (1957). A inovação em termos de avaliação da eficiência surgiu tendo por base dados empíricos ao invés da determinação *a priori* de uma função matematicamente inflexível. Farrell utilizou a comparação de unidades semelhantes na determinação da eficiência ao contrário da determinação através de um pressuposto teórico baseado em médias.

A operacionalização dos conceitos apresentados por Farrell surgiu anos mais tarde, com a definição de um modelo de programação linear no artigo de Charnes *et al.* (1978). A técnica DEA permite determinar a eficiência relativa de DMUs, definida pelo rácio da soma ponderada dos *outputs* (resultados da produção ou da prestação de serviços) pela soma ponderada dos *inputs* (recursos usados na produção ou prestação de serviços). Este modelo admite rendimentos constantes à escala (*Constant Returns to Scale - CRS*), onde se assume que uma variação nos *inputs* provoca uma variação proporcional ao nível dos *outputs*. Admitindo retornos constantes à escala, estamos perante a determinação de eficiência técnica.

O desenvolvimento da técnica DEA levou ao surgimento do modelo que admite rendimentos variáveis à escala (*Variable Returns to Scale - VRS*), através do artigo de Banker *et al.* (1984). Este modelo incorpora a possibilidade da existência de rendimentos crescentes à escala, quando uma alteração nos *inputs* origina uma variação superior à proporcional nos *outputs*. Sendo que este modelo também admite a possibilidade de rendimentos decrescentes à escala, quando uma variação nos *inputs* origina variações menos que proporcionais nos *outputs*. O modelo com o pressuposto VRS contempla também a possibilidade de rendimentos constantes à escala, neste caso, à semelhança do modelo CRS, existem rendimentos constantes à escala quando a variação dos recursos gera variações proporcionais nos resultados. Admitindo retornos variáveis à escala, estamos perante o cálculo de eficiência técnica pura, onde a comparação se restringe a unidades de dimensão semelhante.

A aplicação da análise DEA pode ter uma orientação *input* ou *output*. Aplicando a técnica de acordo com uma orientação *input*, o objetivo será o de verificar quais as unidades que usam o mínimo possível de *inputs*, para produzir um determinado nível de

outputs. Essas unidades classificam-se como eficientes e obtêm uma taxa de eficiência relativa de 100%. As unidades ineficientes são aquelas para as quais existe evidência de que seria ainda possível reduzir no consumo de *inputs* dado o nível de *outputs* que produziram, obtendo uma taxa inferior a 100%. É também possível trabalhar com uma orientação para *output*, a qual tem como objetivo identificar as unidades que conseguem produzir o máximo possível de *outputs* com base num determinado nível de consumo de *inputs*. Portanto, quando estamos perante uma situação em que se reduz a folga existente nos recursos, mantendo o desempenho dos resultados, estamos perante uma orientação *input* (Jiang, 2009). Um modelo não orientado irá simultaneamente procurar a diminuição de *inputs* e aumento de *outputs* (Oh *et al*, 2010).

É possível calcular o nível de eficiência de escala de cada unidade fazendo a divisão da taxa de eficiência técnica pela taxa de eficiência técnica pura. Uma unidade que opere na escala ótima apresentará uma taxa de eficiência de escala igual a 100%, ao passo que uma unidade que não opera na escala ótima apresentará uma taxa de eficiência de escala inferior a 100%.

As unidades consideradas eficientes no modelo CRS também o são no modelo VRS, uma vez que quando são assumidos rendimentos constantes, são obtidos níveis iguais ou inferiores de eficiência por não se terem em consideração diferentes escalas operacionais e consequentes ineficiências de escala (Papagapiou *et al*, 1997).

O estudo da eficiência de escala das unidades produtivas é relevante porque, tal como demonstram alguns estudos empíricos, a dimensão pode ser precisamente uma das causas de ineficiência. Por exemplo, um estudo que compara a eficiência de 11 empresas construtoras de automóveis, conclui que a escala e a organização acabam por ter mais importância que o capital investido no cálculo das diferenças de produtividade do trabalho nesta indústria (Lieberman & Dhawan, 2005).

Preocupações com aspetos ambientais têm ganho protagonismo nos últimos anos na sociedade e o setor automóvel tem sido dos mais visados, sendo criadas cada vez mais restrições ambientais por parte das entidades governamentais. Este facto justifica a tendência crescente de inclusão de dados sobre emissões de CO₂ nos estudos mais

recentes de eficiência de modelos automóveis (ver, por exemplo, os estudos de Hampf & Kruger, 2014; González *et al*, 2015).

A tabela 2.1, apresentada de seguida, resume as características de estudos que utilizaram o DEA para comparar automóveis, incluindo informação sobre o tipo de modelo de DEA adotado, especificação dos *inputs* e *outputs* usados no modelo bem como os principais objetivos e conclusões das análises.

Tabela 2.1 – Estudos de comparação de modelos automóveis com a técnica DEA

Estudo (Autores e Ano)	DMUs (Número)	Divisão dos Dados (Grupos)	País e Ano (Da Análise)	Inputs (Número e Unidades de Medida)	Outputs (Número e Unidades de Medida)	Orientação (Da Análise)	Objetivos (Da Análise)	Modelos (Tipos)	Principais Conclusões (Da Análise)	Variável CO ₂ (Output Indesejável)
Papahristodoulou, C. (1997).	121 modelos de viaturas.	3, por volume de motor.	Alemanha, 1996.	Económicos (Marco alemão): Preço de compra, seguro e taxas por ano, custo de combustível e manutenção por 10.000 km, depreciações por 15.000 km/ano. Aceleração (0-100 km/h em segundos - tratado como parâmetro económico, minimizado).	Técnicos: Distância entre eixos (mm), dimensões (m ³), peso líquido (kg), peso bruto (kg), capacidade de puxar reboque (kg), capacidade da bagageira (dm ³), volume do motor (cc), força do motor (HP) e velocidade máxima (km/h).	<i>Input</i> , reduzir a folga nos custos, mantendo os <i>outputs</i> otimizados.	Compra de carros pessoais e marcas construtoras. Verificar se as marcas Asiáticas são mais eficientes do que as Europeias.	CRS, Non Increasing Returns to Scale (NIRS), VRS.	É difícil identificar o melhor carro, os modelos Coreanos e os mais pequenos são os mais eficientes.	-----

Estudo (Autores e Ano)	DMUs (Número)	Divisão dos Dados (Grupos)	País e Ano (Da Análise)	Inputs (Número e Unidades de Medida)	Outputs (Número e Unidades de Medida)	Orientação (Da Análise)	Objetivos (Da Análise)	Modelos (Tipos)	Principais Conclusões (Da Análise)	Variável CO ₂ (Output Indesejável)
Papagapiou <i>et al</i> , 1997.	42 modelos de viaturas.	-----	Inglaterra.	Preço (Libras).	Milhas percorridas (subtraídas de 150.000) e anos (subtraídos de 20).	<i>Input.</i>	Aplicação do DEA na escolha da compra de um carro em segunda mão.	CRS.	O DEA revela-se uma importante ferramenta de apoio às tomadas de decisão.	-----
Jiang, P. (2009).	141 modelos de viaturas.	9 segmentos de viaturas.	E.U.A., 2002.	Preço (Dólar).	Técnicos: força do motor (HP), lotação (nominal), comprimento (in), largura (in), peso (kg), potência, cinto de segurança, airbags, ABS, tração. - Medição em escala de 5 pontos: qualidade mecânica, qualidade geral, fiabilidade, estilo, desempenho e acessórios.	<i>Input.</i>	Comparação do preço das viaturas com o equipamento disponível, identificar as mais eficientes.	CRS.	Esta publicação direcionada aos compradores de carros, permite que estes façam escolhas mais eficientes na decisão entre modelos de viaturas. Para os construtores, disponibilizam-se as categorias e modelos mais procurados.	-----

Estudo (Autores e Ano)	DMUs (Número)	Divisão dos Dados (Grupos)	País e Ano (Da Análise)	Inputs (Número e Unidades de Medida)	Outputs (Número e Unidades de Medida)	Orientação (Da Análise)	Objetivos (Da Análise)	Modelos (Tipos e Justificação)	Principais Conclusões (Da Análise)	Variável CO ₂ (Output Indesejável)
Oh <i>et al</i> , 2010.	140 modelos de viaturas.	5 marcas e 5 períodos.	Coreia do Sul, 1998-2003.	Preço (Won).	Volume (m ³), consumo (km/l), potência (HP), transmissão automática - <i>dummy</i> (usado como <i>proxy</i> para luxo).	Sem orientação.	Estudo de eficiência de modelos de viaturas Coreanas, na ótica do consumidor.	Modelo de DEA sem pressuposto de convexidade: Free Disposal Hull.	Marcas e modelos com maior eficiência têm maior quota de mercado.	-----
Hampf & Kruger (2014).	3961 modelos de viaturas.	Diesel, gasolina, gás, SUVs.	Alemanha, 2010.	Preço (€), consumo combustível (l/100km), peso líquido (kg), aceleração (s, 0-100km/h).	Força do motor (PS), velocidade máxima (km/h), capacidade de carga (kg). Indesejável: CO ₂ (g/km).	<i>Output</i> .	Redução das emissões de CO ₂ como objetivo de eficiência.	CRS, VRS - após teste Simar & Wilson (2002), elimina o efeito da diferença de tamanho dos carros.	O nível das emissões de CO ₂ é estatisticamente significativo, mas não se reflete a nível económico. O consumo de combustível está diretamente relacionado com as emissões de CO ₂ . Carros a gás são ineficientes mesmo incluindo as emissões na análise.	Método da análise de eficiência com funções de distâncias direcionais, com o pressuposto de <i>weak disposability</i> de <i>outputs</i> .

Estudo (Autores e Ano)	DMUs (Número)	Divisão dos Dados (Grupos)	País e Ano (Da Análise)	Inputs (Número e Unidades de Medida)	Outputs (Número e Unidades de Medida)	Orientação (Da Análise)	Objetivos (Da Análise)	Modelos (Tipos e Justificação)	Principais Conclusões (Da Análise)	Variável CO ₂ (Output Indesejável)
Lo Storto, C. (2014).	216 modelos de viaturas.	3: (1970s, 1980s, 1990s).	Itália, 1970s-1990s.	Preço (€), consumo combustível (l/100km).	Variáveis <i>proxy</i> : Motor (força, tração, capacidade e peso); Mobilidade (velocidade máxima, aceleração e desempenho); Segurança (espaço e qualidade de travagem e equipamento de segurança); Qualidade (ruído, conforto, acessório, espaço, ventilação, equipamento e condução).	<i>Input.</i>	Comparar os carros em tempos diferentes, comparação do valor entregue aos consumidores. Analisar a evolução tecnológica, estudar a estrutura do mercado e o surgimento de nichos.	VRS - Como os modelos de viaturas podem ser muito diferentes, suspeita-se que a relação <i>input-output</i> não é constante.	Identificados os modelos de carros mais eficientes no mercado Italiano no ponto de vista do comprador particular.	-----

Estudo (Autores e Ano)	DMUs (Número)	Divisão dos Dados (Grupos)	País e Ano (Da Análise)	Inputs (Número e Unidades de Medida)	Outputs (Número e Unidades de Medida)	Orientação (Da Análise)	Objetivos (Da Análise)	Modelos (Tipos e Justificação)	Principais Conclusões (Da Análise)	Variável CO ₂ (Output Indesejável)
González <i>et al</i> , 2015.	2092 modelos de viaturas.	Generalistas, semi-premium, premium.	Espanha, 2010.	Preço (€).	Ecologia (Co ₂), consumo (km/l), potência real (HP/kg), velocidade (máx.), aceleração (var. transf. m/s ²), dimensão (v), espaço da bagageira (l), segurança (Euro NCAP), fiabilidade (Fault Rate) e equipamento base (<i>dummy</i> , total 75 variáveis).	<i>Input</i> .	A influência do ajuste dos preços das viaturas na eficiência do produto.	VRS - (1) Preços e características não estão linearmente relacionados e (2) <i>inputs</i> e <i>outputs</i> incluem rácios de várias variáveis.	Existe uma relação inversa entre a eficiência do produto e o desconto do preço. Os descontos têm mais efeito nas marcas generalistas, modelos antigos e viaturas a gasolina.	Resultado da divisão: 100 / emissões CO ₂ . 100 g/km é considerado valor de referência.

Estudo (Autores e Ano)	DMUs (Número)	Divisão dos Dados (Grupos)	País e Ano (Da Análise)	Inputs (Número e Unidades de Medida)	Outputs (Número e Unidades de Medida)	Orientação (Da Análise)	Objetivos (Da Análise)	Modelos (Tipos e Justificação)	Principais Conclusões (Da Análise)	Variável CO ₂ (Output Indesejável)
González <i>et al</i> , 2017.	224 modelos de viaturas de segmento C.	Diesel / gasolina. Generalistas, semi-premium, premium.	Espanha, 2010 e 2015.	Preço com desconto (€).	Consumo de combustível (km/l), potência real (HP/kg), espaço da bagageira (l), segurança (Euro NCAP), ecologia (CO ₂), fiabilidade (Fault Rate), equipamento base (<i>dummy</i>).	<i>Input</i> .	Compara o preço com as características das viaturas em dois períodos diferentes.	VRS - (1) Preços e características não estão linearmente relacionados e (2) <i>inputs</i> e <i>outputs</i> incluem rácios de várias variáveis.	Verifica-se um melhoramento da eficiência de 2010 para 2015. Os melhoramentos são mais relevantes se comparados com a concorrência.	Resultado da divisão: 100 / emissões CO ₂ . 100 g/km é considerado valor de referência.

Os estudos direcionados aos consumidores assumem os *inputs* como características que se pretendem minimizar, como o custo de aquisição ou consumo de combustível. Nos *outputs* inserem-se as características que se pretendem maximizar, como por exemplo a potência do motor ou a capacidade de carga das viaturas.

Os principais trabalhos desenvolvidos no setor automóvel com a utilização do DEA focam-se essencialmente na perspetiva do consumidor enquanto comprador e baseiam-se em dados económicos e técnicos, tais como o custo de aquisição e manutenção das viaturas, características físicas e mecânicas (Papahristodoulou, 1997). Este estudo, realizado no final dos anos 90 na Alemanha, com dados extraídos de uma revista especializada de automóveis, comparou 121 modelos de viaturas diferentes. A análise foi desenvolvida com uma orientação *input*, determinando assim a eficiência das unidades sugerindo a redução da folga nos custos mantendo os *outputs* otimizados. O estudo concluiu que os automóveis mais pequenos e de marcas coreanas eram os mais eficientes. Foram utilizados 5 *inputs*, dos quais 4 são de ordem económica: preço de compra, seguro e taxas por ano, custo de combustível e manutenção por 10.000 km e depreciações por 15.000 km/ano. A aceleração, medida em segundos (0-100 km/h) foi também utilizada como variável *input* (com o objetivo de minimizar). Foram utilizados um total de 9 *outputs* na análise, todos eles de cariz técnico. Estas variáveis estão descritas na tabela 2.1 bem como as suas unidades de medida.

A aceleração, geralmente medida em segundos, deverá ser considerada como variável *input*, uma vez que um baixo valor é associado a uma maior aceleração, sendo medido o tempo que a viatura leva dos 0 aos 100 km/hora (Papahristodoulou, 1997; Hampf & Kruger, 2014). Caso se opte pela sua inclusão na análise como *output*, o valor deverá ser trabalhado de forma a que o aumento do respetivo indicador seja benéfico (González *et al*, 2015).

Um estudo desenvolvido no Reino Unido no final dos anos 90 do século XX, direcionado aos compradores de carros usados, utiliza apenas como variáveis em análise: o preço, as milhas percorridas e os anos das viaturas (Papagapiou *et al*, 1997). Foram comparados 42 modelos de automóveis, considerando rendimentos constantes à escala e uma orientação de análise *input*. O estudo concluiu que existiam diferenças significativas

em termos de eficiência nas várias unidades analisadas. A técnica DEA revelou-se, portanto, uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão para determinar os modelos de viaturas mais eficientes em termos de compra em segunda mão.

Num estudo de DEA publicado em 2009 nos Estados Unidos da América (Jiang, 2009), direcionado essencialmente para os consumidores particulares, mas também para as marcas construtoras, pretendeu-se determinar a eficiência do preço de venda de viaturas analisando um conjunto de características por um lado (16 *outputs*) e o preço por outro – único *input*. Este estudo, segmentado em nove categorias de viaturas, identifica um modelo como ineficiente se existir outra viatura no mercado a preço mais baixo com qualidade equivalente ou superior. A análise foi aplicada a um total de 141 modelos de veículos diferentes, seguindo uma orientação *input* e rendimentos constantes à escala. À semelhança de outras análises de DEA aplicadas ao ramo automóvel, os dados são provenientes de revistas e outras publicações de livre acesso deste setor. Os autores concluem que as viaturas mais eficientes nem sempre correspondem àquelas que têm maior quota de mercado, associando o facto dos compradores não realizarem análises exaustivas às alternativas de compra que têm à sua disposição, nomeadamente em segmentos de viaturas com elevado número de opções de compra. Em termos de depreciações, as marcas europeias apresentam melhor desempenho para o comprador, seguidas das marcas japonesas, americanas e por fim as coreanas.

Por outro lado, um estudo aplicado ao mercado sul-coreano, na ótica do comprador particular, focado nas marcas nacionais, concluiu que os modelos de viaturas mais eficientes são também os que apresentam maior quota de mercado (Oh *et al*, 2010). Analisados 140 modelos de viaturas entre 1998 e 2003, tendo como único *input* o preço de venda e 4 características *outputs*: consumo de combustível (km/l), potência (HP), volume (m³) e uma variável *dummy* que indica se a viatura tem transmissão automática, sendo esta informação utilizada como *proxy* para ser ou não considerada viatura de luxo.

Para se proceder à análise de variáveis de elevada abrangência pode recorrer-se à transformação em variável *dummy*. Registando-se individualmente se a viatura tem ou não determinados equipamentos, sendo depois elaborada uma única variável que engloba toda a informação (González *et al*, 2015). Como por exemplo no que respeita ao

equipamento base das viaturas, que pode ser dividido em secções como equipamentos de segurança, eletrónica, conforto, aspetos mecânicos, etc.; onde dentro de cada um existem várias características como por exemplo nos eletrónicos: *cruise control*, conexão *bluetooth*, câmara de apoio ao estacionamento, entre outros.

Um estudo de DEA que abrange 3961 modelos automóveis em comercialização no ano de 2010 no mercado alemão (Hampf & Kruger, 2014), foi desenvolvido com orientação *output*, considerando rendimentos variáveis à escala, justificados pela realização de um teste estatístico. Foi concluído após o teste que, ao invés do modelo CRS, este modelo elimina o efeito da diferença dos tamanhos dos veículos. Os dados foram divididos em 4 grupos: viaturas a *diesel*, gasolina, gás e SUVs. Os autores concluíram que mesmo considerando o nível das emissões de CO₂, as viaturas a gás continuam a ser ineficientes quando comparadas com outros tipos de combustível e que a redução das emissões de dióxido de carbono como objetivo de eficiência não se revela economicamente significativa. Foram utilizadas como variáveis 4 *inputs* e 4 *outputs*, sendo os *inputs* a minimizar: preço (€), consumo de combustível (l/100km), peso líquido (kg) e aceleração (s, 0-100km/h). Os *outputs* a maximizar foram: força do motor (PS), velocidade máxima (km/h), capacidade de carga (kg) e o indesejável CO₂.

Para a inclusão de *outputs* indesejáveis, ou seja, introdução de características que se desejam minimizar, como por exemplo o nível das emissões de CO₂, é necessário proceder-se a uma manipulação dos dados para ser possível a sua correta interpretação (González *et al*, 2017). Numa análise com a técnica DEA, existem várias formas de tratar os *outputs* indesejáveis, os quais se pretendem minimizar. Estes podem ser incluídos como *input*, ou caso se incluam efetivamente como *output* a informação terá de ser modificada matematicamente. Utilizar o inverso matemático ou fazer a diferença para o máximo observado são hipóteses possíveis (Scheel, 2001). Alguns autores defendem que uma diminuição de *outputs* indesejáveis está associada diretamente com a diminuição de outros *outputs* desejáveis (Hampf & Kruger, 2014). No caso da poluição, se uma empresa aplicar recursos com o objetivo de tornar as viaturas mais ecológicas, esses recursos deixam de ser aplicados noutras vertentes, como por exemplo em medidas de segurança ou melhorias no desempenho mecânico. Ao contrário dos pressupostos clássicos do DEA, em que a alteração de um determinado *output* não tem necessariamente que causar

alterações noutras variáveis. Neste caso, em que o aumento da potência (*output* desejável) está diretamente relacionado com o aumento do nível das emissões de gases poluentes (*output* indesejável), estamos perante um pressuposto de *weak disposability*, o qual poderá ser implementado com base em funções de distância direcional (tal como no estudo de Hampf & Kruger, 2014).

Um estudo direcionado aos consumidores particulares Italianos, na ótica de compradores, desenvolvido com dados relativos a diferentes períodos do século XX, assumiu como *inputs* variáveis económicas, como o custo de aquisição e custo de utilização das viaturas. Como variáveis *outputs*, foram utilizados dados referentes a qualidade, segurança, mobilidade e motor, sendo estas variáveis complexas e de difícil medição, a sua mensuração passa pela utilização de variáveis *proxy*. Por exemplo, em relação ao cálculo da mobilidade, utilizam-se dados informativos de velocidade máxima, aceleração, e outros que estejam relacionados, como pode ser observado na tabela 2.1 (Lo Storto, 2014). A análise das 216 DMUs seguiu uma orientação *input* e considerou rendimentos variáveis à escala. Com o objetivo de identificar em Itália os modelos de viaturas mais eficientes do ponto de vista do comprador, o estudo tem como comparação o valor entregue aos clientes em 3 períodos diferentes, permitindo assim estudar a estrutura do mercado, a evolução tecnológica, e o surgimento de nichos. Após a aplicação do modelo DEA, apenas 35 modelos de viaturas apresentam uma eficiência de 100%, sendo na sua maioria viaturas de preço superior. Foram também identificados 7 nichos de mercado no setor automóvel italiano. Os aspetos de carácter ambiental ainda não eram foco de análise à data dos períodos em observação.

O trabalho de González *et al*, 2015, com dados referentes a 2010, estuda a influência do ajuste do preço de venda no resultado da eficiência e conclui com base em 2092 DMUs que os descontos apresentam maior efeito nas marcas generalistas e nos modelos mais antigos e a gasolina, ou seja, nas viaturas economicamente mais acessíveis. As variáveis utilizadas permitem a comparação das características das viaturas utilizando um único *input*: preço (€) e 10 *outputs*, descritos na tabela 2.1. Os autores concluem também que existe uma relação inversa entre a eficiência do produto e o desconto do preço de venda. A análise segue uma orientação *input* e os dados são divididos de duas formas: viaturas a *diesel* ou gasolina e segmentos: generalista, semi-premium e premium.

O estudo admite rendimentos variáveis à escala, sendo a escolha do modelo justificada pelos autores por dois motivos: (1) considerarem que os preços e características dos diferentes modelos de automóveis não estão linearmente relacionados e (2) por algumas variáveis serem compostas por rácios.

Um estudo mais recente (González *et al*, 2017), analisa 224 modelos de viaturas de segmento C comercializadas no mercado Espanhol em 2 períodos: 2010 e 2015. O modelo apresenta a mesma lógica do anteriormente referenciado. Difere nos *outputs*, onde foram excluídas algumas variáveis, como pode ser verificado na tabela 2.1. Após ter sido verificada a existência de uma correlação muito forte nas variáveis potência real, velocidade máxima e aceleração, as duas últimas foram descartadas na publicação mais recente. O trabalho conclui que existem melhorias de eficiência de 2010 para 2015 e que os melhoramentos são mais relevantes se comparados com a concorrência. No caso das emissões de CO₂, medidas em gramas por quilómetro, estes estudos aplicados no mercado Espanhol consideram como *output* o valor correspondente à divisão de 100 pelo valor das emissões de CO₂, uma vez que 100 g/km era o valor de referência à data em Espanha para a distinção de viaturas ecológicas. Com esta alteração, a informação relativa às emissões de dióxido de carbono, passa a ser definida como o número de quilómetros por 100 gramas de CO₂. O mesmo acontece em relação ao consumo de combustível. Caso se insira como *output*, ao inverso do geralmente contabilizado (litros por 100 km), terá de se contabilizar quilómetros por litros, de forma a considerar-se preferencial valores superiores (González *et al*, 2015). Estes estudos concluem que o nível de poluição dos automóveis relaciona-se diretamente com a potência, havendo um controlo crescente e tendencialmente rigoroso de imposições aos fabricantes europeus de forma a reduzir de forma significativa os gases emitidos pelas viaturas.

A metodologia DEA tem sido aplicada por vários investigadores a diferentes setores da sociedade, como já foi descrito acima, não sendo a indústria automóvel exceção. Os estudos já desenvolvidos neste âmbito, focam-se sobretudo na análise da eficiência das viaturas do ponto de vista dos possíveis compradores e em alguns casos, das marcas construtoras. A origem dos dados analisados, provêm na sua grande maioria de conceituadas revistas automóveis.

Não obstante a literatura documentar várias aplicações do DEA neste contexto, os estudos têm procurado essencialmente comparar viaturas numa perspetiva de comercialização das mesmas e na ótica do consumidor, não tendo sido identificado nenhum estudo que tenha tido como objetivo comparar viaturas de aluguer, no sentido de verificar as mais eficientes do ponto de vista das empresas de *rent a car*.

Pretende-se que este trabalho venha a preencher com sucesso o *gap* existente no ramo do aluguer de viaturas, ao nível de estudos de eficiência, concretamente com a aplicação da técnica de *benchmarking* DEA. Permitindo por um lado a aplicação da técnica numa nova abordagem prática e com grande potencial para o setor e, neste caso em particular, para a empresa em análise.

Capítulo 3. A TÉCNICA DEA

O grande contributo da aplicação da técnica DEA em análises de eficiência passa, não só pela identificação das unidades operacionais eficientes, bem como pela possível correção das unidades ineficientes, uma vez que são determinados os valores que estas devem assumir de *inputs* e *outputs* para se tornarem eficientes. Para além disso, para as unidades ineficientes são identificadas as unidades eficientes que lhes são semelhantes e lhes devem servir como referências de aprendizagem. Os resultados da análise permitem também identificar as variáveis com melhor desempenho relativo para cada DMU, ou seja, os pontos fortes de cada unidade, tal como as variáveis com pior desempenho relativo, constituindo indicação dos seus pontos fracos.

Para além dos dois principais modelos de DEA que estão na base desta técnica, já apresentados, existem muitas outras variações que originaram novos modelos, mantendo sempre o mesmo conceito: calcular a eficiência das unidades através de uma fronteira de produção empírica que tem como objetivo maximizar a produção de *outputs* com determinado montante de *inputs*, ou minimizar o uso de *inputs* para atingir um certo nível de *outputs*, sem que a função de produção seja previamente definida (Golany & Roll, 1989).

Os modelos já referidos permitem determinar a eficiência relativa das unidades num determinado período. Existem outras abordagens ao DEA que permitem avaliar a evolução temporal do desempenho das DMUs, como o *windows analysis* ou o índice de produtividade de *Malmquist*, um dos mais utilizados quando se pretende analisar o desempenho das unidades ao longo do tempo (Fernandes, 2007; González *et al*, 2017).

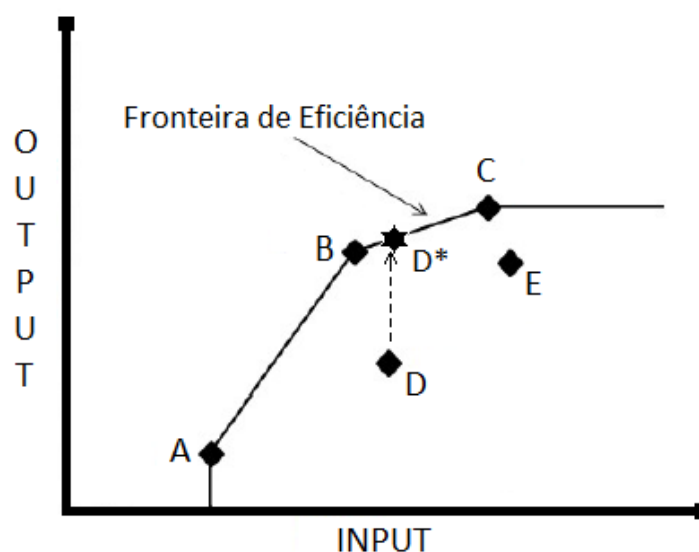
Apresentam-se abaixo alguns tipos de eficiência que se podem estudar com modelos de DEA:

- 1- Eficiência Técnica – Modelo CRS, maximização de *outputs* ou minimização de *inputs*, consoante orientação da análise.

- 2- Eficiência Técnica Pura – Modelo VRS, maximização de *outputs* ou minimização de *inputs* tendo em consideração a escala ou dimensão da DMU.
- 3- Eficiência de Escala: Eficiência Técnica / Eficiência Técnica Pura – avalia se a DMU está a produzir ao nível de escala ótimo, maximizando a produtividade média.
- 4- Eficiência Alocativa – Minimizar os custos ou maximizar os resultados, conforme orientação. Avalia se para determinado nível de *output* se está a utilizar a combinação ótima de *inputs* (orientação *input*) ou então, se para um determinado nível de *input* se está a produzir a combinação ótima de *outputs* (orientação *output*).
- 5- Eficiência Económica: Eficiência Técnica x Eficiência Alocativa – consoante orientação, representa o máximo valor de *outputs* para determinado consumo de recursos, ou o mínimo valor de *inputs* para determinado nível de resultados.

De seguida é apresentada uma representação gráfica do modelo DEA considerando Rendimentos Variáveis à Escala – modelo VRS, para uma situação em que existe apenas um *input* e um *output*.

Figura 3.1 – Representação da fronteira de eficiência do modelo VRS



Na representação gráfica do DEA (figura 3.1), as unidades localizadas na fronteira de eficiência apresentam uma eficiência de 100% e são consideradas *benchmarks* – exemplos a seguir pelas restantes unidades. As unidades ineficientes, localizadas abaixo da fronteira de eficiência, podem ser projetadas para a fronteira, onde será possível visualizar as suas metas, valores de *input* e *output* que deveriam assumir de forma a tornarem-se eficientes – *targets*. Cada unidade ineficiente deve rever as suas práticas de forma a melhorar a sua eficiência com base numa ou em várias unidades eficientes com as quais estejam mais relacionadas, identificadas como *benchmarks* para a aprendizagem – *peers* (Sherman & Zhu, 2006). Na figura 3.1 verifica-se que as unidades A, B e C são 100% eficientes, pois localizam-se justamente na fronteira de eficiência. Já as unidades D e E encontram-se abaixo da fronteira, o que revela que existe possibilidade de melhorar os seus níveis de eficiência. É possível projetar para a fronteira de eficiência as DMUs ineficientes. Na figura 3.1 está representado o *target* da unidade D (D^*), assumindo uma orientação *output*, as *benchmarks* de D são as DMUs B e C, pois são as unidades eficientes que lhe são mais próximas.

Esta técnica só pode ser aplicada se considerarmos DMUs homogêneas, ou seja, as unidades em comparação têm de se reger pelos mesmos objetivos, em condições idênticas, produzindo os mesmos *outputs* e consumindo os mesmos *inputs*, podendo estes assumir diferentes unidades de medida (Fernandes, 2007). No caso de existirem DMUs consideradas *outliers*, estas devem ser removidas da análise de forma a não enviesar os resultados (André, 2015).

Com o objetivo de se conseguir uma análise credível, o conjunto de *inputs* e *outputs* deve abranger a totalidade dos recursos utilizados, representar toda a atividade desenvolvida, serem comuns a todas as unidades em análise e caso existam variações ambientais, as mesmas devem ser identificadas (Dyson *et al*, 2001).

O modelo de avaliação de eficiência tem como objetivo maximizar a eficiência relativa de cada DMU (obtida pela soma ponderada de *outputs* dividida pela soma ponderada de *inputs*). O programa de otimização identifica a estrutura ótima de pesos para os *inputs* e *outputs*, para cada DMU, por forma a maximizar o rácio de eficiência relativa dessa unidade, sujeito à restrição de que nenhuma DMU poderá ter um rácio de

eficiência superior a 1. Se for considerado que alguns atributos têm mais importância que outros, podem ser impostas restrições de pesos no modelo desenvolvido (Podinovski, 2004; González *et al*, 2015). Quando estamos perante uma análise com baixo número de DMUs, a atribuição de restrições de peso às variáveis é um método a ter em consideração de forma a ser desenvolvida uma análise com maior discriminação (Podinovski, 2004).

Existem algumas regras heurísticas no que toca ao número mínimo de unidades a comparar. Há autores que consideram que o total da soma de *inputs* e *outputs* deve ser inferior a um terço do total de unidades de decisão homogéneas em análise (Bowlin, 1998). Outra abordagem defende que o número de DMUs deve ser no mínimo o produto da multiplicação de $(2 \times \text{n}^\circ \text{ de } \textit{inputs} \times \text{n}^\circ \text{ de } \textit{outputs})$ (Dyson *et al*, 2001).

A determinação dos *outputs* que constituem a análise deve estar relacionada com a estratégia e os objetivos da empresa. Por sua vez, a escolha dos *inputs* deve recair sobre as variáveis que estão na origem da obtenção dos *outputs* selecionados.

A formulação matemática do modelo DEA, de acordo com Bowlin (1998), é apresentada de seguida com o pressuposto CRS, considerando uma orientação (1) *input* e de acordo com Fernandes (2007), considerando uma orientação (2) *output*:

(1) *Input*

$$\max: \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$u_r \geq \epsilon$$

$$v_i \geq \epsilon$$

(2) *Output*

$$\min: \sum_{i=1}^m v_i x_{io}$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1$$

$$u_r \geq \epsilon$$

$$v_i \geq \epsilon$$

O modelo DEA com o pressuposto VRS apresenta-se abaixo, considerando uma orientação (1) *input* e (2) *output*:

(1) *Input*

$$\max: \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_o \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$u_r \geq \epsilon$$

$$v_i \geq \epsilon$$

(2) *Output*

$$\min: \sum_{i=1}^m v_i x_{io} - u_o$$

Sujeito a:

$$-\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_o \geq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1$$

$$u_r \geq \epsilon$$

$$v_i \geq \epsilon$$

Sendo que:

m: representa o total de *inputs*s: representa o total de *outputs* v_i : representa o peso associado ao *input* i u_r : representa o peso associado ao *output* r x_{ij} : representa o valor de *input* i usado pela DMU j y_{rj} : representa o valor de *output* r produzido pela DMU j

ϵ : representa um número positivo muito pequeno, que serve apenas para assegurar que os pesos das variáveis são positivos.

A aplicação do modelo DEA permite identificar para cada DMU que variáveis apresentam condições de melhoria de desempenho. Nem todas as variáveis analisadas podem estar sujeitas a alterações, algumas delas podem estar fora do controlo dos responsáveis das unidades em causa, não apresentando possíveis folgas (Banker & Morey, 1986). Havendo *inputs* ou *outputs* não controláveis, os seus valores devem ser fixados e os consumos devem ser reduzidos apenas nos *inputs* controláveis e os resultados expandidos nos *outputs* controláveis.

Apresenta-se de seguida a formulação matemática deste problema segundo Banker & Morey (1986) para variáveis *outputs* assumindo rendimentos variáveis à escala:

$$\min \frac{\sum_{i=1}^M v_i x_{i0} - \sum_{r \in v_f} u_r y_{r0} - u_o}{\sum_{r \in v_D} u_r y_{rj}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{i=1}^M v_i x_{ij} - \sum_{r \in v_f} u_r y_{rj} - u_o}{\sum_{r \in v_D} u_r y_{rj}} \leq 1, j = 1, \dots, n$$

Sendo que:

f: representa o conjunto de *outputs* não discricionários

D: representa o conjunto de *outputs* discricionário

A ponderação dos pesos das variáveis para cada unidade é determinada de forma a que as DMUs admitam ponderações superiores nas variáveis com melhor desempenho. De forma a garantir que para todas as unidades nenhuma variável é ignorada e caso se considere que determinadas variáveis apresentam maior importância que outras, podem ser introduzidas restrições aos seus pesos (Wong & Beasley, 1990). As restrições impostas podem ser restrições aos pesos puros (como na proposta de Podinovski, 2004) quando se define um valor máximo para o peso da variável, ou restrições aos pesos

virtuais (tal como proposto por Wong & Beasley, 1990) quando a limitação do peso é imposta ao produto do peso da variável pelo seu valor. O objetivo, mesmo considerando restrições de pesos, passa sempre por maximizar a eficiência das unidades.

É apresentada de seguida a formulação matemática das restrições aos pesos virtuais para variáveis *outputs* baseada em Wong & Beasley (1990):

$$a_r \leq u_r y_{rk} / S_k \leq b_r$$

Sendo que:

a_r e b_r : representam os limites mínimos e máximos da importância do *output*

$u_r y_{rk} / S_k$: representa a proporção do *output* r em relação ao total de *outputs*

u_r : representa o peso associado ao *output* r

y_{rk} : representa o *output* r produzido pela DMU k

S_k : representa o total de *output* virtual (*outputs* ponderados pelos respetivos pesos) da DMU k

Capítulo 4. APLICAÇÃO DO DEA AO ALUGUER DE VIATURAS

O principal objetivo da aplicação da técnica DEA na empresa em análise consiste em identificar os modelos de viaturas mais eficientes na ótica operacional, contribuindo para o auxílio à gestão em diversas fases de decisão. Os resultados obtidos com esta análise poderão ser úteis em fases de aquisição de novas viaturas, sobretudo na escolha dos modelos de viaturas a adquirir, bem como na identificação das prioridades de venda, nomeadamente dando prioridade às viaturas menos eficientes. Se a análise for realizada numa base regular, os resultados poderão também ser úteis para gerir a escolha das viaturas a que devem ser dadas prioridades de aluguer.

Nesta empresa, a duração média das viaturas em frota ronda os 2 anos. Na maioria dos casos são adquiridas novas e vendidas passados alguns meses, após terem sido rentabilizadas durante o período em que permaneceram em frota. O período de análise é o ano de 2018. Para o efeito extraiu-se uma listagem de frota à data de 31 de dezembro de 2018, na qual constavam 372 viaturas. Destas, 148 foram adquiridas durante o ano de 2018, pelo que a análise será aplicada apenas às unidades que permaneceram em frota durante todo o ano de 2018, constituindo um total de 224 viaturas de 64 modelos diferentes separadas por 19 grupos de aluguer.

Os grupos distinguem-se essencialmente pelas dimensões das viaturas, capacidade de lotação, tipo de combustível (gasolina ou *diesel*), tipo de caixa de velocidades (automática ou manual), viaturas de passageiros ou comerciais. Geralmente não há atribuição específica de marca ou modelo a alugar, dando-se prioridade às viaturas com menos quilómetros do respetivo grupo, sendo que, se as condições assim o justificarem, poderá ser concedido ao cliente um *free upgrade*. Os preços cobrados nos alugueres variam por grupo e por número de dias contratados, tendo a empresa 4 tabelas de preços que aplica consoante a época do ano e respetivo nível de procura.

A empresa dispõe de um departamento de vendas, crucial na renovação da frota de aluguer. Este departamento tem livre acesso às viaturas de aluguer, que estão disponíveis para venda desde o momento em que são adquiridas. Em exclusivo do

departamento de vendas existem ainda outras viaturas, mais antigas, que não estão disponíveis na frota de aluguer, razão pela qual estão excluídas desta análise. São na sua maioria viaturas com mais de 7 anos, sendo essencialmente retomas por viaturas vendidas. De acordo com a legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 181/2012), as viaturas de aluguer não podem ultrapassar os 7 anos de data de matrícula.

Para o departamento de vendas, é fundamental a existência de uma elevada variedade de marcas e modelos de automóveis na constituição dos grupos de aluguer. Neste sentido, a comparação da eficiência das marcas e modelos é importante na altura de adquirir novas viaturas, já que poderão ser escolhidos os modelos e marcas mais eficientes.

A atividade da empresa é desenvolvida essencialmente no Algarve, região onde está sediada, onde tem maior presença e reconhecimento. Para além de prestar serviços em toda a região, conta com 5 balcões de aluguer, 1 *stand* de vendas e uma oficina, para além de instalações de lavagem e administrativas. A empresa está também presente nas zonas de Lisboa, Leiria e Guarda, onde tem vindo a aumentar gradualmente o nível de atividade. Atua também na região do Porto, mas aí através de parceiros. Contando com um efetivo de cerca de 50 funcionários, a expansão nacional desta empresa tem-se vindo a desenvolver com sucesso ao longo dos mais de 25 anos de funcionamento.

Durante o ano há períodos em que a reposição das viaturas é mais acentuada, consoante a estimativa da procura de alugueres. A frota média da empresa ronda os 400 carros, sendo que nos meses de verão é superior e durante o pico da estação a rotatividade das viaturas é bastante elevada. No inverno, apesar da frota ser de menor dimensão, cerca de metade não circula. A sazonalidade da região faz-se sentir em força no departamento de alugueres, contrabalançado pelos departamentos de vendas e oficina, que mantêm uma atividade constante ao longo do ano.

De seguida é apresentada uma tabela resumida com a constituição da frota à data de 31 de dezembro de 2018.

Tabela 4.1 – Constituição da frota de aluguer a 31 de dezembro de 2018

TOTAL FROTA DE ALUGUER A 31 DE DEZEMBRO DE 2018				
GRUPOS DE ALUGUER	ACRISS CODE EUROPEAN FLEET ¹	TOTAL	AQUISIÇÃO ATÉ 01JAN18	Nº DE MODELOS DIFERENTES
A	MBMV	22	5	3
B	MDMV	18	18	2
C	EDMV	131	100	8
D	EDMD	29	13	6
E	CDMV	7	0	0
E1	CDMD	23	8	6
E2	DDMD	4	3	3
F	SWMD	41	20	6
G	LVMD	30	16	4
H	EDAV	3	2	1
H1	CDAD	5	1	1
H2	SWAD	3	3	2
I	SVMD	9	5	4
I1	SVAD	3	2	2
J	EKMD	13	6	4
J1	SKMD	5	3	2
J2	XKMD	6	5	3
K	WVMD	9	9	2
L	XNMD	0	0	0
M	PDMD	5	1	1
M1	PDAD	6	4	4
TOTAL		372	224	64

Existem determinadas viaturas que, apesar de serem parte integrante da frota, apresentam valores de rentabilidade reduzidos, estes *outliers* estão identificados e deverão ser tidos em consideração de forma a não influenciarem os resultados da análise. As razões pelas quais estas viaturas se destacam pela negativa em comparação com as outras relacionam-se com vários fatores, que estão identificados, tratando-se por exemplo de viaturas cedidas gratuitamente, viaturas acidentadas, que para além do tempo que estiveram imobilizadas apresentam também custos superiores de manutenção e reparação. Estão também neste grupo as viaturas mais antigas, com mais quilómetros ou com características especiais que, por estes motivos, estiveram tempo significativo de exposição em *stand* de vendas.

A determinação do modelo a utilizar para determinar o nível de eficiência de cada uma das viaturas constitui a primeira fase da aplicação da técnica de DEA. Pretende-se

¹ Código universal formado por 4 letras para identificação do segmento das viaturas de aluguer.

que este modelo englobe três dimensões distintas de desempenho: económica, satisfação dos clientes e ambiental.

4.1 DEFINIÇÃO DO MODELO DE DEA

Considerando como *inputs* o valor residual da viatura atualizado à data de 1 de janeiro de 2018 pela taxa de inflação e os custos anuais associados a cada viatura no decorrer do ano em análise, e tendo como *outputs* o valor estimado de venda a 31 de dezembro de 2018, os proveitos anuais de cada unidade, o nível de satisfação dos clientes e o nível de poluição, faz sentido aplicar o modelo com uma orientação *output*, apesar da maioria dos trabalhos de DEA analisados aplicados ao setor automóvel serem de orientação *input* – estudos que, ao contrário deste, são na sua maioria direcionados aos consumidores (Papahristodoulou, 1997; González *et al*, 2017).

A orientação escolhida justifica-se pelo facto da empresa deter menor controlo sobre os *inputs*, já que o valor de aquisição apesar de ser negociado, não é determinado pela empresa. Os custos anuais incluem impostos e seguros que estão na mesma situação, estando os custos de manutenção mais relacionados com o departamento de oficina. Já o valor da rentabilidade dos alugueres e valor de venda são determinados pela gestão executada na empresa. Tal como a satisfação dos clientes e o impacto ambiental, que não sendo controlados diretamente pela empresa, são consequência das opções de escolha das viaturas adquiridas. Esta orientação adequa-se ao propósito da empresa, que procura constantemente maximizar os resultados.

De seguida são descritas as variáveis em análise, a origem dos dados, a forma como são contabilizadas e a justificação da sua inclusão no modelo desenvolvido. A determinação destas variáveis resulta de um processo conjunto a par com a direção da empresa, onde os objetivos da aplicação desta técnica foram clarificados, tendo sido definidos quais os resultados operacionais pretendidos de acordo com a estratégia da empresa, bem como os recursos necessários para os alcançar. Para além dos objetivos

definidos pela empresa, este estudo tem por base outros trabalhos de DEA aplicados ao setor automóvel.

Inputs:

- (1) Valor residual das viaturas atualizado à data de 1 de janeiro de 2018 – Informação interna da empresa, em euros. Valor de aquisição da viatura reportado a 1 de janeiro de 2018 deduzido das depreciações atualizadas também pela taxa de inflação à data de 1 de janeiro de 2018.
- (2) Custos anuais das viaturas – Informação interna da empresa, valor do custo direto associado a cada viatura durante o ano de 2018 (seguro, imposto de circulação, despesas de manutenção/reparação e imputação dos custos com pessoal do departamento de *rent a car* consoante o número de contratos de aluguer de cada viatura). Valor em euros.

Os *inputs* escolhidos representam os dois tipos de despesas imputadas diretamente a cada unidade. Relacionam-se com o valor de aquisição da viatura e com os seus custos operacionais. O valor residual da viatura à data de 1 de janeiro representa o valor do capital no início do ano em análise, capital esse que foi aplicado durante o ano para gerar proveitos, ao invés da venda da viatura e capitalização do respetivo lucro gerado. Os custos operacionais anuais diretos de cada viatura são também introduzidos no modelo. Não se considera relevante incluir outros custos gerais como por exemplo custos com energia, administrativos, materiais de consumo, etc. Estes custos são repartidos de forma uniforme por todas as viaturas e, como tal, não influenciam a comparação da eficiência das mesmas, pelo que não se consideram nesta análise específica de determinação da eficiência das diferentes unidades.

Outputs:

(1) Dimensão económica:

- Valor estimado de venda – Valor em euros, determinado com base em informação interna da empresa, à data de 31 de dezembro de 2018.
- Receitas anuais das viaturas – Informação interna da empresa, valor da receita da viatura durante o ano de 2018 (faturação de alugueres e extras). Valor em euros.

(2) Dimensão satisfação dos clientes:

- Utilização de variáveis *proxy* relacionadas com o desempenho das viaturas, estimadas com base nos indicadores de consumo de combustível (km/l), potência (cv), aceleração (variável transformada), capacidade da bagageira (l) e segurança (Euro NCAP) – para modelos de viaturas em que não haja informação do valor do índice de segurança, utiliza-se o valor mínimo observado nas restantes unidades, à semelhança de González *et al*, 2015.
- Número de reclamações de clientes relativas às viaturas. Esta variável representa o número de reclamações reportadas pelos clientes (informação interna) que deram origem a uma reparação nas viaturas, estando diretamente relacionada com o desempenho da unidade analisada. Trata-se, portanto, de um *output* indesejável, o qual se pretende minimizar. Por esta razão, houve necessidade de transformar esta variável, para que possa entrar no modelo como *output*.

(3) Dimensão ambiental:

- Nível das emissões de CO₂. Dado tratar-se de um *output* indesejável quando mensurado na sua forma natural, houve necessidade de calcular o inverso matemático do nível das emissões de dióxido de carbono da viatura, valor esse obtido no respetivo Documento Único Automóvel - DUA, apresentado em gramas por quilómetros.

À semelhança dos *inputs*, os 2 primeiros *outputs* representam os proveitos imputados diretamente a cada DMU. Sendo que o segundo representa a receita pura do departamento de alugueres e o primeiro, estando mais relacionado com o departamento de vendas, é também uma referência importante à análise da comparação de eficiência das diferentes viaturas em frota.

A satisfação dos clientes é fundamental à fidelização dos mesmos, sendo esta uma política base da empresa, que tem como regulares a grande maioria dos seus clientes. Para além de que há cada vez mais plataformas interativas onde os utilizadores, mesmo que esporádicos, partilham a avaliação das suas experiências, fazendo com que o seu nível de satisfação possa também ter influência na angariação de novos potenciais clientes. Faz assim todo o sentido englobar este fator na comparação dos modelos de viaturas analisados. Não tendo sido possível recolher e adaptar atempadamente os dados de forma estatisticamente viável provenientes do inquérito de satisfação que a empresa distribuiu junto dos clientes, a utilização de variáveis *proxy* surge como a melhor alternativa para analisar este fator tão importante. Para serem introduzidas como *output*, algumas variáveis tiveram de ser transformadas após serem recolhidas, sendo o valor da aceleração obtido pela divisão do valor máximo observado (18,6 segundos dos 0-100km/h) pelo valor verificado na respetiva DMU, interpretando-se como quantas vezes mais rápido é o carro relativamente ao mais lento que se encontra na amostra.

De forma a complementar a análise da vertente satisfação e tendo por base dados exclusivos da empresa, foi construída uma variável que indica o número de pedidos de reparação ou deteção de anomalias reportados por clientes para cada unidade em análise. O valor introduzido nesta variável consiste na subtração do valor observado na respetiva DMU ao número máximo observado + 1, sendo este um *output* indesejável a minimizar, o objetivo passa por maximizar a variável transformada.

Preocupações ambientais marcam a agenda económica e política do século XXI e o setor automóvel tem investido muito na vertente ecológica nos últimos anos, havendo cada vez maior desenvolvimento na melhoria das emissões de gases poluentes das viaturas, estando também este valor diretamente relacionado com a carga fiscal aplicada aos veículos. Considera-se assim ser esta uma variável fundamental a integrar qualquer

estudo atual de comparação de modelos automóveis. A variável poluição será tratada como um *output* indesejável, à semelhança de outros autores estudados (González *et al*, 2017). Sendo que o valor introduzido indica o número de km efetuados por cada 100 gramas de emissão de CO₂, nesta forma é também uma variável que se pretende maximizar.

O modelo aplicado será estruturado tendo por base as três dimensões de desempenho, sendo introduzidas restrições aos pesos virtuais, tal como sugerido por Wong & Beasley (1990). É também definida uma hierarquia relativamente às dimensões e às variáveis que as constituem, com a determinação de limites mínimos para a proporção de pesos a atribuir a cada variável. Os limites utilizados na definição das restrições aos pesos partiu de uma reflexão conjunta com a direção da empresa, a qual colaborou ativamente nesta fase de desenvolvimento do modelo DEA.

As restrições são formuladas com o objetivo de serem satisfeitas por todas as viaturas testadas e assim permitir uma comparação mais fíável das viaturas dentro de cada um dos grupos analisados. Em alternativa poder-se-ia ter adotado uma formulação de restrições com base nos valores médios observados por unidade em cada variável.

Relativamente aos *inputs*, que são apenas de ordem económica, considera-se que os custos anuais apresentam maior importância do que a variável valor residual, uma vez que esta análise foca-se no departamento de alugueres da empresa, estando o custo de aquisição das viaturas mais relacionado com o desempenho do departamento de vendas. Tendo sido também sugerido que o peso da variável valor residual fosse igual ou superior a 20% da soma total dos *inputs*, a execução do modelo não permitiu aplicar esta restrição (porque a otimização era matematicamente impossível com tal limite), sendo o modelo apenas exequível com a atribuição de uma restrição mínima de 0,1% ao peso da variável. Contudo, o valor médio verificado de ponderação para a variável valor residual ronda os 25%, sendo em média cumprida a restrição definida inicialmente.

As restrições de pesos definidas para os *outputs* admitem uma maior atribuição de peso à dimensão económica, seguida da dimensão satisfação dos clientes e finalmente da dimensão ambiental. Tendo sido sugerido a atribuição de uma percentagem mínima de

10% do valor dos *outputs* à variável poluição. Apesar desse valor ter sido alterado para 3% de forma a ser possível desenvolver o modelo, o valor médio de pesos observados nesta variável anda na ordem dos 14%, sendo também em média cumprida a restrição inicial. As restrições dos *outputs* de dimensão económica seguiram a mesma lógica dos *inputs*, é considerado mais importante a variável receitas anuais, tendo sido sugerido a ponderação mínima de 20% do total do peso da dimensão económica dos *outputs* ao valor estimado de venda. Não tendo sido também possível executar o modelo com esta restrição, observa-se que a média das ponderações desta variável para todas as DMUs ronda os 15% da ponderação total de *outputs*. Para as variáveis relativas à satisfação dos clientes foi definida uma ordem hierárquica na qual o número de reclamações de clientes apresenta maior importância, seguindo-se o índice de segurança, o consumo de combustível, o espaço da bagageira, a potência e por último a aceleração. As restrições impostas garantem que para toda e qualquer DMU nenhuma variável é excluída, sendo garantido no mínimo uma ponderação de 0,1% para cada uma delas.

Faz sentido assumir que algumas variáveis *output* são não controláveis. A variável ambiental e as variáveis da dimensão satisfação à exceção do número de pedidos de reparação, não são controláveis pela empresa. Por esta razão, corremos um modelo de DEA que introduz estes *outputs* como variáveis não controláveis, tal como proposto por Banker & Morey (1986). No entanto, a execução do modelo admitindo variáveis não controláveis gera uma soma da ponderação total dos *outputs* com média próxima de 120% para as 224 unidades. Foi também corrido o modelo considerando todas as variáveis como controláveis, onde tal resultado ao nível da soma das ponderações dos *outputs* não se verificou, tendo gerado resultados de eficiência idênticos. As unidades consideradas eficientes são as mesmas nos dois modelos, tendo o modelo que admite variáveis não controláveis valores de eficiência ligeiramente mais baixos. Sendo as conclusões quer de um ou de outro modelo coincidentes, do ponto de vista da formulação teórica, o modelo com os *outputs* não controláveis parece ser mais adequado dado que reflete melhor a situação em causa. Ainda assim, como o objetivo do estudo não passa por estabelecer *targets* para viaturas ou marcas, o desenvolvimento de qualquer um dos modelos revela-se aceitável.

Ainda assim, por forma a incluir no modelo a informação de que alguns *outputs* não são controláveis, não podendo, portanto, ser expandidos, apresenta-se no trabalho os resultados do modelo que considera alguns dos *outputs* como não controláveis. Faz-se, no entanto, a ressalva de que os resultados produzidos pelo *software* ao nível dos pesos virtuais dos *outputs* não podem ser interpretados diretamente como percentagens de peso face ao total de *outputs*, já que a soma destes pesos ultrapassa os 100%. A interpretação que se pode fazer diretamente é a da proporção de peso de cada *output* controlável dentro do conjunto de *outputs* controláveis (já que a soma dos pesos virtuais dos *outputs* controláveis é de 100%). No que toca aos pesos virtuais dos *inputs*, pode ser feita a interpretação habitual de que cada peso virtual representa a percentagem de peso atribuída ao *input* dentro do conjunto de *inputs*.

O modelo DEA é aplicado a um total de 224 unidades. Sendo a análise desenvolvida por grupos, as fronteiras de eficiência são diferentes em cada grupo analisado, o que não possibilita a comparação direta entre viaturas de diferentes grupos. Considera-se que o cliente de um determinado grupo de viaturas não é o mesmo de outro, ou o que motiva um cliente a procurar um carro citadino não é o mesmo que o motiva quando procura uma carrinha de 9 lugares ou comercial. Alguns autores estudados revelam que para além do desenvolvimento de uma análise de DEA individual, é pertinente complementar o estudo com uma análise segmentada, neste caso, por grupos de aluguer (Golany & Roll, 1989). No seguimento desta sugestão, a análise principal que será apresentada nesta dissertação é uma análise de eficiência de viaturas por grupos de aluguer.

O número de unidades e variáveis em estudo está de acordo com as regras referidas no capítulo 3. Executa-se a análise de DEA a um total de 224 DMUs, sendo o total de variáveis composto por 2 *inputs* e 9 *outputs*.

O modelo aplicado assumirá rendimentos variáveis à escala, à semelhança de vários estudos analisados que têm como DMUs modelos de viaturas. A justificação desta decisão baseia-se nesses mesmos estudos, que indicam que os modelos das viaturas são muito diferentes, não sendo a relação *input-output* constante (Lo Storto, 2014). Os preços e características não estão linearmente relacionados (González *et al*, 2017). A utilização

do modelo VRS elimina o efeito da diferença do tamanho das viaturas (Hampf & Kruger, 2014). Para além destes fatores há que ter em consideração que estamos perante a presença de *inputs* e *outputs* que incluem rácios de variáveis, os quais não são compatíveis com a utilização do modelo CRS (Hollingsworth & Smith, 2003).

O software de DEA utilizado na execução do modelo é o *Efficiency Measurement System* (EMS), versão 1.3, desenvolvido por Holger Scheel (2000).

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De seguida são apresentados e discutidos os resultados do modelo que considera a existência de variáveis não controláveis pela empresa. Recorde-se que este modelo, na sua versão de orientação *output*, tal como proposto por Banker & Morey (1986), procura expandir o conjunto de *outputs* controláveis até ao máximo possível. As unidades em que já não é possível expandir todos os *outputs* controláveis são consideradas eficientes, em termos relativos. A análise foi desenvolvida por grupos de aluguer, o que permite instantaneamente identificar dentro da cada grupo quais as viaturas e respetivas marcas e modelos mais eficientes. Tendo por base os grupos de aluguer estabelecidos pela empresa, o modelo foi desenvolvido com a junção de alguns desses grupos cujas características o justificam, totalizando assim 12 grupos analisados. Por sugestão da empresa foi posteriormente realizada a análise conjunta dos grupos A, B e C uma vez que estes grupos são os mais procurados por clientes e muitas vezes são concedidos *free upgrades* nos alugueres dos grupos A e B. Com esta análise, as 123 DMUs que constituem estes grupos podem ser comparadas diretamente, pois é considerada a mesma fronteira de eficiência. Os valores obtidos de eficiência serão ligeiramente diferentes dos valores obtidos nas análises desenvolvidas por grupos em separado.

Os valores das estatísticas descritivas referentes às ponderações de cada variável do modelo DEA e à taxa de eficiência para as 224 DMUs são apresentados na tabela 4.2.

Estes valores são referentes a análises de eficiência realizadas aos grupos de aluguer em separado.

Tabela 4.2 – Valores das estatísticas descritivas dos pesos das variáveis do modelo DEA considerando alguns *outputs* como não controláveis e da taxa de eficiência

Variável		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Valor Residual (€)	Input (controlável)	0,10%	48,10%	24,53%	13,39%
Custos 2018 (€)	Input (controlável)	51,90%	99,90%	75,47%	13,39%
Valor de Venda (€)	Output (controlável)	0,10%	45,54%	14,73%	8,81%
Proveitos 2018 (€)	Output (controlável)	25,31%	99,02%	63,18%	18,57%
Pedidos Reparação 2018 (dif. p/ máx.)	Output (controlável)	0,87%	49,37%	22,11%	12,95%
Consumo (km/l)	Output (não controlável)	0,12%	17,10%	1,27%	2,37%
Aceleração (transf. 0-100km/h (s))	Output (não controlável)	0,10%	7,91%	0,45%	0,98%
Potência (cv)	Output (não controlável)	0,11%	7,91%	0,58%	1,13%
Capacidade Bagageira (l)	Output (não controlável)	0,12%	14,68%	0,85%	1,68%
Segurança Euro NCAP (%)	Output (não controlável)	0,12%	24,78%	2,36%	4,26%
Polição (km/100gCO ₂)	Output (não controlável)	3,11%	53,49%	13,82%	12,10%
Taxa de Eficiência		33,20%	100,00%	81,07%	16,09%

Verifica-se na tabela anterior que as restrições impostas aos pesos das variáveis foram cumpridas bem como a hierarquia definida.

De forma a analisar o nível de eficiência de cada grupo, das viaturas e respetivas marcas e modelos que os constituem, procede-se de seguida à representação dos resultados do modelo DEA por grupos de aluguer, onde alguns *outputs* são considerados como não controláveis.

Tabela 4.3 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo A

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I) _{V}	Custos 2018 (I) _{V}	Valor de Venda (O) _{V}	Proveitos 2018 (O) _{V}	Pedidos Reparação 2018 (O) _{V}	Consumo (ON) _{V}	Aceleração (ON) _{V}	Potência (ON) _{V}	Bagageira (ON) _{V}	Segurança (ON) _{V}	Polição (ON) _{V}
1 A_Citroen_C1_1	64,33%	64,33%	0,2213	0,7787	0,2552	0,2552	0,4896	0,005	0,0023	0,0024	0,0024	0,0088	0,5104
2 A_Fiat_Panda_1	100%	100%	0,1337	0,8663	0,001	0,9668	0,0322	0,0018	0,001	0,0011	0,0018	0,0018	0,0312
3 A_Toyota_Aygo_1	100%		0,0022	0,9978	0,0167	0,7244	0,2785	0,0505	0,0135	0,0394	0,0275	0,0873	0,2271
4 A_Toyota_Aygo_2	100%	99,91%	0,351	0,649	0,0015	0,8853	0,1132	0,0602	0,0092	0,0092	0,0092	0,1132	0,3104
5 A_Toyota_Aygo_3	99,72%		0,2158	0,7842	0,2129	0,5341	0,253	0,0035	0,0017	0,0017	0,0017	0,1784	0,3957

O grupo A é composto pelas viaturas mais económicas, as que apresentam menos custos e que geram menos rendimento por dia de aluguer. Este segmento de viaturas é procurado geralmente por quem pretende uma solução mais económica. Destacam-se dois modelos com resultados muito bons de eficiência (ver tabela 4.3), sendo que, havendo 3 viaturas Toyota Aygo, este modelo apresenta maior solidez de resultados. Inclusive, na

análise conjunta dos grupos A, B e C², o modelo Toyota Aygo apresenta um valor de eficiência superior ao Fiat Panda.

Tabela 4.4 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo B

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I)(V)	Custos 2018 (I)(V)	Valor de Venda (O)(V)	Proveitos 2018 (O)(V)	Pedidos Reparação 2018 (O)(V)	Consumo (ON)(V)	Aceleração (ON)(V)	Potência (ON)(V)	Bagageira (ON)(V)	Segurança (ON)(V)	Poliuição (ON)(V)	
6 B_Mitsubishi_Spacestar_1	79,61%	78,96%	0,3496	0,6504	0,1931	0,4323	0,3746	0,0026	0,0021	0,0021	0,0021	0,0026	0,2257	
7 B_Mitsubishi_Spacestar_2	90,41%		0,3046	0,6954	0,213	0,6823	0,1048	0,0698	0,0579	0,0579	0,0579	0,0698	0,3832	
8 B_Mitsubishi_Spacestar_3	80,24%		0,369	0,631	0,1989	0,4151	0,3859	0,0027	0,0022	0,0022	0,0022	0,0027	0,2325	
9 B_Mitsubishi_Spacestar_4	79,72%		0,407	0,593	0,291	0,5898	0,1193	0,0954	0,0791	0,0791	0,0791	0,0954	0,5235	
10 B_Mitsubishi_Spacestar_5	66,18%		0,3977	0,6023	0,2538	0,2538	0,4924	0,0034	0,0028	0,0028	0,0028	0,0034	0,2966	
11 B_Mitsubishi_Spacestar_6	73,98%		0,3488	0,6512	0,2074	0,4477	0,3449	0,0028	0,0023	0,0023	0,0023	0,0028	0,2424	
12 B_Mitsubishi_Spacestar_7	70,17%		0,345	0,655	0,2844	0,6016	0,114	0,0912	0,0756	0,0756	0,0756	0,0912	0,5004	
13 B_Mitsubishi_Spacestar_8	91,35%		0,2893	0,7107	0,2233	0,7013	0,0753	0,0753	0,0625	0,0625	0,0625	0,0753	0,4134	
14 B_Nissan_Micra_1	93,36%		87,47%	0,4501	0,5499	0,2975	0,6846	0,0179	0,0096	0,0061	0,0074	0,0096	0,0101	0,0489
15 B_Nissan_Micra_2	79,18%			0,4236	0,5764	0,3268	0,6591	0,0141	0,0105	0,0067	0,0082	0,0105	0,0111	0,0537
16 B_Nissan_Micra_3	100%			0,0027	0,9973	0,0169	0,7901	0,1924	0,0619	0,0084	0,023	0,0448	0,0896	0,1792
17 B_Nissan_Micra_4	92,25%			0,3958	0,6042	0,2594	0,7272	0,0134	0,0084	0,0053	0,0065	0,0084	0,0088	0,0426
18 B_Nissan_Micra_5	72,58%			0,3386	0,6614	0,1978	0,459	0,3432	0,0023	0,0015	0,0018	0,0023	0,0025	0,044
19 B_Nissan_Micra_6	100%	0,0025		0,9975	0,0011	0,9869	0,012	0,0064	0,004	0,005	0,0064	0,0068	0,0326	
20 B_Nissan_Micra_7	100%	0,2908		0,7092	0,0011	0,9873	0,0117	0,0062	0,0039	0,0048	0,0062	0,0066	0,0318	
21 B_Nissan_Micra_8	86,20%	0,3429		0,6571	0,1854	0,4357	0,379	0,0019	0,0012	0,0015	0,0019	0,002	0,0364	
22 B_Nissan_Micra_9	77,21%	0,3387		0,6613	0,2875	0,7015	0,0109	0,0082	0,0052	0,0064	0,0082	0,0087	0,0418	
23 B_Nissan_Micra_10	73,92%	0,2733		0,7267	0,1862	0,4606	0,3532	0,0024	0,0015	0,0019	0,0024	0,0025	0,0453	

O grupo B é constituído apenas por 2 modelos de viaturas, ambos com quantidade significativa de unidades, o que permite uma análise mais robusta (ver tabela 4.4). Conclui-se que o modelo Nissan Micra apresenta melhores níveis de eficiência que o modelo Mitsubishi Space Star, para além de uma média de eficiência superior, apresenta 3 unidades com eficiência de 100%. Ao nível dos *inputs* verifica-se uma ponderação de pesos regular em todo o grupo à exceção de duas unidades consideradas 100% eficientes, em que o peso atribuído à variável custos ultrapassa os 99%. Nos *outputs*, as unidades 100% eficientes atribuem também uma ponderação muito elevada à variável proveitos 2018. É importante realçar, no entanto, que dado que estas unidades são eficientes é natural que apresentem estruturas de peso ótimas alternativas.

² Tabela disponibilizada em apêndice.

Tabela 4.5 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo C

	DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I)(V)	Custos 2018 (I)(V)	Valor de Venda (O)(V)	Proveitos 2018 (O)(V)	Pedidos Reparação 2018 (O)(V)	Consumo (O)(V)	Aceleração (O)(V)	Potência (O)(V)	Bagageira (O)(V)	Segurança (O)(V)	Poliuição (O)(V)	
24	C. Fiat_Punto1	62,42%	79,47%	0,105	0,895	0,1763	0,5052		0,3185	0,0034	0,0023	0,0023	0,003	0,0034	0,0646
25	C. Fiat_Punto2	90,19%		0,0038	0,9962	0,1225	0,6439		0,2336	0,0019	0,0012	0,0012	0,0017	0,0019	0,0355
26	C. Fiat_Punto3	66,05%		0,0041	0,9959	0,1708	0,5037		0,3255	0,0026	0,0017	0,0017	0,0023	0,0026	0,0495
27	C. Fiat_Punto4	82,88%		0,0048	0,9952	0,1413	0,5893		0,2694	0,0022	0,0014	0,0014	0,0019	0,0022	0,0419
28	C. Fiat_Punto5	84,42%		0,0052	0,9948	0,1423	0,5864		0,2713	0,0022	0,0014	0,0014	0,0019	0,0022	0,0413
29	C. Fiat_Punto6	95,45%		0,0044	0,9956	0,1197	0,6522		0,2281	0,0018	0,0012	0,0012	0,0016	0,0018	0,0347
30	C. Fiat_Punto7	81,17%		0,0048	0,9952	0,1446	0,6143		0,2411	0,0022	0,0015	0,0015	0,002	0,0022	0,0419
31	C. Fiat_Punto8	73,20%		0,0047	0,9953	0,159	0,5757		0,2652	0,0024	0,0016	0,0016	0,0021	0,0024	0,0461
32	C. Ford_Fiesta1	75,80%		0,368	0,632	0,1551	0,5492		0,2957	0,0029	0,0018	0,0021	0,0024	0,0053	0,2265
33	C. Ford_Fiesta2	84,97%		0,3082	0,6918	0,1451	0,6129		0,242	0,0027	0,0017	0,002	0,0023	0,005	0,2118
34	C. Ford_Fiesta3	60,56%	0,336	0,664	0,1867	0,5464		0,2669	0,0035	0,0021	0,0026	0,0029	0,0064	0,2726	
35	C. Ford_Fiesta4	51,86%	0,0976	0,9024	0,256	0,256		0,488	0,0048	0,0029	0,0035	0,004	0,0087	0,3738	
36	C. Ford_Fiesta5	100%	0,0057	0,9943	0,0433	0,8309		0,1257	0,0405	0,0118	0,0228	0,0309	0,0751	0,2578	
37	C. Ford_Fiesta6	80,98%	0,3446	0,6554	0,1487	0,6033		0,248	0,0028	0,0017	0,002	0,0023	0,0051	0,2171	
38	C. Ford_Fiesta7	96,96%	0,3127	0,6873	0,1303	0,7836		0,0862	0,0324	0,0198	0,0238	0,0271	0,0589	0,2322	
39	C. Ford_Fiesta8	82,13%	0,3755	0,6245	0,1475	0,6258		0,2267	0,0078	0,0017	0,0057	0,0065	0,0141	0,2252	
40	C. Ford_Fiesta9	98,61%	0,3542	0,6458	0,0391	0,8994		0,0715	0,0269	0,0015	0,0197	0,0225	0,0489	0,1755	
41	C. Ford_Fiesta10	96,74%	0,3746	0,6254	0,1174	0,6656		0,217	0,0021	0,0013	0,0016	0,0018	0,0039	0,1662	
42	C. Ford_Fiesta11	76,65%	0,3461	0,6539	0,1511	0,5695		0,2794	0,0028	0,0017	0,002	0,0023	0,005	0,214	
43	C. Ford_Fiesta12	82,02%	0,3776	0,6224	0,1467	0,5822		0,2711	0,0027	0,0016	0,002	0,0022	0,0049	0,2077	
44	C. Ford_Fiesta13	75,69%	0,3565	0,6435	0,1551	0,5941		0,2508	0,0028	0,0017	0,0021	0,0024	0,0051	0,2195	
45	C. Ford_Fiesta14	93,93%	0,3643	0,6357	0,1261	0,6407		0,2331	0,0023	0,0014	0,0017	0,0019	0,0042	0,1786	
46	C. Ford_Fiesta15	90,69%	0,3483	0,6517	0,1369	0,6101		0,253	0,0025	0,0015	0,0018	0,0021	0,0045	0,1938	
47	C. Ford_Fiesta16	80,65%	0,3547	0,6453	0,1553	0,5577		0,287	0,0028	0,0017	0,0021	0,0024	0,0051	0,2198	
48	C. Ford_Fiesta17	81,86%	0,3499	0,6501	0,152	0,5671		0,2809	0,0028	0,0017	0,002	0,0023	0,005	0,2147	
49	C. Ford_Fiesta18	75,35%	0,3181	0,6819	0,1477	0,5955		0,2567	0,0029	0,0018	0,0021	0,0024	0,0053	0,2247	
50	C. Ford_Fiesta19	64,51%	0,3379	0,6621	0,1771	0,5151		0,3078	0,0035	0,0021	0,0025	0,0029	0,0063	0,2694	
51	C. Ford_Fiesta20	93,97%	0,3144	0,6856	0,1202	0,6598		0,22	0,0066	0,0014	0,0048	0,0055	0,012	0,1912	
52	C. Ford_Fiesta21	88,13%	0,321	0,679	0,1295	0,664		0,2065	0,0077	0,0016	0,0043	0,0064	0,0139	0,2064	
53	C. Ford_Fiesta22	86,18%	0,348	0,652	0,1371	0,6434		0,2196	0,0075	0,0016	0,0055	0,0063	0,0137	0,2181	
54	C. Nissan_Note1	79,61%	0,0696	0,9304	0,1563	0,5351		0,3067	0,0031	0,002	0,0022	0,003	0,0058	0,0576	
55	C. Nissan_Note2	74,55%	0,2205	0,7795	0,1302	0,6714		0,1984	0,0104	0,0018	0,002	0,0099	0,0193	0,2124	
56	C. Opel_Corsa1	97,19%	0,1741	0,8259	0,0013	0,8401		0,1587	0,002	0,0012	0,0014	0,0018	0,0039	0,0361	
57	C. Opel_Corsa2	78,80%	0,3495	0,6505	0,1373	0,5939		0,2688	0,0022	0,0013	0,0015	0,002	0,0042	0,0386	
58	C. Opel_Corsa3	69,66%	0,3721	0,6279	0,1582	0,5708		0,271	0,0025	0,0015	0,0017	0,0023	0,0048	0,0445	
59	C. Opel_Corsa4	62,48%	0,308	0,692	0,1698	0,5394		0,2909	0,0027	0,0016	0,0018	0,0024	0,0052	0,0477	
60	C. Opel_Corsa5	75,47%	0,279	0,721	0,1417	0,5663		0,2921	0,0023	0,0014	0,0016	0,0021	0,0046	0,0419	
61	C. Opel_Corsa6	80,37%	0,3662	0,6338	0,1365	0,6297		0,2338	0,0021	0,0013	0,0014	0,002	0,0042	0,0384	
62	C. Opel_Corsa7	92,71%	0,3773	0,6227	0,1026	0,8817		0,0157	0,0062	0,0011	0,0013	0,0057	0,012	0,034	
63	C. Opel_Corsa8	58,02%	0,2084	0,7916	0,1777	0,4938		0,3285	0,003	0,0018	0,002	0,0028	0,0059	0,0539	
64	C. Opel_Corsa9	83,61%	0,3546	0,6454	0,1299	0,6156		0,2545	0,002	0,0012	0,0014	0,0019	0,004	0,0365	
65	C. Opel_Corsa10	100%	0,2944	0,7056	0,0011	0,8619		0,137	0,0017	0,001	0,0012	0,0016	0,0034	0,0312	
66	C. Peugeot_208_1	77,50%	0,2918	0,7082	0,1438	0,6573		0,1989	0,0027	0,0018	0,0021	0,0024	0,0034	0,0227	
67	C. Peugeot_208_2	65,84%	0,0041	0,9959	0,1717	0,4981		0,3302	0,003	0,0021	0,0023	0,0027	0,0062	0,2408	
68	C. Peugeot_208_3	100%	0,0035	0,9965	0,0047	0,9291		0,0662	0,014	0,0095	0,0106	0,0123	0,0416	0,1264	
69	C. Peugeot_208_4	75,95%	0,0038	0,9962	0,1453	0,6101		0,2446	0,0026	0,0017	0,0019	0,0023	0,0053	0,2038	
70	C. Peugeot_208_5	100%	0,0266	0,9734	0,0016	0,976		0,0224	0,0079	0,0053	0,006	0,0069	0,0161	0,0574	
71	C. Peugeot_208_6	63,18%	0,3288	0,6712	0,181	0,4953		0,3236	0,0034	0,0023	0,0026	0,003	0,007	0,2697	
72	C. Renault_Clio1	84,86%	0,3962	0,6038	0,1484	0,6017		0,2499	0,0023	0,0018	0,0021	0,0023	0,0029	0,2289	
73	C. Seat_Ibiza_1	69,39%	0,3129	0,6871	0,1809	0,556		0,2631	0,0026	0,0021	0,0022	0,0022	0,0051	0,0478	
74	C. Seat_Ibiza_2	74,41%	0,3411	0,6589	0,1716	0,5432		0,2852	0,0024	0,002	0,0021	0,0021	0,0048	0,0453	
75	C. Seat_Ibiza_3	87,78%	0,3581	0,6419	0,151	0,6452		0,2039	0,0056	0,0046	0,0048	0,0048	0,0111	0,1764	
76	C. Seat_Ibiza_4	93,20%	0,3575	0,6425	0,1421	0,6386		0,2193	0,0053	0,0043	0,0045	0,0045	0,0104	0,166	
77	C. Seat_Ibiza_5	67,43%	0,261	0,739	0,1494	0,5357		0,3149	0,0031	0,0025	0,0026	0,0026	0,0061	0,0572	
78	C. Seat_Ibiza_6	51,22%	0,2685	0,7315	0,1743	0,4075		0,4181	0,0039	0,0032	0,0034	0,0034	0,0078	0,2831	
79	C. Seat_Ibiza_7	69,30%	0,2322	0,7678	0,125	0,574		0,301	0,0026	0,0021	0,0022	0,0022	0,0051	0,0479	
80	C. Seat_Ibiza_8	100%	0,0051	0,9949	0,1725	0,7213		0,1062	0,0335	0,0275	0,0286	0,0286	0,0664	0,0423	
81	C. Seat_Ibiza_9	70,70%	0,1861	0,8139	0,2003	0,5654		0,2343	0,0027	0,0022	0,0023	0,0023	0,0053	0,0497	
82	C. Seat_Ibiza_10	100%	0,0419	0,9581	0,1736	0,8118		0,0146	0,0053	0,0043	0,0045	0,0045	0,0104	0,0348	
83	C. Seat_Ibiza_11	75,46%	0,2685	0,7315	0,1773	0,5808		0,2419	0,0024	0,0019	0,002	0,002	0,0047	0,044	
84	C. Seat_Ibiza_12	82,15%	0,3299	0,6701	0,1587	0,5873		0,254	0,0022	0,0018	0,0019	0,0019	0,0043	0,0404	
85	C. Seat_Ibiza_13	79,13%	0,375	0,625	0,1751	0,546		0,2789	0,0026	0,0022	0,0023	0,0023	0,0052	0,1888	
86	C. Seat_Ibiza_14	85,12%	0,3781	0,6219	0,1555	0,5957		0,2488	0,0021	0,0017	0,0018	0,0018	0,0042	0,0396	
87	C. Seat_Ibiza_15	83,42%	0,361	0,639	0,1641	0,5745		0,2614	0,0025	0,002	0,0021	0,0021	0,0049	0,177	
88	C. Seat_Ibiza_16	83,71%	0,3699	0,6301	0,1652	0,6046		0,2302	0,0025	0,002	0,0021	0,0021	0,0049	0,1781	
89	C. Seat_Ibiza_17	76,02%	0,3351	0,6649	0,176	0,5839		0,2401	0,0023	0,0019	0,002	0,002	0,0047	0,0436	
90	C. Seat_Ibiza_18	91,90%	0,3761	0,6239	0,1813	0,8078		0,0109	0,0055	0,0045	0,0047	0,0047	0,0109	0,0364	
91	C. Seat_Ibiza_19	78,36%	0,2877	0,7123	0,1194	0,647		0,2336	0,0064	0,0053	0,0055	0,0055	0,0127	0,2022	
92	C. Seat_Ibiza_20	71,04%	0,0864	0,9136	0,1706	0,4183		0,4111	0,0035	0,0029	0,003	0,003	0,007	0,0654	
93	C. Seat_Ibiza_21	83,26%	0,3335	0,6665	0,1701	0,5478		0,2821	0,0025	0,0021	0,0022	0,0022	0,005	0,1159	
94	C. Seat_Ibiza_22	76,94%	0,1602	0,8398	0,1762	0,5489		0,2748	0,0024	0,0019	0,002	0,002	0,0047	0,0437	
95	C. Seat_Ibiza_23	84,25%	0,3592	0,6408	0,1588	0,5936		0,2476	0,0021	0,0017	0,0018	0,0018	0,0042	0,0394	
96	C. Seat_Ibiza_24	88,46%	0,3433	0,6567	0,1512	0,6129		0,2358	0,002	0,0017	0,0017	0,0017	0,004	0,0375	
97	C. Toyota_Yaris_1	69,47%	0,1562	0,8438	0,1651	0,4892		0,3456	0,0033	0,0019	0,0021	0,0028	0,0059	0,2496	
98	C. Toyota_Yaris_2	85,59%	0,0477	0,9523	0,1694	0,4746		0,356	0,0031	0,0018	0,002	0,0026	0,0056	0,0604	
99	C. Toyota_Yaris_3	100%	0,22	0,78	0,0014	0,9791		0,0195	0,0072	0,0041	0,0046	0,0061	0,0128	0,0496	
100	C. Toyota_Yaris_4	100%	0,0563	0,9437	0,026	0,8293		0,1447	0,0452	0,0101	0,01				

O grupo C é o que apresenta um maior número de viaturas e maior diversidade de modelos. É também o segmento de viaturas que tem mais procura, tanto no departamento de alugueres da empresa, como no departamento de vendas. Os resultados de eficiência por marcas de viaturas variam entre os 77% e os 85% (ver tabela 4.5), o que sugere alguma homogeneidade de eficiência no grupo. Embora o Renault Clio tenha obtido um bom desempenho, dado que apenas consiste numa viatura, não é possível retirar conclusões robustas quanto à eficiência deste modelo e marca. A maioria das marcas com mais unidades neste grupo são também as que apresentam maior eficiência, o que nos revela que as decisões da empresa poderão já refletir a eficiência das viaturas, se bem que calculada por outros parâmetros, sendo esta uma forma de corroborar os resultados obtidos com o modelo de DEA. Destacam-se assim neste grupo o Ford Fiesta, seguido do Peugeot 208, Seat Ibiza e Toyota Yaris.

Tabela 4.6 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo D

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I){V}	Custos 2018 (I){V}	Valor de Venda (O){V}	Proveitos 2018 (O){V}	Pedidos Reparação 2018 (O){V}	Consumo (O){V}	Aceleração (O){V}	Potência (O){V}	Bagageira (O){V}	Segurança (O){V}	Poliuição (O){V}
124 D_Citroen_C3	33,20%	33,20%	0,2618	0,7382	0,2359	0,2763	0,4879	0,0062	0,0038	0,0039	0,0042	0,0062	0,0945
125 D_Ford_Fiesta_1	100%		0,4628	0,5372	0,0092	0,9256	0,0652	0,0267	0,0028	0,0066	0,0141	0,0355	0,0556
126 D_Ford_Fiesta_2	99,83%	88,40%	0,2988	0,7012	0,0012	0,9542	0,0447	0,0229	0,0105	0,0108	0,0129	0,0255	0,0335
127 D_Ford_Fiesta_3	66,55%		0,3077	0,6923	0,2121	0,7759	0,012	0,0107	0,0049	0,0051	0,0061	0,012	0,0474
128 D_Ford_Fiesta_4	87,23%		0,229	0,771	0,144	0,6471	0,2089	0,0027	0,0012	0,0013	0,0015	0,003	0,0358
129 D_Opel_Corsa1	82,81%	80,70%	0,2329	0,7671	0,0011	0,8887	0,1102	0,002	0,0014	0,0015	0,0016	0,0031	0,08
130 D_Opel_Corsa2	78,59%		0,2696	0,7304	0,1247	0,7007	0,1746	0,0022	0,0015	0,0016	0,0018	0,0041	0,1417
131 D_Peugeot_208_1	100%	71,10%	0,3741	0,6259	0,0011	0,8777	0,1213	0,0021	0,0013	0,0013	0,0013	0,0027	0,0312
132 D_Peugeot_208_2	42,21%		0,2376	0,7624	0,2925	0,3297	0,3779	0,0049	0,003	0,0031	0,0031	0,0064	0,0739
133 D_Toyota_Versos1	42,03%	42,03%	0,4097	0,5903	0,3262	0,3262	0,3477	0,0048	0,003	0,0032	0,0048	0,0077	0,2805
134 D_Volkswagen_Polo_1	88,05%		0,003	0,997	0,1582	0,6091	0,2327	0,0029	0,0014	0,0014	0,0017	0,0038	0,1424
135 D_Volkswagen_Polo_2	100%	87,38%	0,0021	0,9979	0,1365	0,7805	0,083	0,038	0,0013	0,0013	0,0232	0,0508	0,1739
136 D_Volkswagen_Polo_3	74,10%		0,2956	0,7044	0,1737	0,8128	0,0135	0,0086	0,0043	0,0043	0,0053	0,0116	0,0475

Os resultados de eficiência do grupo D, apresentados na tabela 4.6, reforçam a ideia de que a empresa já por outros métodos consegue identificar as viaturas mais eficientes, tendo estas marcas maior representatividade na constituição do grupo. Identifica-se claramente a existência de duas unidades *outliers* na constituição deste grupo, o Citroen C3 e o Toyota Versos, unidades essas que já estavam identificadas pela empresa, o que sugere a existência de um controlo regular por parte da direção da mesma. Sendo que é o tipo de combustível que determina a diferença entre o grupo C e D, verifica-se que também no motor diesel o Ford Fiesta se apresenta como uma das melhores alternativas em termos de modelos. Destaca-se também o Volkswagen Polo como uma das opções mais eficientes.

Tabela 4.7 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo E

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I) _I (V)	Custos 2018 (I) _I (V)	Valor de Venda (O) _I (V)	Proveitos 2018 (O) _I (V)	Pedidos Reparação 2018 (O) _I (V)	Consumo (ON) _I (V)	Aceleração (ON) _I (V)	Potência (ON) _I (V)	Bagageira (ON) _I (V)	Segurança (ON) _I (V)	Polição (ON) _I (V)
137 E1_Citroen_C4_1	100%	100%	0,3465	0,6535	0,0788	0,6821	0,2391	0,171	0,0183	0,0372	0,0856	0,1997	0,3789
138 E1_Ford_Focus_1	61,10%	65,99%	0,2618	0,7382	0,2437	0,3522	0,4041	0,0036	0,0018	0,002	0,0024	0,0042	0,0466
139 E1_Ford_Focus_2	70,89%		0,1413	0,8587	0,2086	0,4455	0,3459	0,003	0,0015	0,0017	0,0021	0,0036	0,0398
140 E1_Nissan_Juke_1	67,42%	67,42%	0,3794	0,6206	0,2256	0,3797	0,3947	0,0027	0,0016	0,0018	0,0023	0,0036	0,0477
141 E1_Peugeot_308_1	100%	100%	0,0058	0,9942	0,0018	0,9775	0,0207	0,0142	0,0017	0,0017	0,0111	0,0175	0,0552
142 E1_Seat_Leon_1	100%		0,1383	0,8617	0,0019	0,9791	0,019	0,0111	0,0097	0,0111	0,0111	0,019	0,0719
143 E1_Seat_Leon_2	75,28%	87,64%	0,3719	0,6281	0,2171	0,3854	0,3976	0,0022	0,0019	0,0022	0,0022	0,0037	0,0465
144 E1_Toyota_Auris_1	75,07%	75,07%	0,3784	0,6216	0,2209	0,4159	0,3632	0,0027	0,0014	0,002	0,0021	0,0037	0,0496
145 E2_Alfa Romeo_Giulietta_1	62,21%	62,21%	0,3531	0,6469	0,418	0,5387	0,0433	0,0032	0,0021	0,0023	0,0027	0,0032	0,0568
146 E2_Audi_A3	100%	100%	0,3521	0,6479	0,0014	0,9858	0,0129	0,0066	0,0047	0,0051	0,0066	0,0101	0,045
147 E2_Mercedes_ClasseA_1	100%	100%	0,2457	0,7543	0,0012	0,9088	0,09	0,0574	0,0012	0,0013	0,0017	0,0853	0,0355

A análise do grupo E foi desenvolvida com as viaturas do grupo E1 e E2 por terem características semelhantes e serem as principais concorrentes entre si (ver tabela 4.7). Das 5 viaturas que se apresentam 100% eficientes, 4 são as únicas representantes da sua marca neste grupo, pelo que teremos de ser particularmente cautelosos nas conclusões a retirar. Neste caso em particular, poderá ser útil recolher dados para outros anos, por forma a verificar se o padrão dos resultados se mantém ou não.

Tabela 4.8 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo F

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I) _I (V)	Custos 2018 (I) _I (V)	Valor de Venda (O) _I (V)	Proveitos 2018 (O) _I (V)	Pedidos Reparação 2018 (O) _I (V)	Consumo (ON) _I (V)	Aceleração (ON) _I (V)	Potência (ON) _I (V)	Bagageira (ON) _I (V)	Segurança (ON) _I (V)	Polição (ON) _I (V)	
148 F_Ford_Focus SW_1	100%	76,17%	0,0022	0,9978	0,0471	0,8819	0,0709	0,0035	0,0017	0,0017	0,0024	0,009	0,0315	
149 F_Ford_Focus SW_2	100%		0,003	0,997	0,0606	0,8482	0,0912	0,0045	0,0021	0,0022	0,0031	0,0116	0,0405	
150 F_Ford_Focus SW_3	78,94%		0,3068	0,6932	0,0787	0,8109	0,1105	0,004	0,0019	0,0019	0,0027	0,014	0,0442	
151 F_Ford_Focus SW_4	91,86%		0,3512	0,6488	0,0699	0,8501	0,08	0,0045	0,0021	0,0022	0,0031	0,0116	0,0406	
152 F_Ford_Focus SW_5	76,93%		0,35	0,65	0,0716	0,8238	0,1046	0,0038	0,0018	0,0018	0,0026	0,0133	0,0419	
153 F_Ford_Focus SW_6	52,38%		0,3101	0,6899	0,0961	0,752	0,1519	0,0063	0,0029	0,003	0,0043	0,022	0,0695	
154 F_Ford_Focus SW_7	49,02%		0,2542	0,7458	0,0887	0,771	0,1402	0,0058	0,0027	0,0028	0,004	0,0204	0,0642	
155 F_Ford_Focus SW_8	99,96%		0,3787	0,6213	0,0648	0,8254	0,1098	0,0062	0,0029	0,003	0,0043	0,0159	0,0557	
156 F_Ford_Focus SW_9	70,05%		0,2303	0,7697	0,0768	0,811	0,1122	0,004	0,0019	0,002	0,0028	0,0142	0,0449	
157 F_Ford_Focus SW_10	42,55%		0,3471	0,6529	0,1399	0,6559	0,2042	0,0074	0,0035	0,0036	0,0051	0,0259	0,0818	
158 F_Opel_Astra_1	77,82%	75,29%	0,0027	0,9973	0,156	0,6201	0,224	0,0082	0,0039	0,0041	0,0065	0,0334	0,1046	
159 F_Opel_Astra_2	59,61%		0,321	0,679	0,1041	0,8577	0,0382	0,0067	0,0032	0,0034	0,0054	0,02	0,0693	
160 F_Opel_Astra_3	60,19%		0,3312	0,6688	0,0809	0,8045	0,1145	0,0042	0,002	0,0021	0,0033	0,0171	0,0535	
161 F_Opel_Astra_4	74,46%		0,3208	0,6792	0,0653	0,8292	0,1056	0,0034	0,0016	0,0017	0,0027	0,0138	0,0432	
162 F_Opel_Astra_5	100%		0,2922	0,7078	0,0481	0,8674	0,0846	0,0037	0,0018	0,0019	0,003	0,011	0,0383	
163 F_Opel_Astra_6	79,69%		0,3501	0,6499	0,1049	0,7699	0,1252	0,0074	0,0035	0,0037	0,0058	0,0218	0,0757	
164 F_Peugeot_308_SW_1	44,71%		44,71%	0,3555	0,6445	0,1372	0,6614	0,2014	0,0076	0,0035	0,0038	0,0062	0,0253	0,0849
165 F_Renault_Kangoo_1	100%		100%	0,0015	0,9985	0,2258	0,3231	0,4548	0,031	0,0093	0,0148	0,0325	0,0236	0,1682
166 F_Volkswagen_Passat_1	66,89%		66,89%	0,2931	0,7069	0,1221	0,8535	0,0244	0,0088	0,0055	0,0059	0,007	0,0244	0,0761
167 F_Volvo_V60_1	78,06%		78,06%	0,287	0,713	0,0973	0,7934	0,1093	0,0037	0,0019	0,0024	0,0024	0,0144	0,0401

No grupo F (tabela 4.8), os modelos Ford Focus e Opel Astra permitem retirar conclusões mais sólidas uma vez que o número de viaturas de cada marca é significativo. A Ford tem níveis de eficiência ligeiramente superiores, contando com duas viaturas que se classificam como 100% eficientes. Com a aplicação do modelo VRS, podem surgir resultados de falsos eficientes (unidades que foram classificadas como eficientes apenas por apresentarem o valor mais baixo da amostra num dos *inputs* ou o valor mais elevado da amostra num dos *outputs*). O caso da Renault Kangoo é efetivamente uma destas

situações. Trata-se de uma viatura que teve um número muito reduzido de alugueres durante o ano e como se pode verificar pelos resultados, o *software* atribuiu uma ponderação de quase 100% à variável custos, por estes serem relativamente baixos. Na verdade, este caso específico estava identificado pela empresa, tendo inclusive a viatura sido já vendida, pois as suas características não se enquadravam nas necessidades da empresa.

Tabela 4.9 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo G

	DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual {I}{V}	Custos 2018 {I}{V}	Valor de Venda {O}{V}	Proveitos 2018 {O}{V}	Pedidos Reparação 2018 {O}{V}	Consumo {ON}{V}	Aceleração {ON}{V}	Potência {ON}{V}	Bagageira {ON}{V}	Segurança {ON}{V}	Poliuição {ON}{V}
168	G_Fiat_Scudo_1	51,65%	66,04%	0,2648	0,7352	0,233	0,3846	0,3823	0,0039	0,0016	0,0027	0,0027	0,0061	0,0589
169	G_Fiat_Scudo_2	100%		0,4136	0,5864	0,2048	0,4938	0,3014	0,0199	0,0031	0,0082	0,0099	0,0319	0,0699
170	G_Fiat_Scudo_3	46,47%	72,57%	0,2768	0,7232	0,2632	0,3813	0,3555	0,0043	0,0018	0,003	0,003	0,0068	0,0657
171	G_Ford_Transit_1	59,04%		0,2619	0,7381	0,188	0,4895	0,3226	0,0032	0,0019	0,0022	0,0032	0,0076	0,0583
172	G_Ford_Transit_2	78,39%		0,0045	0,9955	0,1786	0,5061	0,3154	0,0027	0,0016	0,0018	0,0027	0,0064	0,0489
173	G_Ford_Transit_3	92,16%		0,0048	0,9952	0,1609	0,5142	0,3249	0,0024	0,0015	0,0017	0,0024	0,0057	0,044
174	G_Ford_Transit_4	36,66%		0,2193	0,7807	0,2747	0,3325	0,3928	0,0047	0,0028	0,0032	0,0047	0,0111	0,0852
175	G_Ford_Transit_5	50,97%		0,2627	0,7373	0,214	0,3905	0,3955	0,0034	0,002	0,0023	0,0034	0,008	0,0613
176	G_Ford_Transit_6	80,44%		0,0044	0,9956	0,1923	0,4015	0,4062	0,0031	0,0018	0,0021	0,0031	0,0072	0,0551
177	G_Ford_Transit_7	36,23%		0,2378	0,7622	0,2615	0,2615	0,477	0,0048	0,0029	0,0032	0,0048	0,0112	0,0862
178	G_Ford_Transit_8	100%		0,0049	0,9951	0,0198	0,858	0,1221	0,0343	0,0083	0,0148	0,0265	0,0842	0,1795
179	G_Ford_Transit_9	91,79%		0,2807	0,7193	0,1188	0,6302	0,251	0,0019	0,0011	0,0013	0,0019	0,0044	0,034
180	G_Ford_Transit_10	100%	0,2816	0,7184	0,0011	0,9839	0,015	0,004	0,0024	0,0027	0,004	0,0094	0,0316	
181	G_Opel_Vivaro_1	43,37%	45,27%	0,1669	0,8331	0,2374	0,2965	0,4661	0,0043	0,0028	0,0028	0,0035	0,0091	0,3751
182	G_Opel_Vivaro_2	47,18%		0,2587	0,7413	0,1679	0,3424	0,4897	0,004	0,0026	0,0026	0,0032	0,0084	0,3448
183	G_Toyota_Hiace_1	50,88%		0,1689	0,8311	0,2112	0,3274	0,4614	0,0043	0,0017	0,0029	0,0043	0,0043	0,0581

O grupo G, constituído por viaturas de 9 lugares, é também um bom exemplo que demonstra que a empresa, com outras ferramentas, consegue identificar as viaturas mais eficientes, confirmando-se também assim os resultados do modelo DEA (tabela 4.9). A marca com maior taxa de eficiência é a que está mais representada em termos de unidades, sendo que o grupo no geral não apresenta valores muito altos de eficiência, ainda assim 5 unidades ultrapassam os 90% de taxa de eficiência. Trata-se de um segmento específico de viaturas em que os custos de aquisição e manutenção são mais elevados e em que os indicadores das dimensões satisfação dos clientes e ambiental assumem valores muito inferiores comparados com os restantes segmentos de viaturas.

Tabela 4.10 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo H

	DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual {I}{V}	Custos 2018 {I}{V}	Valor de Venda {O}{V}	Proveitos 2018 {O}{V}	Pedidos Reparação 2018 {O}{V}	Consumo {ON}{V}	Aceleração {ON}{V}	Potência {ON}{V}	Bagageira {ON}{V}	Segurança {ON}{V}	Poliuição {ON}{V}
184	H_Opel_Corsa1	91,94%	95,13%	0,431	0,569	0,0012	0,9661	0,0327	0,0028	0,0012	0,0012	0,0014	0,0028	0,0395
185	H_Opel_Corsa2	98,33%		0,4427	0,5573	0,0011	0,6279	0,371	0,0025	0,0011	0,0011	0,0013	0,0025	0,0354
186	H1_BMW_118_1	100%	100%	0,001	0,999	0,0117	0,6654	0,3371	0,1026	0,0123	0,0406	0,0392	0,1565	0,2006
187	H2_Citroen_C5_1	87,21%	87,21%	0,4462	0,5538	0,4554	0,5358	0,0088	0,0085	0,0045	0,0057	0,0082	0,0086	0,0402
188	H2_Seat_Leon_station_1	100%		0,2376	0,7624	0,0011	0,9902	0,0087	0,0071	0,0033	0,0038	0,0071	0,0076	0,0318
189	H2_Seat_Leon_station_2	98,18%		0,481	0,519	0,3301	0,512	0,1579	0,1468	0,0022	0,0025	0,1468	0,1579	0,5349

A análise do grupo H, apresentada na tabela 4.10, contempla também as viaturas de grupo H1 e H2. Estes grupos distinguem-se por se tratarem de viaturas de caixa automática que são agrupadas por dimensões. No geral, este grupo apresenta resultados muito bons de eficiência. Tratando-se de viaturas com alguma procura e pouca oferta, apresentam taxas de aluguer muito elevadas. Destaca-se a DMU 186 que apresenta uma ponderação da variável *input* referente aos custos 2018 de quase 100%, ao contrário do verificado numa unidade do grupo F, esta viatura teve vários alugueres durante o ano, totalizando mais de 200 dias de aluguer. Apesar de ser uma das viaturas deste grupo 100% eficiente, esta taxa de eficiência requer alguma consideração devido à distribuição dos pesos dos *inputs* e também pelo facto deste grupo ser constituído por um número reduzido de viaturas pertencente a cada marca, pelo que é importante que os resultados sejam analisados com precaução.

Tabela 4.11 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo I

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I)(V)	Custos 2018 (I)(V)	Valor de Venda (O)(V)	Proveitos 2018 (O)(V)	Pedidos Reparação 2018 (O)(V)	Consumo (ON)(V)	Aceleração (ON)(V)	Potência (ON)(V)	Bagageira (ON)(V)	Segurança (ON)(V)	Poluição (ON)(V)
190 I_BMW_216_1	100%	100%	0,229	0,771	0,0461	0,9231	0,0308	0,0208	0,0011	0,0011	0,0019	0,0208	0,0767
191 I_Opel_Zafira_1	100%	100%	0,1488	0,8512	0,0366	0,9364	0,027	0,0158	0,0032	0,0056	0,0064	0,024	0,0622
192 I_Seat_Alhambra_1	100%	100%	0,0057	0,9943	0,2833	0,4199	0,3028	0,0922	0,0294	0,0478	0,0843	0,1981	0,4557
193 I_Seat_Alhambra_2	100%	100%	0,014	0,986	0,0053	0,9813	0,0133	0,0088	0,0037	0,0044	0,0077	0,0088	0,032
194 I_Volkswagen_Touran_1	100%	100%	0,0044	0,9956	0,0471	0,8715	0,0814	0,0028	0,0011	0,0012	0,0014	0,0034	0,0714
195 I1_Ford_galaxy_1	100%	100%	0,0044	0,9956	0,0641	0,9017	0,0342	0,0264	0,0018	0,0023	0,0264	0,0292	0,0452
196 I1_Volkswagen_Sharan_1	92,74%	92,74%	0,0497	0,9503	0,0542	0,9336	0,0122	0,0105	0,0052	0,0067	0,0098	0,0113	0,0401

No grupo I estão as viaturas de 7 lugares, sendo as constituintes do grupo I1 de caixa automática. Este é um dos grupos com melhor taxa de eficiência (ver tabela 4.11). É também dos segmentos de viaturas com maior valor de rentabilidade por dia de aluguer. As viaturas que constituem o grupo são globalmente mais antigas, ainda assim apresentam valores residuais superiores à grande maioria da frota, o que justifica em parte a distribuição da ponderação das variáveis económicas. Este tipo de viaturas destina-se a nichos específicos de mercado, que, pelos resultados apresentados, devem ser mais explorados por parte da empresa.

Tabela 4.12 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo J

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I) _i (V)	Custos 2018 (I) _i (V)	Valor de Venda (O) _i (V)	Proveitos 2018 (O) _i (V)	Pedidos Reparação 2018 (O) _i (V)	Consumo (ON) _i (V)	Aceleração (ON) _i (V)	Potência (ON) _i (V)	Bagageira (ON) _i (V)	Segurança (ON) _i (V)	Poliuição (ON) _i (V)
197 J_Citroen_Berlingo_1	58,39%	62,45%	0,2721	0,7279	0,1848	0,5652	0,25	0,0128	0,0016	0,0018	0,0018	0,0195	0,1087
198 J_Citroen_Berlingo_2	62,32%		0,3662	0,6338	0,1901	0,5422	0,2678	0,012	0,0015	0,0017	0,0017	0,0182	0,1019
199 J_Citroen_Berlingo_3	66,64%		0,3841	0,6159	0,1958	0,5284	0,2759	0,0124	0,0016	0,0017	0,0017	0,0188	0,1049
200 J_Citroen_Nemo_1	100%	100%	0,1156	0,8844	0,1669	0,3889	0,4443	0,0415	0,0034	0,004	0,0047	0,0547	0,2861
201 J_Peugeot_Bipper_1	62,25%	62,25%	0,1663	0,8337	0,1452	0,5785	0,2763	0,0149	0,0013	0,0015	0,0017	0,0194	0,1322
202 J_Peugeot_Partner_1	80,57%	80,57%	0,4595	0,5405	0,1805	0,5759	0,2435	0,0109	0,0014	0,0015	0,0015	0,0166	0,1084
203 J1_Mercedes_Vito1	81,07%	81,07%	0,2778	0,7222	0,2647	0,5315	0,2038	0,0086	0,0014	0,0014	0,0024	0,0189	0,0426
204 J1_Opel_Vivaro_1	75,20%	87,60%	0,4371	0,5629	0,2128	0,5955	0,1917	0,0085	0,0014	0,0016	0,0022	0,0155	0,0485
205 J1_Opel_Vivaro_2	100%		0,0053	0,9947	0,0966	0,7877	0,1157	0,0076	0,0011	0,0014	0,002	0,0142	0,0439
206 J2_Ford_Transit_1	97,65%	97,05%	0,2281	0,7719	0,1841	0,7329	0,0831	0,0036	0,0011	0,0011	0,0036	0,0138	0,0316
207 J2_Ford_Transit_2	96,45%		0,2492	0,7508	0,0154	0,9707	0,0138	0,0036	0,0011	0,0011	0,0036	0,0138	0,0316
208 J2_Renault_Master_1	70,56%	76,91%	0,2259	0,7741	0,2854	0,5899	0,1247	0,0123	0,0023	0,003	0,0074	0,0123	0,0634
209 J2_Renault_Master_2	83,26%		0,2724	0,7276	0,2138	0,7219	0,0643	0,0064	0,0012	0,0015	0,0038	0,0064	0,0327
210 J2_Volkswagen_Crafter_1	82,78%	82,78%	0,1645	0,8355	0,0207	0,9634	0,016	0,0054	0,0013	0,0013	0,0041	0,0063	0,0325

O grupo J é constituído por viaturas comerciais, sendo dividido por tamanhos e capacidades de carga (tabela 4.12). É o único grupo de viaturas da empresa que não é direcionado diretamente para clientes de turismo, apresentando mesmo assim elevadas taxas de aluguer tanto de curta como de média duração. Em termos de eficiência, não é dos grupos com melhores resultados. No geral verifica-se que as viaturas maiores (J2) apresentam melhores valores de eficiência.

Tabela 4.13 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo K

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I) _i (V)	Custos 2018 (I) _i (V)	Valor de Venda (O) _i (V)	Proveitos 2018 (O) _i (V)	Pedidos Reparação 2018 (O) _i (V)	Consumo (ON) _i (V)	Aceleração (ON) _i (V)	Potência (ON) _i (V)	Bagageira (ON) _i (V)	Segurança (ON) _i (V)	Poliuição (ON) _i (V)
211 K_Ford_transit_1	84,02%	87,63%	0,1926	0,8074	0,3056	0,4343	0,2601	0,0851	0,002	0,002	0,002	0,2081	0,5072
212 K_Ford_transit_2	78,37%		0,1947	0,8053	0,3141	0,3141	0,3718	0,0025	0,002	0,002	0,002	0,2478	0,5043
213 K_Ford_transit_3	82,16%		0,239	0,761	0,2531	0,2531	0,4937	0,0021	0,0017	0,0017	0,0017	0,0052	0,3417
214 K_Ford_transit_4	94,71%		0,2516	0,7484	0,3709	0,6154	0,0137	0,0056	0,0045	0,0045	0,0045	0,0137	0,0466
215 K_Ford_transit_5	91,89%		0,3391	0,6609	0,2949	0,4674	0,2377	0,0778	0,0018	0,0018	0,0018	0,1902	0,4635
216 K_Ford_transit_6	82,28%		0,0035	0,9965	0,3233	0,3746	0,3021	0,0025	0,002	0,002	0,002	0,2416	0,4917
217 K_Ford_transit_7	100%		0,1973	0,8027	0,0391	0,7881	0,1728	0,0433	0,0126	0,0222	0,0306	0,1114	0,2354
218 K_Volkswagen_Crafter_1	100%	100%	0,0042	0,9958	0,0127	0,7855	0,2045	0,0424	0,0091	0,0277	0,0353	0,0405	0,1097
219 K_Volkswagen_Crafter_2	100%	100%	0,3822	0,6178	0,001	0,6262	0,3728	0,0012	0,001	0,0011	0,0012	0,0012	0,0311

O grupo K é o único em que se constata que a quantidade de unidades da marca mais eficiente não está em maioria (ver tabela 4.13). O grupo é constituído por 2 unidades Volkswagen com 100% de taxa de eficiência e com distribuição de pesos das variáveis muito diferentes entre elas. Das 7 unidades Ford, uma localiza-se também na fronteira de eficiência, sendo a média de eficiência da marca significativamente mais baixa que a concorrente. Verifica-se que a DMU 100% eficiente Ford tem uma distribuição de pesos que vai ao encontro das restrições idealizadas inicialmente.

Tabela 4.14 – Resultados de eficiência das viaturas do grupo M

DMU	Taxa de Eficiência	Eficiência da Marca	Valor Residual (I) _i (V)	Custos 2018 (I) _i (V)	Valor de Venda (O) _i (V)	Proveitos 2018 (O) _i (V)	Pedidos Reparação 2018 (O) _i (V)	Consumo (ON) _i (V)	Aceleração (ON) _i (V)	Potência (ON) _i (V)	Bagageira (ON) _i (V)	Segurança (ON) _i (V)	Poliuição (ON) _i (V)
220 M_BMW_X1_1	58,31%	58,31%	0,426	0,574	0,2661	0,2661	0,4679	0,0025	0,0017	0,0019	0,0022	0,0027	0,0609
221 M1_Audi_A4_1	100%	100%	0,3194	0,6806	0,2739	0,3691	0,3569	0,072	0,0152	0,0249	0,0445	0,1222	0,3687
222 M1_Audi_A4Avant_1	100%	100%	0,2855	0,7145	0,0098	0,8745	0,1157	0,0594	0,0063	0,0181	0,0432	0,0676	0,0664
223 M1_BMW_Serie2_1	100%	100%	0,0021	0,9979	0,0108	0,8936	0,0956	0,0407	0,0072	0,0109	0,0217	0,0633	0,1946
224 M1_BMW_Serie3_1	100%	100%	0,3121	0,6879	0,0012	0,9516	0,0472	0,0411	0,0357	0,0389	0,0411	0,0472	0,0372

As viaturas do grupo M, apresentadas na tabela 4.14 são consideradas *premium*. São as que apresentam maior rentabilidade por dia de aluguer, sendo procuradas essencialmente por quem não tem como entrave o fator financeiro. A única DMU deste grupo que se localiza fora da fronteira de eficiência é curiosamente uma das que no geral apresenta nos *inputs* uma ponderação mais elevada no valor residual. A metodologia DEA caracteriza-se pela atribuição de níveis de eficiência superiores às DMUs pertencentes a grupos mais pequenos (porque há menos unidades em comparação), pelo que as conclusões a retirar deste grupo carecem de aprofundamento. De forma a determinar se o grupo M apresenta efetivamente níveis de eficiência superiores aos restantes grupos, foi realizada uma análise utilizando a mesma fronteira de eficiência na comparação deste segmento com os grupos A, B e C. Os resultados³ demonstram que, de facto, este grupo apresenta uma eficiência média superior ao dos outros segmentos, mas apenas 2 viaturas se localizam na fronteira de eficiência. Pelos valores de eficiência resultantes da aplicação do modelo DEA, este é um segmento de viaturas onde a empresa deveria aumentar a aposta, uma vez que o retorno global se apresenta muito favorável.

Em termos globais, considerando a análise feita para todos os grupos de viaturas, as unidades analisadas apresentam bons níveis de eficiência. Verifica-se que o número de unidades com eficiência inferior a 50% não ultrapassa os 5% do total de DMUs comparadas. Considerando que os resultados deste estudo se apresentam mais significativos em segmentos cujas marcas e modelos tenham elevada representação, destaca-se a marca Ford como umas das marcas presente em vários grupos e em número significativo de modelos, classificando-se na maioria dos segmentos como uma das marcas mais eficientes.

³ Os resultados desta análise não se apresentam aqui, de forma a não estender demasiado o tamanho da dissertação, os mesmos poderão ser disponibilizados mediante contacto com o autor.

4.3 IMPLICAÇÕES DOS RESULTADOS

Em apêndice é apresentada a tabela geral com os resultados da análise às 224 DMUs por grupos, seguida da tabela já citada com os resultados da análise conjunta dos grupos A, B e C. Por fim, foi construído um *ranking* com os resultados de eficiência de cada marca por grupo de aluguer. Nesta última tabela é possível verificar de forma resumida qual o nível de eficiência global de cada marca e modelo por segmento de viatura. Para os grupos A, B e C é apresentado o valor referente à sua análise conjunta, podendo a comparação, neste caso, ser realizada na totalidade.

Em algumas das análises de comparação de modelos automóveis com a técnica DEA referenciadas na revisão da literatura, na perspetiva do consumidor, as viaturas consideradas mais eficientes são também as mais económicas. Outros estudos classificam como mais eficientes os modelos com características superiores, que apresentam maiores custos de aquisição e manutenção. Sendo esta análise desenvolvida por segmentos de viaturas, não se consegue concluir inequivocamente quais os segmentos mais eficientes. Apenas nos grupos das viaturas mais económicas é possível realizar esta análise, uma vez que os 3 grupos partilham a mesma fronteira de eficiência, conclui-se que a melhoria de eficiência média do grupo B para o grupo C é mais acentuada que a do grupo A para o B. Em termos de eficiência de marcas, não se consegue identificar claramente qual a mais eficiente. A análise foi desenvolvida com marcas maioritariamente europeias, algumas japonesas e uma americana. Com base nos resultados do presente estudo, destacam-se essencialmente as marcas alemãs como as mais eficientes, sendo estas, na sua maioria marcas *premium*. A Ford é uma das marcas com maior representação nos vários segmentos, apresentando na sua maioria uma boa *performance*.

Observa-se que das 45 unidades que obtiveram uma taxa de eficiência relativa de 100%, cerca de metade atribui ponderações superiores a 90% à variável custos nos *inputs* e à variável proveitos nos *outputs*. Algumas unidades localizadas na fronteira de eficiência estavam referenciadas pela empresa supostamente como unidades de frota ineficientes. Estas unidades podem eventualmente ser *outliers*, embora estejam no mesmo segmento das outras viaturas, têm características específicas que as distinguem das demais, pelo que numa análise futura deve-se ter em atenção estas situações e ponderar à

partida a remoção de possíveis *outliers* da análise. A exclusão destas DMUs em estudo poderia levar à identificação de outras unidades como eficientes, uma vez que estas deixariam de ser influentes na comparação das restantes (Cooper *et al*, 2001). Quando estamos perante uma DMU eficiente que não serve de referência a nenhuma unidade ineficiente, provavelmente estamos na presença de um *outlier*.

Em termos gerais verifica-se que as categorias de viaturas superiores, grupos I e M, são as mais eficientes no que respeita às dimensões económica, satisfação dos clientes e ambiental. Idêntica conclusão pode ser retirada quanto às viaturas de marcas *premium* presentes noutros grupos. Como apêndice deste trabalho foi construída uma tabela em que é apresentado o *ranking* de eficiência por marca de viatura dentro de cada grupo, onde pode ser facilmente verificado quais os modelos de viaturas com melhores resultados bem como os segmentos de viaturas com mais eficiência, cuja aposta da empresa deve ser reforçada. O Renault Clio surge no grupo C com apenas uma unidade, sendo esta classificada com uma boa taxa de eficiência. Apesar do facto da correta determinação do nível de eficiência deste modelo carecer de mais representatividade, o reforço deste segmento por via deste modelo apresenta-se como uma alternativa viável. No grupo F surge também uma única unidade Volvo com boa taxa de eficiência. Caso os resultados da marca se mantenham bons com dados de outros anos, entende-se que esta poderia vir a ter maior representatividade no grupo.

Em termos de custos de oficina, identifica-se que a utilização de carros novos representa uma grande mais-valia para a empresa. A rentabilização de viaturas novas, para além da prestação de um serviço de melhor qualidade ao cliente, tem para a empresa a vantagem de que um carro novo faz alugueres durante um ano sem apresentar custos de manutenção, identifica-se que viaturas mais antigas apresentam maiores custos de manutenção e para o cliente de aluguer a viatura não gera níveis de satisfação tão elevados. Uma viatura nova aluga-se geralmente a preços superiores, é escolhida para os melhores alugueres, onde o cliente paga um valor mais elevado. Clientes com mais descontos acabam por ser servidos com carros mais antigos, logo os mais recentes terão maior rentabilidade. O mesmo acontece em relação a viaturas cedidas gratuitamente ou de substituição temporária (essencialmente serviço pós-venda), dado que são operações que não apresentam lucro e, como tal, para estas operações acabam por ser selecionados

carros mais antigos. A sugestão para este problema relaciona-se mais com o departamento de vendas e passa por acelerar a renovação da frota, mantendo constantemente a frota de aluguer o mais nova possível.

Esta análise não nos permite concluir com exatidão se em média a distribuição dos pesos às três dimensões (económica, satisfação dos clientes e ambiental) varia muito ao nível das marcas de cada grupo ou não, pois a soma da ponderação dos *outputs* (no caso do modelo que assume alguns *outputs* como não controláveis) gera um valor médio de aproximadamente 120% por unidade, sendo o máximo observado de quase 200%. No desenvolvimento do modelo DEA considerando todas as variáveis controláveis, é possível identificar em que dimensões e indicadores cada marca de automóveis se distingue das outras, uma vez que a soma da ponderação das variáveis não excede os 100% nos *inputs* e nos *outputs*.

A variável que reporta o impacto ambiental apresenta a sua ponderação máxima (53,49%) para a viatura Seat Leon (grupo H2), sendo esta uma das viaturas menos poluentes em análise (104g CO₂/km, sendo o mínimo observado 88g CO₂/km). Por sua vez, a viatura que apresenta menor ponderação da variável ambiental (3,11%) é precisamente a mais poluente em análise, Volkswagen Crafter (grupo K) 226g CO₂/km.

O baixo valor de eficiência em alguns grupos pode estar relacionado com o tamanho da frota. Para o departamento de vendas é importante que haja variedade de viaturas disponíveis, mas havendo elevada quantidade, haverá pouca rentabilidade individual caso o número de alugueres não seja suficientemente elevado. Caso não seja possível no curto prazo aumentar o número de clientes, a redução do número de viaturas poderá ser uma alternativa a ter em consideração de forma a aumentar a rentabilidade das unidades, em especial no grupo C. Este grupo, esperava-se *a priori* o mais eficiente, pois é aquele em que a empresa tem o maior foco, o que apresenta mais procura e tem maior oferta. Talvez por haver mais viaturas e não serem tão rentabilizadas, os valores de eficiência sejam mais baixos. Na análise conjunta dos grupos A, B e C, este apresenta-se mais eficiente que os restantes.

As viaturas comerciais mais pequenas apresentam valores de eficiência mais baixos, talvez razão pela qual existam poucas empresas de *rent a car* com este tipo de viaturas. Este segmento específico encontra-se com mais frequência nas empresas multinacionais de grande dimensão. Uma sugestão para aumentar a eficiência deste grupo de viaturas pode passar pelo aumento do preço dos alugueres, uma vez que a oferta da concorrência não é muito vasta.

Estando a empresa analisada sempre disponível para facultar todo o apoio ao desenvolvimento desta dissertação de mestrado e tendo contribuído de forma ativa para a determinação de resultados que lhe possam vir a ser úteis, os resultados e conclusões deste trabalho foram-lhe já apresentados, tendo sido recebidos de forma muito positiva.

Capítulo 5. CONCLUSÕES

A análise de eficiência aplicada às viaturas que foram parte integrante da frota de aluguer desta empresa durante o ano de 2018 permitiu atingir resultados robustos, que de modo geral permitem concluir que a empresa se rege por princípios sustentáveis, sendo que muitos dos modelos de viaturas mais eficientes são também os mais representativos no respetivo segmento de aluguer.

Esta análise específica do ano de 2018 pode ser regularmente adaptada pela empresa, fazendo a análise com dados de outros anos e assim servir como uma ferramenta contínua de apoio às decisões relacionadas sobretudo com a aquisição de viaturas, mas também com a sua rentabilização e posterior venda.

A tendência da sociedade, e em especial do setor automóvel, delineia-se por uma consciência ambiental cada vez mais definida. O futuro das empresas deste ramo passa pela adaptação constante às necessidades e desejos dos clientes. A aposta em viaturas elétricas e noutras alternativas ecologicamente mais limpas são medidas a ter em conta no imediato, tal como a preparação para alternativas ao conceito convencional de *rent a car*. Conceitos de *carsharing* e plataformas eletrónicas têm vindo a ganhar espaço no mercado. A competitividade e o futuro do setor de aluguer de viaturas passa sem dúvida pela aliança da evolução e dinâmica tecnológica à conservação ambiental.

A importância da dimensão ambiental tem vindo a seguir um crescente na área empresarial bem como o nível da satisfação dos clientes, uma vez que a facilidade de partilha do *feedback* das experiências por partes dos clientes tem-se tornado cada vez mais fácil e influenciador.

Este trabalho contribui para o desenvolvimento da técnica DEA aplicada ao setor automóvel, concretamente na comparação de modelos automóveis na perspetiva de uma empresa de *rent a car*. O estudo seguiu uma abordagem atual, incorporando variáveis das dimensões consideradas mais relevantes para as empresas deste setor, capturando três dimensões de sustentabilidade (económica, satisfação dos clientes e ambiental). Sendo as

viaturas que constituem a frota da empresa de vários segmentos, e atendendo a que cada segmento apresenta características distintas, considerou-se mais adequado comparar a eficiência de cada viatura com a de outras viaturas dentro do mesmo segmento, o que acabou por reduzir as unidades em comparação, uma vez que as 224 DMUs foram repartidas por 12 grupos de aluguer. Em alguns casos o número de unidades da mesma marca e modelo não é o suficiente para se poderem retirar conclusões robustas relativas à sua eficiência. Na sequência desta limitação, estudos futuros poderão verificar se os resultados com base noutros anos mantêm o mesmo padrão. Para além disso, estudos futuros poderão explorar a possibilidade de junção das viaturas de alguns grupos, fazendo a comparação tendo por referência uma fronteira de produção comum, dado que esta análise iria garantir um maior nível de discriminação entre as várias viaturas.

Em investigações futuras, poderá também ser desejável a inclusão de dados mais concretos relativos à satisfação dos clientes, nomeadamente baseados em questionários. Não tendo sido possível a inclusão desta informação neste trabalho, utilizaram-se variáveis *proxy* consideradas adequadas. A separação dos custos operacionais em custos relativos a reparações ou manutenção das viaturas e em despesas de ordem legal e administrativa, poderá também ter influência no nível estimado de eficiência das viaturas. Seria interessante adaptar e aplicar também este estudo a outras empresas do mesmo setor, nacionais ou internacionais e assim comparar os resultados de eficiência obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

André, F.M.Q. (2015). Avaliação do desempenho das entidades gestoras dos serviços de resíduos urbanos em Portugal. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia da Universidade do Algarve.

Avkiran, N. K. & Rowlands, T. (2008). How to better identify the true managerial performance: State of the art using DEA. *Omega*, 36 (2), 317-324.

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.

Banker, R. D., & Morey, R. C. (1986). Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Operations research*, 34(4), 513-521.

Bowlin, W. F. (1998). Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *The Journal of Cost Analysis* 7, 3-27.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.

Cooper, W. W., Li, S., Seiford, L. M., Tone, K., Thrall, R. M., & Zhu, J. (2001). Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent developments. *Journal of productivity analysis*, 15(3), 217-246.

Decreto-Lei n.º 181/2012 - Diário da República n.º 151/2012, Série I de 2012-08-06. Ministério da Economia e do Emprego. Lisboa.

Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of operational research*, 132(2), 245-259.

Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California management review*, 36(2), 90-100.

Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.

Fernandes, M.C.R.B.V. (2007). Desenvolvimento de um sistema de avaliação e melhoria de desempenho no sector do retalho. Tese de Doutoramento. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.

González, E., Cárcaba, A., & Ventura, J. (2015). How car dealers adjust prices to reach the product efficiency frontier in the Spanish automobile market. *Omega*, 51, 38-48.

González, E., Arrondo, R., & Cárcaba, A. (2017). Product innovation in the Spanish auto market: Frontier shift and catching-up effects. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 170-181.

Hampf, B. & Kruger, J. J. (2014). Technical efficiency of automobiles—A nonparametric approach incorporating carbon dioxide emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 33, 47-62.

Hollingsworth, B., & Smith, P. (2003). Use of ratios in data envelopment analysis. *Applied Economics Letters*, 10(11), 733-735.

Jiang, Pingjun (2009). "Exploring the Price Efficiency within Automotive Markets-An Application of Data Envelopment Analysis." *International Journal of Market Research* 51.3 1-18.

Lazov, I. (2017). Profit management of car rental companies. *European Journal of Operational Research*, 258(1), 307-314.

Lieberman, M. B., & Dhawan, R. (2005). Assessing the resource base of Japanese and US auto producers: A stochastic frontier production function approach. *Management science*, 51(7), 1060-1075.

Liu, J. S., Lu, L. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5), 893-902.

Lo Storto, C. (2014). Two-step method useful for support of technical benchmarking practice in the automotive market. *Inz. Ekon*, 25, 320-332.

Oh, I., Lee, J. D., Hwang, S., & Heshmati, A. (2010). Analysis of product efficiency in the Korean automobile market from a consumer's perspective. *Empirical Economics*, 38(1), 119-137.

Oliveira, B. B., Carravilla, M. A., & Oliveira, J. F. (2017). Fleet and revenue management in car rental companies: A literature review and an integrated conceptual framework. *Omega*, 71, 11-26.

Pantuso, G., Fagerholt K., Hvattum L.M. (2014). A survey on maritime fleet size and mix problems. *European Journal of Operational Research*; 235 (2): 341–9.

Papagapiou, A., Mingers, J., & Thanassoulis, E. (1997). Would you buy a used car with DEA? *OR Insight*, 10(1), 13-19.

Papahristodoulou, Christos (1997). "A DEA model to evaluate car efficiency." *Applied Economics*. 1493-1508.

Podinovski, V. V. (2004). Production trade-offs and weight restrictions in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 55(12), 1311-1322.

Powell W.B. (1991). Optimization models and algorithms: an emerging technology for the motor carrier industry. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*; 40(1): 68–80.

Scheel, H. (2000). EMS: Efficiency Measurement System User's Manual. Version 1.3. (2000/08/15).

Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency valuations. *European journal of operational research*, 132(2), 400-410.

Shaheen S.A. (2013). Introduction shared-use vehicle services for sustainable transportation: carsharing, bikesharing, and personal vehicle sharing across the globe. *International Journal of Sustainable Transportatio*; 7(1): 1–4

Sherali H.D., Bish E.K., Zhu X (2006). Airline fleet assignment concepts, models, and algorithms. *European Journal of Operational Research*; 172:1–30

Sherman, H. D., & Zhu, J. (2006). Service productivity management: improving service performance using Data Envelopment Analysis (DEA). Springer science & business media. 49-120.

Wong, Y. H., & Beasley, J. E. (1990). Restricting weight flexibility in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 41(9), 829-835.

APÊNDICES

Tabela A1 – Resultados do modelo DEA por grupos de aluguer

	DMU	Taxa de Eficiência	Av. Ef. Marca	Av. Ef. Grupo	Valor residual (V)	Custos (V)	Valor de Venda (V)	Proveitos 2018 (V)	Dif para max Pedidos Reparação 2018 (V)	Consumo km por litro (V)	Aceleração _var transf (V)	Potência (cv) (V)	Capacidade Bagageira (V)	Segurança Euro NCAP (média) (V)	Poliuição (V)	Benchmarks	
1	A_citroen_C1_1	64,33%	64,33%	88,08%	0,2213	0,7787	0,2552	0,2552	0,4896	0,005	0,0023	0,0024	0,0024	0,0088	0,5104	2 (0.41) 3 (0.10) 4 (0.48)	
2	A_Fiat_Panda_1	100,00%	100,00%		0,1337	0,8663	0,001	0,9668	0,0322	0,0018	0,001	0,0011	0,0018	0,0018	0,0312	2	
3	A_Toyota_Aygo_1	100,00%	99,91%		0,0022	0,9978	0,0167	0,7244	0,2785	0,0505	0,0135	0,0394	0,0275	0,0873	0,2271	1	
4	A_Toyota_Aygo_2	100,00%			0,351	0,649	0,0015	0,8853	0,1132	0,0602	0,0092	0,0092	0,0092	0,1132	0,3104	2	
5	A_Toyota_Aygo_3	99,72%	78,96%	0,2158	0,7842	0,2129	0,5341	0,253	0,0035	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,1784	0,3957	2 (0.22) 4 (0.78)	
6	B_Mitsubishi_Spacestar_1	79,61%		0,3496	0,6504	0,1931	0,4323	0,3746	0,0026	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0026	0,2257	16 (0.06) 19 (0.94)	
7	B_Mitsubishi_Spacestar_2	90,41%		0,3046	0,6954	0,213	0,6823	0,1048	0,0698	0,0579	0,0579	0,0579	0,0698	0,3832	19 (0.66) 20 (0.34)		
8	B_Mitsubishi_Spacestar_3	80,24%		0,369	0,631	0,1989	0,4151	0,3859	0,0027	0,0022	0,0022	0,0022	0,0027	0,2325	16 (0.21) 19 (0.79)		
9	B_Mitsubishi_Spacestar_4	79,72%		0,407	0,593	0,291	0,5898	0,1193	0,0954	0,0791	0,0791	0,0791	0,0954	0,5235	16 (0.48) 19 (0.52)		
10	B_Mitsubishi_Spacestar_5	66,18%		0,3977	0,6023	0,2538	0,2538	0,4924	0,0034	0,0028	0,0028	0,0028	0,0034	0,2966	16 (0.42) 19 (0.58)		
11	B_Mitsubishi_Spacestar_6	73,98%		0,3488	0,6512	0,2074	0,4477	0,3449	0,0028	0,0023	0,0023	0,0023	0,0028	0,2424	16 (0.05) 19 (0.95)		
12	B_Mitsubishi_Spacestar_7	70,17%		0,345	0,655	0,2844	0,6016	0,114	0,0912	0,0756	0,0756	0,0756	0,0912	0,5004	16 (0.02) 19 (0.98)		
13	B_Mitsubishi_Spacestar_8	91,35%		0,2893	0,7107	0,2233	0,7013	0,0753	0,0753	0,0625	0,0625	0,0625	0,0753	0,4134	16 (0.22) 19 (0.78)		
14	B_Nissan_Micra_1	93,36%		83,69%	0,4501	0,5499	0,2975	0,6846	0,0179	0,0096	0,0061	0,0074	0,0096	0,0101	0,0489	0,0489	16 (0.78) 19 (0.22)
15	B_Nissan_Micra_2	79,18%			0,4236	0,5764	0,3268	0,6591	0,0141	0,0105	0,0067	0,0082	0,0105	0,0111	0,0537	16 (0.64) 19 (0.36)	
16	B_Nissan_Micra_3	100,00%			0,0027	0,9973	0,0169	0,7901	0,1924	0,0619	0,0084	0,023	0,0448	0,0896	0,1792	12	
17	B_Nissan_Micra_4	92,25%			0,3958	0,6042	0,2594	0,7272	0,0134	0,0084	0,0053	0,0065	0,0084	0,0088	0,0426	16 (0.47) 19 (0.53)	
18	B_Nissan_Micra_5	72,58%	0,3386		0,6614	0,1978	0,459	0,3432	0,0023	0,0015	0,0018	0,0023	0,0025	0,044	16 (0.04) 19 (0.96)		
19	B_Nissan_Micra_6	100,00%	0,0025		0,9975	0,0011	0,9869	0,012	0,0064	0,004	0,005	0,0064	0,0068	0,0326	15		
20	B_Nissan_Micra_7	100,00%	0,2908		0,7092	0,0011	0,9873	0,0117	0,0062	0,0039	0,0048	0,0062	0,0066	0,0318	3		
21	B_Nissan_Micra_8	86,20%	0,3429		0,6571	0,1854	0,4357	0,379	0,0019	0,0012	0,0015	0,0019	0,002	0,0364	19 (0.51) 20 (0.49)		
22	B_Nissan_Micra_9	77,21%	0,3387		0,6613	0,2875	0,7015	0,0109	0,0082	0,0052	0,0064	0,0082	0,0087	0,0418	19 (0.71) 20 (0.29)		
23	B_Nissan_Micra_10	73,92%	0,2733		0,7267	0,1862	0,4606	0,3532	0,0024	0,0015	0,0019	0,0024	0,0025	0,0453	16 (0.24) 19 (0.76)		
24	C_Fiat_Punto1	62,42%	79,47%	0,105	0,895	0,1763	0,5052	0,3185	0,0034	0,0023	0,0023	0,003	0,0034	0,0646	36 (0.45) 80 (0.46) 99 (0.09)		
25	C_Fiat_Punto2	90,19%		0,0038	0,9962	0,1225	0,6439	0,2336	0,0019	0,0012	0,0012	0,0017	0,0019	0,0355	68 (0.76) 82 (0.24)		
26	C_Fiat_Punto3	66,05%		0,0041	0,9959	0,1708	0,5037	0,3255	0,0026	0,0017	0,0017	0,0023	0,0026	0,0495	68 (0.42) 82 (0.58)		
27	C_Fiat_Punto4	82,88%		0,0048	0,9952	0,1413	0,5893	0,2694	0,0022	0,0014	0,0014	0,0019	0,0022	0,041	80 (0.29) 82 (0.71)		
28	C_Fiat_Punto5	84,42%		0,0052	0,9948	0,1423	0,5864	0,2713	0,0022	0,0014	0,0014	0,0019	0,0022	0,0413	80 (0.87) 82 (0.13)		
29	C_Fiat_Punto6	95,45%		0,0044	0,9956	0,1197	0,6522	0,2281	0,0018	0,0012	0,0012	0,0016	0,0018	0,0347	68 (0.21) 82 (0.79)		
30	C_Fiat_Punto7	81,17%		0,0048	0,9952	0,1446	0,6143	0,2411	0,0022	0,0015	0,0015	0,002	0,0022	0,0419	80 (0.33) 82 (0.67)		
31	C_Fiat_Punto8	73,20%		0,0047	0,9953	0,159	0,5757	0,2652	0,0024	0,0016	0,0016	0,0021	0,0024	0,0461	80 (0.14) 82 (0.86)		
32	C_Ford_Fiesta1	75,80%		80,57%	0,368	0,632	0,1551	0,5492	0,2957	0,0029	0,0018	0,0021	0,0024	0,0053	0,2265	65 (0.99) 68 (0.01)	
33	C_Ford_Fiesta2	84,97%			0,3082	0,6918	0,1451	0,6129	0,242	0,0027	0,0017	0,002	0,0023	0,005	0,2118	80 (0.04) 82 (0.73) 99 (0.23)	
34	C_Ford_Fiesta3	60,56%	0,336		0,664	0,1867	0,5464	0,2669	0,0035	0,0021	0,0026	0,0029	0,0064	0,2726	65 (0.41) 68 (0.59)		
35	C_Ford_Fiesta4	51,86%	0,0976		0,9024	0,256	0,256	0,488	0,0048	0,0029	0,0035	0,004	0,0087	0,3738	36 (0.17) 80 (0.64) 99 (0.19)		
36	C_Ford_Fiesta5	100,00%	0,0057		0,9943	0,0433	0,8309	0,1257	0,0405	0,0118	0,0228	0,0309	0,0751	0,2578	5		
37	C_Ford_Fiesta6	80,98%	0,3446		0,6554	0,1487	0,6033	0,248	0,0028	0,0017	0,002	0,0023	0,0051	0,2171	65 (0.57) 82 (0.31) 99 (0.12)		
38	C_Ford_Fiesta7	96,96%	0,3127		0,6873	0,1303	0,7836	0,0862	0,0324	0,0198	0,0238	0,0271	0,0589	0,2322	68 (1.00)		
39	C_Ford_Fiesta8	82,13%	0,3755		0,6245	0,1475	0,6258	0,2267	0,0078	0,0017	0,0057	0,0065	0,0141	0,2252	65 (0.61) 82 (0.34) 99 (0.05)		
40	C_Ford_Fiesta9	98,61%	0,3542		0,6458	0,0391	0,8894	0,0715	0,0269	0,0015	0,0197	0,0225	0,0489	0,1755	65 (0.01) 68 (0.34) 82 (0.42) 99 (0.23)		
41	C_Ford_Fiesta10	96,74%	0,3746		0,6254	0,1174	0,6656	0,217	0,0021	0,0013	0,0016	0,0018	0,0039	0,1662	68 (1.00)		
42	C_Ford_Fiesta11	76,65%	82,65%	0,3461	0,6539	0,1511	0,5695	0,2794	0,0028	0,0017	0,002	0,0023	0,005	0,214	65 (0.07) 68 (0.71) 82 (0.23)		
43	C_Ford_Fiesta12	82,02%		0,3776	0,6224	0,1467	0,5822	0,2711	0,0027	0,0016	0,002	0,0022	0,0049	0,2077	65 (0.02) 68 (0.16) 82 (0.81)		
44	C_Ford_Fiesta13	75,69%		0,3565	0,6435	0,1551	0,5941	0,2508	0,0028	0,0017	0,0021	0,0024	0,0051	0,2195	65 (0.05) 68 (0.52) 82 (0.43)		
45	C_Ford_Fiesta14	93,93%		0,3643	0,6357	0,1261	0,6407	0,2331	0,0023	0,0014	0,0017	0,0019	0,0042	0,1786	65 (0.04) 68 (0.38) 82 (0.58)		
46	C_Ford_Fiesta15	90,69%		0,3483	0,6517	0,1369	0,6101	0,253	0,0025	0,0015	0,0018	0,0021	0,0045	0,1938	80 (0.44) 82 (0.56) 99 (0.00)		
47	C_Ford_Fiesta16	80,65%		0,3547	0,6453	0,1553	0,5577	0,287	0,0028	0,0017	0,0021	0,0024	0,0051	0,2198	80 (0.63) 82 (0.37) 99 (0.00)		
48	C_Ford_Fiesta17	81,86%		0,3499	0,6501	0,152	0,5671	0,2809	0,0028	0,0017	0,002	0,0023	0,005	0,2151	80 (0.49) 82 (0.51) 99 (0.00)		
49	C_Ford_Fiesta18	75,35%		0,3181	0,6819	0,1477	0,5955	0,2567	0,0029	0,0018	0,0021	0,0024	0,0053	0,2247	65 (0.79) 68 (0.21)		
50	C_Ford_Fiesta19	64,51%		0,3379	0,6621	0,1771	0,5151	0,3078	0,0035	0,0021	0,0025	0,0029	0,0063	0,2694	65 (0.94) 99 (0.06)		
51	C_Ford_Fiesta20	93,97%		0,3144	0,6856	0,1202	0,6598	0,22	0,0066	0,0014	0,0048	0,0055	0,012	0,1912	65 (0.49) 68 (0.28) 82 (0.23)		
52	C_Ford_Fiesta21	88,13%	0,321	0,679	0,1295	0,664	0,2065	0,0077	0,0016	0,0043	0,0064	0,0139	0,2064	65 (0.23) 68 (0.22) 82 (0.51) 99 (0.03)			
53	C_Ford_Fiesta22	86,18%	0,348	0,652	0,1371	0,6434	0,2196	0,0075	0,0016	0,0055	0,0063	0,0137	0,2181	65 (0.41) 82 (0.46) 99 (0.13)			
54	C_Nissan_Note1	79,61%	77,08%	0,0696	0,9304	0,1563	0,5351	0,3087	0,0031	0,002	0,0022	0,003	0,0058	0,0576	36 (0.35) 80 (0.09) 99 (0.57)		
55	C_Nissan_Note2	74,55%		0,2205	0,7795	0,1302	0,6714	0,1984	0,0104	0,0018	0,002	0,0099	0,0193	0,2124	65 (0.21) 68 (0.59) 82 (0.17) 99 (0.03)		

	DMU	Taxa de Eficiência	Av. Ef. Marca	Av. Ef. Grupo	Valor residual {R}{V}	Custos {C}{V}	Valor de Venda {O}{V}	Proveitos 2018 {O}{V}	Dif para max Pedidos Reparação 2018 {O}{V}	Consumo km por litro {O}{V}	Aceleração _var trans {O}{V}	Potência (cv) {O}{V}	Capacidade Bagageira {O}{V}	Segurança Euro NCAP (média) {O}{V}	Poliuição {O}{V}	Benchmarks	
56	C_Opel_Corsa1	97,19%	79,83%		0,1741	0,8259	0,0013	0,8401	0,1587	0,002	0,0012	0,0014	0,0018	0,0039	0,0361	65 (0.15) 80 (0.70) 99 (0.16)	
57	C_Opel_Corsa2	78,80%			0,3495	0,6505	0,1373	0,5939	0,2688	0,0022	0,0013	0,0015	0,002	0,0042	0,0386	0,0386	65 (0.44) 68 (0.56)
58	C_Opel_Corsa3	69,66%			0,3721	0,6279	0,1582	0,5708	0,271	0,0025	0,0015	0,0017	0,0023	0,0048	0,0445	0,0445	65 (0.85) 68 (0.15)
59	C_Opel_Corsa4	62,48%			0,308	0,692	0,1698	0,5394	0,2909	0,0027	0,0016	0,0018	0,0024	0,0052	0,0477	0,0477	68 (1.00)
60	C_Opel_Corsa5	75,47%			0,279	0,721	0,1417	0,5663	0,2921	0,0023	0,0014	0,0016	0,0021	0,0046	0,0419	0,0419	65 (0.93) 99 (0.07)
61	C_Opel_Corsa6	80,37%			0,3662	0,6338	0,1365	0,6297	0,2338	0,0021	0,0013	0,0014	0,002	0,0042	0,0384	0,0384	65 (0.75) 68 (0.25)
62	C_Opel_Corsa7	92,71%			0,3773	0,6227	0,1026	0,8817	0,0157	0,0062	0,0011	0,0013	0,0057	0,012	0,034	0,034	65 (0.65) 68 (0.06) 82 (0.28)
63	C_Opel_Corsa8	58,02%			0,2084	0,7916	0,1777	0,4938	0,3285	0,003	0,0018	0,002	0,0028	0,0059	0,0539	0,0539	65 (0.99) 99 (0.01)
64	C_Opel_Corsa9	83,61%			0,3546	0,6454	0,1299	0,6156	0,2545	0,002	0,0012	0,0014	0,0019	0,004	0,0365	0,0365	65 (0.54) 68 (0.46)
65	C_Opel_Corsa10	100,00%			0,2944	0,7056	0,0011	0,8619	0,137	0,0017	0,001	0,0012	0,0016	0,0034	0,0312	0,0312	59
66	C_Peugeot_208_1	77,50%	80,41%		0,2918	0,7082	0,1438	0,6573	0,1989	0,0027	0,0018	0,0021	0,0024	0,0354	0,227	68 (0.50) 82 (0.31) 99 (0.19)	
67	C_Peugeot_208_2	65,84%			0,0041	0,9959	0,1717	0,4981	0,3302	0,003	0,0021	0,0023	0,0027	0,0062	0,2408	0,2408	68 (0.37) 82 (0.63)
68	C_Peugeot_208_3	100,00%			0,0035	0,9965	0,0047	0,9291	0,0662	0,014	0,0095	0,0106	0,0123	0,0416	0,1264	0,1264	49
69	C_Peugeot_208_4	75,95%			0,0038	0,9962	0,1453	0,6101	0,2446	0,0026	0,0017	0,0019	0,0023	0,0053	0,2038	0,2038	68 (0.72) 82 (0.28)
70	C_Peugeot_208_5	100,00%	0,0266	0,9734	0,0016	0,976	0,0224	0,0079	0,0053	0,006	0,0069	0,0161	0,0574	0,0574	0		
71	C_Peugeot_208_6	63,18%	0,3288	0,6712	0,181	0,4953	0,3236	0,0034	0,0023	0,0026	0,003	0,007	0,2697	0,2697	65 (0.73) 99 (0.27)		
72	C_Renault_Clio1	84,86%	84,86%		0,3962	0,6038	0,1484	0,6017	0,2499	0,0023	0,0018	0,0021	0,0023	0,029	0,2289	65 (0.52) 68 (0.14) 82 (0.33) 99 (0.01)	
73	C_Seat_Ibiza_1	69,39%	80,57%		0,3129	0,6871	0,1809	0,556	0,2631	0,0026	0,0021	0,0022	0,0022	0,0051	0,0478	68 (1.00)	
74	C_Seat_Ibiza_2	74,41%			0,3411	0,6589	0,1716	0,5432	0,2852	0,0024	0,002	0,0021	0,0021	0,0048	0,0453	0,0453	65 (0.38) 68 (0.62)
75	C_Seat_Ibiza_3	87,78%			0,3581	0,6419	0,151	0,6452	0,2039	0,0056	0,0046	0,0048	0,0048	0,0111	0,1764	0,1764	65 (0.26) 68 (0.29) 82 (0.45)
76	C_Seat_Ibiza_4	93,20%			0,3575	0,6425	0,1421	0,6386	0,2193	0,0053	0,0043	0,0045	0,0045	0,0104	0,166	0,166	65 (0.51) 68 (0.31) 82 (0.19)
77	C_Seat_Ibiza_5	67,43%			0,261	0,739	0,1494	0,5357	0,3149	0,0031	0,0025	0,0026	0,0026	0,0061	0,0572	0,0572	65 (0.30) 80 (0.26) 99 (0.44)
78	C_Seat_Ibiza_6	51,22%			0,2685	0,7315	0,1743	0,4075	0,4181	0,0039	0,0032	0,0034	0,0034	0,0078	0,2831	0,2831	65 (0.59) 68 (0.41)
79	C_Seat_Ibiza_7	69,30%			0,2322	0,7678	0,125	0,574	0,301	0,0026	0,0021	0,0022	0,0022	0,0051	0,0479	0,0479	68 (1.00)
80	C_Seat_Ibiza_8	100,00%			0,0051	0,9949	0,1725	0,7213	0,1062	0,0335	0,0275	0,0286	0,0286	0,0664	0,0423	0,0423	16
81	C_Seat_Ibiza_9	70,70%			0,1861	0,8139	0,2003	0,5654	0,2343	0,0027	0,0022	0,0023	0,0023	0,0053	0,0497	0,0497	65 (0.00) 68 (0.05) 82 (0.95)
82	C_Seat_Ibiza_10	100,00%			0,0419	0,9581	0,1736	0,8118	0,0146	0,0053	0,0043	0,0045	0,0045	0,0104	0,0348	0,0348	41
83	C_Seat_Ibiza_11	75,46%			0,2685	0,7315	0,1773	0,5808	0,2419	0,0024	0,0019	0,002	0,002	0,0047	0,044	0,044	68 (1.00)
84	C_Seat_Ibiza_12	82,15%			0,3299	0,6701	0,1587	0,5873	0,254	0,0022	0,0018	0,0019	0,0019	0,0043	0,0404	0,0404	68 (1.00)
85	C_Seat_Ibiza_13	79,13%			0,375	0,625	0,1751	0,546	0,2789	0,0026	0,0022	0,0023	0,0023	0,0052	0,1888	0,1888	65 (0.31) 82 (0.69) 99 (0.01)
86	C_Seat_Ibiza_14	85,12%			0,3781	0,6219	0,1555	0,5957	0,2488	0,0021	0,0017	0,0018	0,0018	0,0042	0,0396	0,0396	65 (0.34) 68 (0.66)
87	C_Seat_Ibiza_15	83,42%	0,361	0,639	0,1641	0,5745	0,2614	0,0025	0,002	0,0021	0,0021	0,0049	0,177	0,177	65 (0.35) 68 (0.16) 82 (0.49)		
88	C_Seat_Ibiza_16	83,71%	0,3699	0,6301	0,1652	0,6046	0,2302	0,0025	0,002	0,0021	0,0021	0,0049	0,1781	0,1781	65 (0.34) 68 (0.01) 82 (0.65)		
89	C_Seat_Ibiza_17	76,02%	0,3351	0,6649	0,176	0,5839	0,2401	0,0023	0,0019	0,002	0,002	0,0047	0,0436	0,0436	68 (1.00)		
90	C_Seat_Ibiza_18	91,90%	0,3761	0,6239	0,1813	0,8078	0,0109	0,0055	0,0045	0,0047	0,0047	0,0109	0,0364	0,0364	68 (1.00)		
91	C_Seat_Ibiza_19	78,36%	0,2877	0,7123	0,1194	0,647	0,2336	0,0064	0,0053	0,0055	0,0055	0,0127	0,0222	0,0222	65 (0.80) 82 (0.19) 99 (0.01)		
92	C_Seat_Ibiza_20	71,04%	0,0864	0,9136	0,1706	0,4183	0,4111	0,0035	0,0029	0,003	0,003	0,007	0,0654	0,0654	36 (0.59) 80 (0.05) 99 (0.36)		
93	C_Seat_Ibiza_21	83,26%	0,3335	0,6665	0,1701	0,5478	0,2821	0,0025	0,0021	0,0022	0,0022	0,005	0,1159	0,1159	65 (0.14) 80 (0.65) 82 (0.03) 99 (0.18)		
94	C_Seat_Ibiza_22	76,94%	0,1602	0,8398	0,1762	0,5489	0,2748	0,0024	0,0019	0,002	0,002	0,0047	0,0437	0,0437	65 (0.06) 68 (0.76) 82 (0.18)		
95	C_Seat_Ibiza_23	84,25%	0,3592	0,6408	0,1588	0,5936	0,2476	0,0021	0,0017	0,0018	0,0018	0,0042	0,0394	0,0394	68 (1.00)		
96	C_Seat_Ibiza_24	88,46%	0,3433	0,6567	0,1512	0,6129	0,2358	0,002	0,0017	0,0017	0,0017	0,004	0,0375	0,0375	68 (1.00)		
97	C_Toyota_Yaris_1	69,47%	0,1562	0,8438	0,1651	0,4892	0,3456	0,0033	0,0019	0,0021	0,0028	0,0059	0,2496	0,2496	65 (0.58) 99 (0.42)		
98	C_Toyota_Yaris_2	85,59%	0,0477	0,9523	0,1694	0,4746	0,356	0,0031	0,0018	0,002	0,0026	0,0056	0,0604	0,0604	36 (0.04) 99 (0.53) 100 (0.44)		
99	C_Toyota_Yaris_3	100,00%	0,22	0,78	0,0014	0,9791	0,0195	0,0072	0,0041	0,0046	0,0061	0,0128	0,0496	0,0496	45		
100	C_Toyota_Yaris_4	100,00%	0,0563	0,9437	0,026	0,8293	0,1447	0,0452	0,0101	0,0199	0,0339	0,0825	0,1908	0,1908	1		
101	C_Toyota_Yaris_5	86,20%	0,1495	0,8505	0,1304	0,5765	0,2931	0,0028	0,0016	0,0018	0,0024	0,005	0,2117	0,2117	65 (0.33) 99 (0.67)		
102	C_Toyota_Yaris_6	58,40%	0,1693	0,8307	0,2026	0,4262	0,3711	0,0041	0,0023	0,0026	0,0034	0,0073	0,3063	0,3063	65 (0.43) 99 (0.57)		
103	C_Toyota_Yaris_7	79,30%	0,1954	0,8046	0,1571	0,5142	0,3287	0,0032	0,0018	0,002	0,0027	0,0056	0,2374	0,2374	65 (0.18) 99 (0.82)		
104	C_Toyota_Yaris_8	79,42%	0,3411	0,6589	0,1597	0,5525	0,2878	0,0028	0,0016	0,0018	0,0023	0,0049	0,2078	0,2078	65 (0.84) 99 (0.16)		
105	C_Toyota_Yaris_9	62,64%	0,2528	0,7472	0,1843	0,5239	0,2918	0,0029	0,0017	0,0019	0,0025	0,0052	0,0566	0,0566	68 (1.00)		
106	C_Toyota_Yaris_10	79,52%	0,348	0,652	0,1609	0,5855	0,2536	0,0028	0,0016	0,0018	0,0024	0,005	0,2093	0,2093	65 (0.80) 99 (0.20)		
107	C_Toyota_Yaris_11	79,38%	0,2133	0,7867	0,1615	0,5426	0,2958	0,0033	0,0019	0,0021	0,0027	0,0058	0,2441	0,2441	65 (0.04) 99 (0.96)		
108	C_Toyota_Yaris_12	63,85%	0,172	0,828	0,1864	0,4721	0,3414	0,0038	0,0022	0,0024	0,0032	0,0067	0,2818	0,2818	65 (0.40) 99 (0.60)		
109	C_Toyota_Yaris_13	81,25%	0,1704	0,8296	0,146	0,5867	0,2673	0,0029	0,0017	0,0019	0,0025	0,0052	0,2206	0,2206	65 (0.41) 99 (0.59)		
110	C_Toyota_Yaris_14	88,79%	0,1698	0,8302	0,1334	0,5873	0,2792	0,0027	0,0015	0,0017	0,0023	0,0048	0,2017	0,2017	65 (0.42) 99 (0.58)		

	DMU	Taxa de Eficiência	Av. Ef. Marca	Av. Ef. Grupo	Valor residual {O}{V}	Custos {I}{V}	Valor de Venda {O}{V}	Proveitos 2018 {O}{V}	Dif para max Pedidos Reparação 2018 {O}{V}	Consumo km por litro {O}{V}	Aceleração _var transf {O}{V}	Potência (cv) {O}{V}	Capacidade Bagageira {O}{V}	Segurança Euro NCAP (média) {O}{V}	Poliuição {O}{V}	Benchmarks	
111	C_Toyota_Yaris_15	89,92%	80,02%	80,57%	0,1484	0,8516	0,0757	0,8501	0,0743	0,0319	0,0016	0,0017	0,0269	0,0569	0,1807	65 (0.28) 68 (0.13) 82 (0.23) 99 (0.37)	
112	C_Toyota_Yaris_16	69,75%			0,1637	0,8363	0,1675	0,4819	0,3506	0,0034	0,0019	0,0021	0,0028	0,006	0,2532		65 (0.49) 99 (0.51)
113	C_Toyota_Yaris_17	89,73%			0,3248	0,6752	0,1458	0,5914	0,2627	0,0025	0,0014	0,0016	0,0021	0,0045	0,1897	65 (0.38) 82 (0.31) 99 (0.32)	
114	C_Toyota_Yaris_18	82,86%			0,3437	0,6563	0,1536	0,5697	0,2767	0,0027	0,0015	0,0017	0,0022	0,0048	0,1998	65 (0.82) 99 (0.18)	
115	C_Toyota_Yaris_19	97,02%			0,3205	0,6795	0,1341	0,6243	0,2416	0,0023	0,0013	0,0015	0,002	0,0042	0,1745	65 (0.52) 82 (0.19) 99 (0.29)	
116	C_Toyota_Yaris_20	64,57%			0,2558	0,7442	0,1788	0,4977	0,3235	0,0028	0,0016	0,0018	0,0024	0,005	0,0549	68 (1.00)	
117	C_Toyota_Yaris_21	82,35%			0,3201	0,6799	0,1499	0,5801	0,27	0,0026	0,0015	0,0017	0,0022	0,0046	0,195	65 (0.99) 99 (0.01)	
118	C_Toyota_Yaris_22	72,13%			0,3068	0,6932	0,1681	0,5669	0,265	0,0029	0,0017	0,0019	0,0025	0,0052	0,2187	65 (0.76) 68 (0.24)	
119	C_Toyota_Yaris_23	70,04%			0,3176	0,6824	0,1851	0,5232	0,2917	0,0032	0,0018	0,002	0,0027	0,0057	0,2408	65 (0.62) 82 (0.10) 99 (0.27)	
120	C_Toyota_Yaris_24	76,79%			0,3031	0,6969	0,1571	0,5599	0,283	0,0027	0,0016	0,0017	0,0023	0,0049	0,2044	65 (0.68) 68 (0.32)	
121	C_Toyota_Yaris_25	89,88%			0,3156	0,6844	0,1365	0,6176	0,2459	0,0024	0,0014	0,0015	0,002	0,0042	0,1776	65 (0.94) 68 (0.06)	
122	C_Toyota_Yaris_26	95,67%			0,2869	0,7131	0,1395	0,6405	0,2199	0,0024	0,0014	0,0015	0,002	0,0043	0,1815	80 (0.12) 82 (0.50) 99 (0.39)	
123	C_Toyota_Yaris_27	65,97%			0,1496	0,8504	0,1705	0,5422	0,2873	0,0037	0,0021	0,0023	0,0031	0,0066	0,2766	65 (0.33) 99 (0.67)	
124	D_Citroen_C3	33,20%	88,40%	76,51%	0,2618	0,7382	0,2359	0,2763	0,4879	0,0062	0,0038	0,0039	0,0042	0,0062	0,0945	125 (0.16) 131 (0.84)	
125	D_Ford_Fiesta_1	100,00%			0,4628	0,5372	0,0092	0,9256	0,0652	0,0267	0,0028	0,0066	0,0141	0,0355	0,0556	3	
126	D_Ford_Fiesta_2	99,83%			0,2988	0,7012	0,0012	0,9542	0,0447	0,0229	0,0105	0,0108	0,0129	0,0255	0,0335	135 (1.00)	
127	D_Ford_Fiesta_3	66,55%			0,3077	0,6923	0,2121	0,7759	0,012	0,0107	0,0049	0,0051	0,0061	0,012	0,0474	135 (1.00)	
128	D_Ford_Fiesta_4	87,23%			0,229	0,771	0,144	0,6471	0,2089	0,0027	0,0012	0,0013	0,0015	0,003	0,0358	131 (1.00)	
129	D_Opel_Corsa1	82,81%			0,2329	0,7671	0,0011	0,8887	0,1102	0,002	0,0014	0,0015	0,0016	0,0031	0,08	131 (0.12) 135 (0.88)	
130	D_Opel_Corsa2	78,59%			0,2696	0,7304	0,1247	0,7007	0,1746	0,0022	0,0015	0,0016	0,0018	0,0041	0,1417	131 (0.97)	
131	D_Peugeot_208_1	100,00%			0,3741	0,6259	0,0011	0,8777	0,1213	0,0021	0,0013	0,0013	0,0013	0,0027	0,0312	7	
132	D_Peugeot_208_2	42,21%			0,2376	0,7624	0,2925	0,3297	0,3779	0,0049	0,003	0,0031	0,0031	0,0064	0,0739	131 (1.00)	
133	D_Toyota_Versos1	42,03%			0,4097	0,5903	0,3262	0,3262	0,3477	0,0048	0,003	0,0032	0,0048	0,0077	0,2805	125 (0.56) 131 (0.44)	
134	D_Volkswagen_Polo_1	88,05%			0,003	0,997	0,1582	0,6091	0,2327	0,0029	0,0014	0,0014	0,0017	0,0038	0,1424	125 (0.99) 131 (0.01)	
135	D_Volkswagen_Polo_2	100,00%			0,0021	0,9979	0,1365	0,7805	0,083	0,038	0,0013	0,0013	0,0232	0,0508	0,1739	4	
136	D_Volkswagen_Polo_3	74,10%			0,2956	0,7044	0,1737	0,8128	0,0135	0,0086	0,0043	0,0043	0,0053	0,0116	0,0475	135 (1.00)	
137	E1_Citroen_C4_1	100,00%	0,3465	0,6535	0,0788	0,8221	0,2391	0,171	0,0183	0,0032	0,0856	0,1997	0,3789	1			
138	E1_Ford_Focus_1	61,10%	82,91%	75,16%	0,2618	0,7382	0,2437	0,3522	0,4041	0,0036	0,0018	0,002	0,0024	0,0042	0,0466	146 (0.06) 147 (0.94)	
139	E1_Ford_Focus_2	70,89%			0,1413	0,8587	0,2086	0,4455	0,3459	0,003	0,0015	0,0017	0,0021	0,0036	0,0398	147 (1.00)	
140	E1_Nissan_Juke_1	67,42%			0,3794	0,6206	0,2256	0,3797	0,3947	0,0027	0,0016	0,0018	0,0023	0,0036	0,0477	146 (0.71) 147 (0.29)	
141	E1_Peugeot_308_1	100,00%			0,0058	0,9942	0,0018	0,9775	0,0207	0,0142	0,0017	0,0017	0,0111	0,0175	0,0552	0	
142	E1_Seat_Leon_1	100,00%			0,1383	0,8617	0,0019	0,9791	0,019	0,0111	0,0097	0,0111	0,0111	0,019	0,0719	0	
143	E1_Seat_Leon_2	75,28%			0,3719	0,6281	0,2171	0,3854	0,3976	0,0022	0,0019	0,0022	0,0022	0,0037	0,0465	146 (0.54) 147 (0.46)	
144	E1_Toyota_Auris_1	75,07%			0,3784	0,6216	0,2209	0,4159	0,3632	0,0027	0,0014	0,002	0,0021	0,0037	0,0496	146 (0.87) 147 (0.13)	
145	E2_AlfaRomeo_Giuletta_1	62,21%			0,3531	0,6469	0,418	0,5387	0,0433	0,0032	0,0021	0,0023	0,0027	0,0032	0,0568	137 (0.03) 146 (0.97)	
146	E2_Audi_A3	100,00%			0,3521	0,6479	0,0014	0,9858	0,0129	0,0066	0,0047	0,0051	0,0066	0,0101	0,045	5	
147	E2_Mercedes_ClasseA_1	100,00%			0,2457	0,7543	0,0012	0,9088	0,09	0,0574	0,0012	0,0013	0,0017	0,0853	0,0355	5	
148	F_Ford_FocusSW_1	100,00%			0,0022	0,9978	0,0471	0,8819	0,0709	0,0035	0,0017	0,0017	0,0024	0,009	0,0315	11	
149	F_Ford_FocusSW_2	100,00%			0,003	0,997	0,0606	0,8482	0,0912	0,0045	0,0021	0,0022	0,0031	0,0116	0,0405	8	
150	F_Ford_FocusSW_3	78,94%			0,3068	0,6932	0,0787	0,8109	0,1105	0,004	0,0019	0,0019	0,0027	0,014	0,0442	148 (0.55) 149 (0.45)	
151	F_Ford_FocusSW_4	91,86%	0,3512	0,6488	0,0699	0,8501	0,08	0,0045	0,0021	0,0022	0,0031	0,0116	0,0406	148 (0.13) 149 (0.26) 162 (0.62)			
152	F_Ford_FocusSW_5	76,93%	0,35	0,65	0,0716	0,8238	0,1046	0,0038	0,0018	0,0018	0,0026	0,0133	0,0419	148 (0.85) 162 (0.15)			
153	F_Ford_FocusSW_6	52,38%	0,3101	0,6899	0,0961	0,752	0,1519	0,0063	0,0029	0,003	0,0043	0,022	0,0695	148 (0.15) 162 (0.85)			
154	F_Ford_FocusSW_7	49,02%	0,2542	0,7458	0,0887	0,771	0,1402	0,0058	0,0027	0,0028	0,004	0,0204	0,0642	148 (1.00)			
155	F_Ford_FocusSW_8	99,96%	0,3787	0,6213	0,0648	0,8254	0,1098	0,0062	0,0029	0,003	0,0043	0,0159	0,0557	149 (0.32) 162 (0.31) 165 (0.36)			
156	F_Ford_FocusSW_9	70,05%	0,2303	0,7697	0,0768	0,811	0,1122	0,004	0,0019	0,002	0,0028	0,0142	0,0449	148 (1.00)			
157	F_Ford_FocusSW_10	42,55%	0,3471	0,6529	0,1399	0,6559	0,2042	0,0074	0,0035	0,0036	0,0051	0,0259	0,0818	148 (0.41) 149 (0.04) 162 (0.55)			
158	F_Opel_Astra_1	77,82%	0,0027	0,9973	0,156	0,6201	0,224	0,0082	0,0039	0,0041	0,0065	0,0334	0,1046	149 (0.38) 165 (0.62)			
159	F_Opel_Astra_2	59,61%	0,321	0,679	0,1041	0,8577	0,0382	0,0067	0,0032	0,0034	0,0054	0,02	0,0693	149 (0.13) 162 (0.79) 165 (0.08)			
160	F_Opel_Astra_3	60,19%	0,3312	0,6688	0,0809	0,8045	0,1145	0,0042	0,002	0,0021	0,0033	0,0171	0,0535	148 (0.98) 162 (0.02)			
161	F_Opel_Astra_4	74,46%	0,3208	0,6792	0,0653	0,8292	0,1056	0,0034	0,0016	0,0017	0,0027	0,0138	0,0432	148 (1.00)			
162	F_Opel_Astra_5	100,00%	0,2922	0,7078	0,0481	0,8674	0,0846	0,0037	0,0018	0,0019	0,003	0,011	0,0383	11			
163	F_Opel_Astra_6	79,69%	0,3501	0,6499	0,1049	0,7699	0,1252	0,0074	0,0035	0,0037	0,0058	0,0218	0,0757	149 (0.20) 162 (0.43) 165 (0.37)			
164	F_Peugeot_308_SW_1	44,71%	0,3555	0,6445	0,1372	0,6614	0,2014	0,0076	0,0035	0,0038	0,0062	0,0253	0,0849	148 (0.28) 149 (0.17) 162 (0.55)			
165	F_Renault_Kangoo_1	100,00%	0,0015	0,9985	0,2258	0,3231	0,4548	0,031	0,0093	0,0148	0,0325	0,0236	0,1682	5			
166	F_Volkswagen_Passat_1	66,89%	0,2931	0,7069	0,1221	0,8535	0,0244	0,0088	0,0055	0,0059	0,007	0,0244	0,0761	162 (0.57) 165 (0.43)			
167	F_Volvo_V60_1	78,06%	0,287	0,713	0,0973	0,934	0,1093	0,0037	0,0019	0,0024	0,0024	0,0144	0,0401	148 (0.49) 162 (0.51)			

	DMU	Taxa de Eficiência	Av. Ef. Marca	Av. Ef. Grupo	Valor residual (R){V}	Custos (C){V}	Valor de Venda (O){V}	Proveitos 2018 (O){V}	Dif para max Pedidos 2018 (O){V}	Consumo km por litro (O){V}	Aceleração _var transf (O){V}	Potência (cv) (O){V}	Capacidade Bagageira (O){V}	Segurança Euro NCAP (média) (O){V}	Poliuição (O){V}	Benchmarks
168	G Fiat Scudo_1	51,65%			0,2648	0,7352	0,233	0,3846	0,3823	0,0039	0,0016	0,0027	0,0027	0,0061	0,0589	178 (0.35) 180 (0.65)
169	G Fiat Scudo_2	100,00%	66,04%		0,4136	0,5864	0,2048	0,4938	0,3014	0,0199	0,0031	0,0082	0,0099	0,0319	0,0699	0
170	G Fiat Scudo_3	46,47%			0,2768	0,7232	0,2632	0,3813	0,3555	0,0043	0,0018	0,003	0,003	0,0068	0,0657	178 (0.36) 180 (0.64)
171	G Ford Transit_1	59,04%			0,2619	0,7381	0,188	0,4895	0,3226	0,0032	0,0019	0,0022	0,0032	0,0076	0,0583	178 (0.25) 180 (0.75)
172	G Ford Transit_2	78,39%			0,0045	0,9955	0,1786	0,5061	0,3154	0,0027	0,0016	0,0018	0,0027	0,0064	0,0489	178 (0.49) 180 (0.51)
173	G Ford Transit_3	92,16%			0,0048	0,9952	0,1609	0,5142	0,3249	0,0024	0,0015	0,0017	0,0024	0,0057	0,044	178 (0.62) 180 (0.38)
174	G Ford Transit_4	36,66%			0,2193	0,7807	0,2747	0,3325	0,3928	0,0047	0,0028	0,0032	0,0047	0,0111	0,0852	180 (1.00)
175	G Ford Transit_5	50,97%			0,2627	0,7373	0,214	0,3905	0,3955	0,0034	0,002	0,0023	0,0034	0,008	0,0613	180 (1.00)
176	G Ford Transit_6	80,44%			0,0044	0,9956	0,1923	0,4015	0,4062	0,0031	0,0018	0,0021	0,0031	0,0072	0,0551	178 (0.79) 180 (0.21)
177	G Ford Transit_7	36,23%			0,2378	0,7622	0,2615	0,2615	0,477	0,0048	0,0029	0,0032	0,0048	0,0112	0,0862	180 (1.00)
178	G Ford Transit_8	100,00%			0,0049	0,9951	0,0198	0,858	0,1221	0,0343	0,0083	0,0148	0,0265	0,0842	0,1795	7
179	G Ford Transit_9	91,79%			0,2807	0,7193	0,1188	0,6302	0,251	0,0019	0,0011	0,0013	0,0019	0,0044	0,034	180 (1.00)
180	G Ford Transit_10	100,00%			0,2816	0,7184	0,0011	0,9839	0,015	0,004	0,0024	0,0027	0,004	0,0094	0,0316	13
181	G Opel Vivaro_1	43,37%	45,27%		0,1669	0,8331	0,2374	0,2965	0,4661	0,0043	0,0028	0,0028	0,0035	0,0091	0,3751	180 (1.00)
182	G Opel Vivaro_2	47,18%			0,2587	0,7413	0,1679	0,3424	0,4897	0,004	0,0026	0,0026	0,0032	0,0084	0,3448	180 (1.00)
183	G Toyota Hiace_1	50,88%	50,88%		0,1689	0,8311	0,2112	0,3274	0,4614	0,0043	0,0017	0,0029	0,0043	0,0043	0,0581	178 (0.74) 180 (0.26)
184	H Opel Corsa1	91,94%	95,13%		0,431	0,569	0,0012	0,9661	0,0327	0,0028	0,0012	0,0012	0,0014	0,0028	0,0395	186 (0.36) 188 (0.64)
185	H Opel Corsa2	98,33%			0,4427	0,5573	0,0011	0,6279	0,371	0,0025	0,0011	0,0011	0,0013	0,0025	0,0354	186 (0.42) 188 (0.58)
186	H1 BMW 118_1	100,00%	100,00%		0,001	0,999	0,0117	0,6654	0,3371	0,1026	0,0123	0,0406	0,0392	0,1565	0,2006	4
187	H2 Citroen C5_1	87,21%	87,21%	95,94%	0,4462	0,5538	0,4554	0,5358	0,0088	0,0085	0,0045	0,0057	0,0082	0,0086	0,0402	186 (0.38) 188 (0.62)
188	H2 Seat Leon station_1	100,00%	99,09%		0,2376	0,7624	0,0011	0,9902	0,0087	0,0071	0,0033	0,0038	0,0071	0,0076	0,0318	4
189	H2 Seat Leon station_2	98,18%			0,481	0,519	0,3301	0,512	0,1579	0,1468	0,0022	0,0025	0,1468	0,1579	0,5349	186 (0.30) 188 (0.70)
190	I BMW 216_1	100,00%	100,00%		0,229	0,771	0,0461	0,9231	0,0308	0,0208	0,0011	0,0011	0,0019	0,0208	0,0767	1
191	I Opel Zafira_1	100,00%	100,00%		0,1488	0,8512	0,0366	0,9364	0,027	0,0158	0,0032	0,0056	0,0064	0,024	0,0622	1
192	I Seat Alhambra_1	100,00%	100,00%		0,0057	0,9943	0,2833	0,4199	0,3028	0,0922	0,0294	0,0478	0,0843	0,1981	0,4557	0
193	I Seat Alhambra_2	100,00%	100,00%		0,014	0,986	0,0053	0,9813	0,0133	0,0088	0,0037	0,0044	0,0077	0,0088	0,032	2
194	I Volkswagen Touran_1	99,72%	99,72%	98,92%	0,0044	0,9956	0,0471	0,8715	0,0814	0,0028	0,0011	0,0012	0,0014	0,0034	0,0714	190 (0.07) 193 (0.93)
195	I1 Ford galaxy_1	100,00%	100,00%		0,0044	0,9956	0,0641	0,9017	0,0342	0,0264	0,0018	0,0023	0,0264	0,0292	0,0452	1
196	I1 Volkswagen Sharan_1	92,74%	92,74%		0,0497	0,9503	0,0542	0,9336	0,0122	0,0105	0,0052	0,0067	0,0098	0,0113	0,0401	191 (0.06) 193 (0.53) 195 (0.41)
197	J Citroen Berlingo_1	58,39%	62,45%		0,2721	0,7279	0,1848	0,5652	0,25	0,0128	0,0016	0,0018	0,0018	0,0195	0,1087	205 (1.00)
198	J Citroen Berlingo_2	62,32%			0,3662	0,6338	0,1901	0,5422	0,2678	0,012	0,0015	0,0017	0,0017	0,0182	0,1019	205 (1.00)
199	J Citroen Berlingo_3	66,64%			0,3841	0,6159	0,1958	0,5284	0,2759	0,0124	0,0016	0,0017	0,0017	0,0188	0,1049	200 (0.13) 205 (0.87)
200	J Citroen Nemo_1	100,00%	100,00%		0,1156	0,8844	0,1669	0,3889	0,4443	0,0415	0,0034	0,004	0,0047	0,0547	0,2861	4
201	J Peugeot Bipper_1	62,25%	62,25%		0,1663	0,8337	0,1452	0,5785	0,2763	0,0149	0,0013	0,0015	0,0017	0,0194	0,1322	200 (0.20) 205 (0.80)
202	J Peugeot Partner_1	80,57%	80,57%		0,4595	0,5405	0,1805	0,5759	0,2435	0,0109	0,0014	0,0015	0,0015	0,0166	0,1084	200 (0.19) 205 (0.81)
203	J1 Mercedes Vito1	81,07%	81,07%		0,2778	0,7222	0,2647	0,5315	0,2038	0,0086	0,0014	0,0014	0,0024	0,0189	0,0426	205 (1.00)
204	J1 Opel Vivaro_1	75,20%	87,60%		0,4371	0,5629	0,2128	0,5955	0,1917	0,0085	0,0014	0,0016	0,0022	0,0155	0,0485	205 (1.00)
205	J1 Opel Vivaro_2	100,00%			0,0053	0,9947	0,0966	0,7877	0,1157	0,0076	0,0011	0,0014	0,002	0,0142	0,0439	12
206	J2 Ford Transit_1	97,65%	97,65%		0,2281	0,7719	0,1841	0,7329	0,0831	0,0036	0,0011	0,0011	0,0036	0,0138	0,0316	205 (1.00)
207	J2 Ford Transit_2	96,45%	97,05%		0,2492	0,7508	0,0154	0,9707	0,0138	0,0036	0,0011	0,0011	0,0036	0,0138	0,0316	205 (1.00)
208	J2 Renault Master_1	70,56%	76,91%		0,2259	0,7741	0,2854	0,5899	0,1247	0,0123	0,0023	0,003	0,0074	0,0123	0,0634	200 (0.53) 205 (0.47)
209	J2 Renault Master_2	83,26%			0,2724	0,7276	0,2138	0,7219	0,0643	0,0064	0,0012	0,0015	0,0038	0,0064	0,0327	205 (1.00)
210	J2 Volkswagen Crafter_1	82,78%	82,78%		0,1645	0,8355	0,0207	0,9634	0,016	0,0054	0,0013	0,0013	0,0041	0,0063	0,0325	205 (1.00)
211	K Ford transit_1	84,02%			0,1926	0,8074	0,3056	0,4343	0,2601	0,0851	0,002	0,002	0,002	0,2081	0,5072	217 (0.05) 219 (0.95)
212	K Ford transit_2	78,37%			0,1947	0,8053	0,3141	0,3141	0,3718	0,0025	0,002	0,002	0,002	0,2478	0,5043	217 (0.11) 219 (0.89)
213	K Ford transit_3	82,16%			0,239	0,761	0,2531	0,2531	0,4937	0,0021	0,0017	0,0017	0,0017	0,0052	0,3417	217 (0.98) 219 (0.02)
214	K Ford transit_4	94,71%			0,2516	0,7484	0,3709	0,6154	0,0137	0,0056	0,0045	0,0045	0,0045	0,0137	0,0466	217 (0.56) 218 (0.44)
215	K Ford transit_5	91,89%			0,3391	0,6609	0,2949	0,4674	0,2377	0,0778	0,0018	0,0018	0,0018	0,1902	0,4635	219 (1.00)
216	K Ford transit_6	82,28%			0,0035	0,9965	0,3233	0,3746	0,3021	0,0025	0,002	0,002	0,002	0,2416	0,4917	218 (0.27) 219 (0.73)
217	K Ford transit_7	100,00%			0,1973	0,8027	0,0391	0,7881	0,1728	0,0433	0,0126	0,0222	0,0306	0,1114	0,2354	4
218	K Volkswagen Crafter_1	100,00%	100,00%		0,0042	0,9958	0,0127	0,7855	0,2045	0,0424	0,0091	0,0277	0,0353	0,0405	0,1097	2
219	K Volkswagen Crafter_2	100,00%			0,3822	0,6178	0,001	0,6262	0,3728	0,0012	0,001	0,0011	0,0012	0,0012	0,0311	5
220	M BMW X1_1	58,31%	58,31%		0,426	0,574	0,2661	0,2661	0,4679	0,0025	0,0017	0,0019	0,0022	0,0027	0,0609	222 (0.47) 223 (0.53)
221	M1 Audi A4_1	100,00%	100,00%		0,3194	0,6806	0,2739	0,3691	0,3569	0,072	0,0152	0,0249	0,0445	0,1222	0,3687	0
222	M1 Audi A4Avant_1	100,00%	100,00%		0,2855	0,7145	0,0098	0,8745	0,1157	0,0594	0,0063	0,0181	0,0432	0,0676	0,0664	1
223	M1 BMW Serie2_1	100,00%	100,00%		0,0021	0,9979	0,0108	0,8936	0,0956	0,0407	0,0072	0,0109	0,0217	0,0633	0,1946	1
224	M1 BMW Serie3_1	100,00%	100,00%		0,3121	0,6879	0,0012	0,9516	0,0472	0,0411	0,0357	0,0389	0,0411	0,0472	0,0372	0

Tabela A2 – Resultados do modelo DEA grupos: A, B e C

	DMU	Taxa de Eficiência	Av. Ef. Marca	Av. Ef. Grupo	Valor residual (I)(V)	Custos (I)(V)	Valor de Venda (O)(V)	Proveitos 2018 (O)(V)	Dif para max Pedidos Reparação (O)(V)	Consumo km por litro (ON)(V)	Aceleração _var transf (ON)(V)	Potência (cv) (ON)(V)	Capacidade Bagageira (ON)(V)	Segurança Euro NCAP (média) (ON)(V)	Poluição (ON)(V)	Benchmarks	
1	A_citroen_C1_1	44,24%	44,24%	73,86%	0,251	0,749	0,2174	0,3537	0,4289	0,0101	0,0034	0,0037	0,0037	0,0177	0,3328	65 (0.25) 99 (0.75)	
2	A_Fiat_Panda_1	80,69%	80,69%		0,304	0,696	0,1264	0,621	0,2525	0,0036	0,0015	0,0017	0,0028	0,0036	0,0443	0,0443	65 (0.54) 99 (0.46)
3	A_Toyota_Aygo_1	100,00%			0,0513	0,9487	0,0631	0,7508	0,1865	0,0538	0,0076	0,0159	0,0166	0,1012	0,2316	0	0
4	A_Toyota_Aygo_2	76,81%	81,46%	73,86%	0,1911	0,8089	0,1431	0,6021	0,2549	0,0059	0,0021	0,0022	0,0022	0,011	0,1977	65 (0.11) 99 (0.89)	
5	A_Toyota_Aygo_3	67,56%			0,1357	0,8643	0,1385	0,5653	0,2963	0,0058	0,0021	0,0022	0,0022	0,011	0,197	65 (0.73) 99 (0.27)	
6	B_Mitsubishi_Spacestar_1	70,66%			0,2693	0,7307	0,1397	0,5812	0,2791	0,0054	0,0023	0,0023	0,0035	0,0108	0,1838	65 (0.81) 99 (0.19)	
7	B_Mitsubishi_Spacestar_2	79,43%		68,18%	0,231	0,769	0,0798	0,8072	0,113	0,0375	0,0021	0,0021	0,0032	0,0753	0,1955	68 (0.73) 82 (0.16) 99 (0.11)	
8	B_Mitsubishi_Spacestar_3	69,66%			0,2863	0,7137	0,1454	0,5639	0,2906	0,0056	0,0024	0,0024	0,0036	0,0113	0,1913	65 (0.68) 99 (0.32)	
9	B_Mitsubishi_Spacestar_4	64,71%			0,32	0,68	0,1659	0,625	0,2091	0,0242	0,0028	0,0028	0,0043	0,0486	0,2499	65 (0.16) 82 (0.30) 99 (0.55)	
10	B_Mitsubishi_Spacestar_5	50,95%		68,18%	0,3117	0,6883	0,2059	0,3826	0,4115	0,0079	0,0034	0,0034	0,0051	0,0159	0,2709	65 (0.51) 99 (0.49)	
11	B_Mitsubishi_Spacestar_6	66,28%			0,2686	0,7314	0,1487	0,5965	0,2548	0,0057	0,0024	0,0024	0,0037	0,0115	0,1957	65 (0.82) 99 (0.18)	
12	B_Mitsubishi_Spacestar_7	62,59%			0,2654	0,7346	0,1623	0,6378	0,2	0,0231	0,0027	0,0027	0,0041	0,0464	0,239	65 (0.33) 82 (0.51) 99 (0.16)	
13	B_Mitsubishi_Spacestar_8	81,12%		74,48%	0,2182	0,7818	0,1119	0,8721	0,016	0,008	0,0034	0,0034	0,0052	0,016	0,0519	19 (0.73) 82 (0.19) 99 (0.08)	
14	B_Nissan_Micra_1	83,57%			0,0818	0,9182	0,1358	0,5807	0,2835	0,0048	0,0016	0,0019	0,0037	0,0102	0,0515	16 (0.33) 80 (0.24) 99 (0.42)	
15	B_Nissan_Micra_2	64,78%			0,243	0,757	0,1603	0,6007	0,2391	0,0056	0,0018	0,0022	0,0044	0,012	0,0608	65 (0.07) 80 (0.30) 99 (0.62)	
16	B_Nissan_Micra_3	100,00%		79,52%	0,0044	0,9956	0,0017	0,9496	0,0487	0,0113	0,0019	0,0024	0,0089	0,0241	0,0645	7	
17	B_Nissan_Micra_4	79,97%			0,3099	0,6901	0,1353	0,705	0,1597	0,039	0,0015	0,0019	0,0037	0,083	0,0511	65 (0.38) 82 (0.08) 99 (0.53)	
18	B_Nissan_Micra_5	65,86%			0,2598	0,7402	0,141	0,6079	0,2512	0,0053	0,0017	0,0021	0,0041	0,0112	0,1678	65 (0.83) 99 (0.17)	
19	B_Nissan_Micra_6	100,00%		79,52%	0,2172	0,7828	0,0011	0,9737	0,0253	0,0067	0,0011	0,0013	0,0026	0,0143	0,036	4	
20	B_Nissan_Micra_7	91,84%			0,2707	0,7293	0,0011	0,9743	0,0246	0,0065	0,0011	0,0013	0,0026	0,0139	0,0351	68 (1.00)	
21	B_Nissan_Micra_8	73,81%			0,3248	0,6752	0,1337	0,5841	0,2821	0,0042	0,0014	0,0017	0,0033	0,0088	0,0448	65 (0.47) 68 (0.53)	
22	B_Nissan_Micra_9	69,99%		79,15%	0,3491	0,6509	0,1633	0,7405	0,0962	0,0045	0,0015	0,0018	0,0035	0,0095	0,0483	65 (0.08) 68 (0.05) 82 (0.87)	
23	B_Nissan_Micra_10	65,35%			0,205	0,795	0,1325	0,6092	0,2582	0,0054	0,0018	0,0022	0,0042	0,0115	0,1725	65 (0.73) 99 (0.27)	
24	C_Fiat_Punto1	61,81%			0,0309	0,9691	0,1777	0,5095	0,3128	0,0057	0,0023	0,0024	0,005	0,0067	0,0652	16 (0.23) 36 (0.21) 80 (0.56)	
25	C_Fiat_Punto2	89,94%		79,15%	0,0042	0,9958	0,1233	0,6478	0,2289	0,0031	0,0012	0,0013	0,0027	0,0037	0,0358	68 (0.76) 82 (0.24)	
26	C_Fiat_Punto3	65,70%			0,0046	0,9954	0,1722	0,508	0,3197	0,0043	0,0017	0,0019	0,0038	0,0051	0,0499	68 (0.42) 82 (0.58)	
27	C_Fiat_Punto4	82,57%			0,0053	0,9947	0,1423	0,5934	0,2642	0,0036	0,0014	0,0015	0,0032	0,0042	0,0413	80 (0.29) 82 (0.71)	
28	C_Fiat_Punto5	84,15%		79,15%	0,0058	0,9942	0,1433	0,5906	0,2661	0,0036	0,0015	0,0015	0,0032	0,0042	0,0416	80 (0.87) 82 (0.13)	
29	C_Fiat_Punto6	95,17%			0,0048	0,9952	0,1204	0,6561	0,2235	0,003	0,0012	0,0013	0,0027	0,0036	0,0349	68 (0.21) 82 (0.79)	
30	C_Fiat_Punto7	80,93%			0,0054	0,9946	0,1455	0,6182	0,2363	0,0037	0,0015	0,0016	0,0032	0,0043	0,0422	80 (0.33) 82 (0.67)	
31	C_Fiat_Punto8	72,93%		82,15%	0,0052	0,9948	0,1601	0,5798	0,2601	0,004	0,0016	0,0017	0,0036	0,0047	0,0464	80 (0.14) 82 (0.86)	
32	C_Ford_Fiesta1	75,00%			0,368	0,632	0,1564	0,5535	0,2902	0,0047	0,0017	0,0022	0,0039	0,01	0,1688	65 (0.99) 68 (0.01)	
33	C_Ford_Fiesta2	84,48%			0,3078	0,6922	0,146	0,6169	0,2371	0,0044	0,0016	0,0021	0,0037	0,0093	0,1577	80 (0.04) 82 (0.73) 99 (0.23)	
34	C_Ford_Fiesta3	60,19%		82,15%	0,336	0,664	0,188	0,5503	0,2617	0,0056	0,0021	0,0027	0,0047	0,012	0,203	65 (0.41) 68 (0.59)	
35	C_Ford_Fiesta4	51,23%			0,102	0,898	0,2594	0,2594	0,4813	0,0078	0,0029	0,0037	0,0065	0,0166	0,2801	16 (0.17) 80 (0.71) 99 (0.12)	
36	C_Ford_Fiesta5	100,00%			0,0063	0,9937	0,197	0,6196	0,1835	0,0437	0,0163	0,0207	0,0365	0,0933	0,3007	2	
37	C_Ford_Fiesta6	80,34%		82,15%	0,3225	0,6775	0,1497	0,6072	0,2431	0,0045	0,0017	0,0021	0,0037	0,0096	0,1616	65 (0.57) 82 (0.31) 99 (0.12)	
38	C_Ford_Fiesta7	96,80%			0,3127	0,6873	0,1396	0,8395	0,2029	0,0057	0,0021	0,0027	0,0048	0,0122	0,0392	68 (1.00)	
39	C_Ford_Fiesta8	81,46%			0,3755	0,6245	0,1505	0,6386	0,2109	0,0166	0,0017	0,0022	0,0038	0,0356	0,1819	65 (0.64) 82 (0.32) 99 (0.05)	
40	C_Ford_Fiesta9	98,29%		82,15%	0,3831	0,6169	0,0798	0,8201	0,1001	0,0272	0,0015	0,0052	0,0228	0,0582	0,1697	19 (0.26) 68 (0.06) 82 (0.63) 99 (0.05)	
41	C_Ford_Fiesta10	96,53%			0,3746	0,6254	0,1181	0,6694	0,2125	0,0034	0,0013	0,0016	0,0029	0,0073	0,1237	68 (1.00)	
42	C_Ford_Fiesta11	76,25%			0,3115	0,6885	0,1523	0,5737	0,274	0,0044	0,0016	0,0021	0,0037	0,0094	0,1594	65 (0.07) 68 (0.71) 82 (0.23)	
43	C_Ford_Fiesta12	81,47%		80,23%	0,3415	0,6585	0,1477	0,5864	0,2659	0,0043	0,0016	0,002	0,0036	0,0092	0,1547	65 (0.02) 68 (0.16) 82 (0.81)	
44	C_Ford_Fiesta13	75,32%			0,3213	0,6787	0,1561	0,5981	0,2458	0,0045	0,0017	0,0021	0,0038	0,0097	0,1635	65 (0.05) 68 (0.52) 82 (0.43)	
45	C_Ford_Fiesta14	93,47%			0,3288	0,6712	0,1269	0,6447	0,2284	0,0037	0,0014	0,0017	0,0031	0,0079	0,1329	65 (0.04) 68 (0.38) 82 (0.58)	
46	C_Ford_Fiesta15	90,11%		79,65%	0,348	0,652	0,1378	0,6142	0,248	0,004	0,0015	0,0019	0,0033	0,0085	0,1443	80 (0.44) 82 (0.56) 99 (0.00)	
47	C_Ford_Fiesta16	80,06%			0,3543	0,6457	0,1565	0,562	0,2816	0,0045	0,0017	0,0021	0,0038	0,0097	0,1638	80 (0.63) 82 (0.37) 99 (0.00)	
48	C_Ford_Fiesta17	81,28%			0,3496	0,6504	0,1531	0,5714	0,2755	0,0044	0,0017	0,0021	0,0037	0,0095	0,1603	80 (0.49) 82 (0.51) 99 (0.00)	
49	C_Ford_Fiesta18	74,73%		76,67%	0,3181	0,6819	0,1488	0,5996	0,2517	0,0046	0,0017	0,0022	0,0039	0,0099	0,1674	65 (0.79) 68 (0.21)	
50	C_Ford_Fiesta19	63,83%			0,3379	0,6621	0,1786	0,5193	0,3021	0,0056	0,0021	0,0026	0,0047	0,0119	0,2009	65 (0.94) 99 (0.06)	
51	C_Ford_Fiesta20	93,34%			0,3144	0,6856	0,1225	0,6726	0,2049	0,014	0,0014	0,0018	0,0032	0,0299	0,1541	65 (0.52) 68 (0.28) 82 (0.19)	
52	C_Ford_Fiesta21	87,59%		79,65%	0,321	0,679	0,1317	0,6755	0,1928	0,015	0,0015	0,002	0,0035	0,0322	0,1657	65 (0.28) 68 (0.14) 82 (0.58)	
53	C_Ford_Fiesta22	85,57%			0,348	0,652	0,1398	0,6561	0,2041	0,0161	0,0016	0,0021	0,0037	0,0344	0,176	65 (0.42) 82 (0.45) 99 (0.13)	
54	C_Nissan_Note1	78,84%			0,0736	0,9264	0,1578	0,5402	0,3021	0,0054	0,0021	0,0025	0,0052	0,0119	0,1824	16 (0.34) 80 (0.23) 99 (0.43)	
55	C_Nissan_Note2	74,50%		79,65%	0,2205	0,7795	0,1324	0,6823	0,1853	0,015	0,0018	0,0021	0,0144	0,033	0,1711	65 (0.27) 68 (0.51) 82 (0.23)	
56	C_Opel_Corsa1	96,30%			0,2738	0,7262	0,0909	0,6942	0,2149	0,0033	0,0012	0,0014	0,003	0,0074	0,0355	19 (0.29) 65 (0.01) 80 (0.59) 99 (0.10)	
57	C_Opel_Corsa2	78,67%			0,3495	0,6505	0,1382	0,5981	0,2636	0,0036	0,0013	0,0015	0,0033	0,0082	0,0389	65 (0.44) 68 (0.56)	
58	C_Opel_Corsa3	69,55%		79,65%	0,3721	0,6279	0,1593	0,5749	0,2658	0,0041	0,0015	0,0018	0,0038	0,0094	0,0448	65 (0.85) 68 (0.15)	
59	C_Opel_Corsa4	62,32%			0,3084	0,6916	0,1711	0,5435	0,2854	0,0044	0,0016	0,0019	0,004	0,0101	0,0481	6	

	DMU	Taxa de Eficiência	Av. Ef. Marca	Av. Ef. Grupo	Valor residual (I)(V)	Custos (I)(V)	Valor de Venda (O)(V)	Proveitos 2018 (O)(V)	Dif para max Pedidos 2018 (O)(V)	Reparação (O)(V)	Consumo km por litro (O)(V)	Aceleração _var transf (O)(V)	Potência (cv) (O)(V)	Capacidade Bagageira (O)(V)	Segurança Euro NCAP (média) (O)(V)	Poluição (O)(V)	Benchmarks
62	C. Opel Corsa7	92,62%	79,65%		0,3773	0,6227	0,1014	0,879	0,0196	0,0056	0,002	0,0024	0,0051	0,0127	0,0341	65 (0.65) 68 (0.06) 82 (0.28)	
63	C. Opel Corsa8	57,85%			0,2084	0,7916	0,1792	0,4981	0,3227	0,005	0,0018	0,0022	0,0046	0,0114	0,0544	65 (0.99) 99 (0.01)	
64	C. Opel Corsa9	83,50%			0,3546	0,6454	0,1308	0,6197	0,2495	0,0034	0,0012	0,0015	0,0031	0,0077	0,0368	65 (0.54) 68 (0.46)	
65	C. Opel Corsa10	100,00%	79,99%		0,3814	0,6186	0,0847	0,7221	0,1932	0,0029	0,001	0,0013	0,0026	0,0066	0,0314	74	
66	C. Peugeot 208_1	77,18%			0,2918	0,7082	0,1456	0,6657	0,1887	0,0044	0,0018	0,0022	0,0039	0,0504	0,1781	65 (0.22) 68 (0.01) 82 (0.77)	
67	C. Peugeot 208_2	65,49%			0,0045	0,9955	0,1732	0,5025	0,3243	0,0049	0,002	0,0024	0,0043	0,0117	0,1796	68 (0.37) 82 (0.63)	
68	C. Peugeot 208_3	100,00%	83,97%		0,0039	0,9961	0,0153	0,8865	0,0982	0,0032	0,0013	0,0015	0,0028	0,0525	0,1029	53	
69	C. Peugeot 208_4	75,82%			0,0042	0,9958	0,1463	0,6141	0,2396	0,0041	0,0017	0,002	0,0036	0,0099	0,1517	68 (0.72) 82 (0.28)	
70	C. Peugeot 208_5	98,76%			0,063	0,937	0,1107	0,7608	0,1284	0,0327	0,0135	0,0159	0,0287	0,0785	0,229	16 (0.42) 36 (0.10) 80 (0.30) 99 (0.18)	
71	C. Peugeot 208_6	62,70%	80,23%		0,3288	0,6712	0,1826	0,4996	0,3178	0,0055	0,0023	0,0027	0,0048	0,0132	0,2012	65 (0.73) 99 (0.27)	
72	C. Renault Clio1	83,97%			0,3985	0,6015	0,1516	0,6145	0,2339	0,0038	0,0017	0,0022	0,0038	0,0502	0,1832	65 (0.57) 68 (0.10) 82 (0.33)	
73	C. Seat Ibiza 1	69,29%			0,3129	0,6871	0,1821	0,5599	0,258	0,0043	0,0021	0,0024	0,0036	0,0099	0,0481	68 (1.00)	
74	C. Seat Ibiza 2	74,28%	79,93%		0,3411	0,6589	0,1729	0,5473	0,2798	0,004	0,002	0,0022	0,0035	0,0094	0,0457	65 (0.38) 68 (0.62)	
75	C. Seat Ibiza 3	87,73%			0,3581	0,6419	0,1535	0,656	0,1905	0,0097	0,0048	0,0054	0,0083	0,0226	0,1399	65 (0.31) 68 (0.29) 82 (0.40)	
76	C. Seat Ibiza 4	93,01%			0,3575	0,6425	0,1447	0,6501	0,2052	0,0091	0,0046	0,005	0,0078	0,0213	0,1318	65 (0.58) 68 (0.31) 82 (0.11)	
77	C. Seat Ibiza 5	67,30%	80,23%		0,2615	0,7385	0,1506	0,5401	0,3092	0,0051	0,0025	0,0028	0,0044	0,0119	0,0577	65 (0.30) 80 (0.26) 99 (0.44)	
78	C. Seat Ibiza 6	50,90%			0,2685	0,7315	0,1763	0,4121	0,4116	0,0064	0,0032	0,0035	0,0054	0,0148	0,2117	65 (0.59) 68 (0.41)	
79	C. Seat Ibiza 7	69,14%			0,2324	0,7676	0,1259	0,5785	0,2955	0,0043	0,0021	0,0024	0,0037	0,0099	0,0482	68 (1.00)	
80	C. Seat Ibiza 8	100,00%	79,93%		0,0057	0,9943	0,1684	0,7039	0,1278	0,0291	0,0145	0,0161	0,0249	0,0678	0,0414	19	
81	C. Seat Ibiza 9	70,63%			0,2065	0,7935	0,2016	0,5689	0,2296	0,0044	0,0022	0,0024	0,0038	0,0103	0,05	65 (0.00) 68 (0.05) 82 (0.95)	
82	C. Seat Ibiza 10	100,00%			0,0341	0,9659	0,1725	0,8064	0,0211	0,0055	0,0027	0,003	0,0047	0,0128	0,0349	47	
83	C. Seat Ibiza 11	75,40%	80,23%		0,2752	0,7248	0,1784	0,5845	0,2371	0,0039	0,002	0,0022	0,0033	0,0091	0,0442	68 (1.00)	
84	C. Seat Ibiza 12	82,05%			0,334	0,666	0,1598	0,5912	0,249	0,0036	0,0018	0,002	0,0031	0,0084	0,0406	68 (1.00)	
85	C. Seat Ibiza 13	78,89%			0,352	0,648	0,1764	0,5501	0,2736	0,0042	0,0021	0,0023	0,0036	0,0098	0,1407	65 (0.31) 82 (0.69) 99 (0.01)	
86	C. Seat Ibiza 14	85,05%	79,93%		0,3781	0,6219	0,1565	0,5996	0,2439	0,0035	0,0018	0,0019	0,003	0,0082	0,0398	65 (0.34) 68 (0.66)	
87	C. Seat Ibiza 15	83,24%			0,3256	0,6744	0,1652	0,5785	0,2563	0,004	0,002	0,0022	0,0034	0,0092	0,1318	65 (0.35) 68 (0.16) 82 (0.49)	
88	C. Seat Ibiza 16	83,56%			0,3341	0,6659	0,1662	0,6083	0,2255	0,004	0,002	0,0022	0,0034	0,0093	0,1326	65 (0.34) 68 (0.01) 82 (0.65)	
89	C. Seat Ibiza 17	75,96%	80,23%		0,3401	0,6599	0,1771	0,5876	0,2353	0,0039	0,0019	0,0021	0,0033	0,0091	0,0439	68 (1.00)	
90	C. Seat Ibiza 18	91,65%			0,3764	0,6236	0,1804	0,8039	0,0157	0,0057	0,0029	0,0032	0,0049	0,0134	0,0365	68 (1.00)	
91	C. Seat Ibiza 19	78,03%			0,2877	0,7123	0,1217	0,6597	0,2185	0,0112	0,0056	0,0062	0,0066	0,0262	0,161	65 (0.89) 82 (0.10) 99 (0.01)	
92	C. Seat Ibiza 20	69,68%	80,23%		0,0912	0,9088	0,1728	0,4237	0,4035	0,0062	0,0031	0,0034	0,0053	0,0145	0,2076	16 (0.57) 80 (0.30) 99 (0.13)	
93	C. Seat Ibiza 21	83,15%			0,3303	0,6697	0,1714	0,5519	0,2767	0,0041	0,0021	0,0023	0,0035	0,0097	0,0958	65 (0.15) 80 (0.66) 82 (0.02) 99 (0.18)	
94	C. Seat Ibiza 22	76,80%			0,1784	0,8216	0,1775	0,5529	0,2696	0,0039	0,0019	0,0022	0,0033	0,0091	0,044	65 (0.06) 68 (0.76) 82 (0.18)	
95	C. Seat Ibiza 23	84,16%	79,93%		0,3641	0,6359	0,1598	0,5974	0,2427	0,0035	0,0018	0,0019	0,003	0,0082	0,0396	68 (1.00)	
96	C. Seat Ibiza 24	88,40%			0,3507	0,6493	0,1522	0,6167	0,2311	0,0033	0,0017	0,0018	0,0029	0,0078	0,0377	68 (1.00)	
97	C. Toyota Yaris_1	68,98%			0,1562	0,8438	0,1667	0,4937	0,3396	0,0054	0,0019	0,0022	0,0045	0,0112	0,1863	65 (0.58) 99 (0.42)	
98	C. Toyota Yaris_2	85,14%	79,66%		0,077	0,923	0,1712	0,4798	0,3489	0,0055	0,0019	0,0023	0,0046	0,0115	0,1914	16 (0.07) 99 (0.54) 100 (0.39)	
99	C. Toyota Yaris_3	100,00%			0,22	0,78	0,0014	0,9705	0,0281	0,0075	0,0026	0,0031	0,0063	0,0157	0,0496	58	
100	C. Toyota Yaris_4	100,00%			0,2246	0,7754	0,189	0,5846	0,2264	0,0527	0,0021	0,0025	0,0044	0,1105	0,072	1	
101	C. Toyota Yaris_5	85,85%	79,66%		0,1495	0,8505	0,1314	0,581	0,2876	0,0045	0,0016	0,0019	0,0038	0,0095	0,1578	65 (0.33) 99 (0.67)	
102	C. Toyota Yaris_6	58,00%			0,1693	0,8307	0,2046	0,4305	0,3649	0,0066	0,0023	0,0027	0,0055	0,0138	0,2288	65 (0.43) 99 (0.57)	
103	C. Toyota Yaris_7	79,00%			0,1954	0,8046	0,1584	0,5187	0,3229	0,0051	0,0018	0,0021	0,0043	0,0107	0,1771	65 (0.18) 99 (0.82)	
104	C. Toyota Yaris_8	78,85%	80,23%		0,3411	0,6589	0,161	0,5567	0,2823	0,0045	0,0016	0,0018	0,0038	0,0093	0,1549	65 (0.84) 99 (0.16)	
105	C. Toyota Yaris_9	62,48%			0,253	0,747	0,1857	0,5279	0,2864	0,0048	0,0017	0,002	0,0041	0,0101	0,057	68 (1.00)	
106	C. Toyota Yaris_10	79,04%			0,348	0,652	0,162	0,5894	0,2486	0,0045	0,0016	0,0018	0,0038	0,0094	0,1559	65 (0.80) 99 (0.20)	
107	C. Toyota Yaris_11	79,23%	79,66%		0,2133	0,7867	0,1628	0,5469	0,2903	0,0052	0,0018	0,0021	0,0044	0,011	0,182	65 (0.04) 99 (0.96)	
108	C. Toyota Yaris_12	63,48%			0,172	0,828	0,1881	0,4764	0,3354	0,006	0,0021	0,0025	0,0051	0,0127	0,2103	65 (0.40) 99 (0.60)	
109	C. Toyota Yaris_13	80,94%			0,1704	0,8296	0,147	0,5909	0,2621	0,0047	0,0016	0,0019	0,004	0,0099	0,1644	65 (0.41) 99 (0.59)	
110	C. Toyota Yaris_14	88,41%	79,66%		0,1698	0,8302	0,1344	0,5917	0,2739	0,0043	0,0015	0,0018	0,0036	0,0091	0,1503	65 (0.42) 99 (0.58)	
111	C. Toyota Yaris_15	89,65%			0,1484	0,8516	0,0848	0,817	0,0983	0,0305	0,0016	0,0018	0,0257	0,0639	0,1799	19 (0.31) 68 (0.09) 82 (0.34) 99 (0.27)	
112	C. Toyota Yaris_16	69,29%			0,1637	0,8363	0,1691	0,4864	0,3445	0,0054	0,0019	0,0022	0,0046	0,0114	0,189	65 (0.49) 99 (0.51)	
113	C. Toyota Yaris_17	89,31%	80,23%		0,3033	0,6967	0,1469	0,5956	0,2576	0,0041	0,0014	0,0017	0,0034	0,0085	0,1413	65 (0.38) 82 (0.31) 99 (0.32)	
114	C. Toyota Yaris_18	82,30%			0,3437	0,6563	0,1547	0,5739	0,2714	0,0043	0,0015	0,0018	0,0036	0,009	0,1489	65 (0.82) 99 (0.18)	
115	C. Toyota Yaris_19	96,57%			0,2992	0,7008	0,135	0,6283	0,2367	0,0037	0,0013	0,0015	0,0031	0,0078	0,1299	65 (0.52) 82 (0.19) 99 (0.29)	
116	C. Toyota Yaris_20	64,36%	79,66%		0,2559	0,7441	0,1803	0,502	0,3177	0,0047	0,0016	0,0019	0,004	0,0098	0,0553	68 (1.00)	
117	C. Toyota Yaris_21	81,73%			0,3201	0,6799	0,151	0,5842	0,2648	0,0042	0,0015	0,0017	0,0035	0,0088	0,1453	65 (0.99) 99 (0.01)	
118	C. Toyota Yaris_22	71,70%			0,3068	0,6932	0,1693	0,5709	0,2598	0,0047	0,0016	0,0019	0,0039	0,0098	0,1629	65 (0.76) 68 (0.24)	
119	C. Toyota Yaris_23	69,60%	80,23%		0,2964	0,7036	0,1865	0,5273	0,2862	0,0052	0,0018	0,0021	0,0044	0,0108	0,1795	65 (0.62) 82 (0.10) 99 (0.27)	
120	C. Toyota Yaris_24	76,34%			0,3031	0,6969	0,1583	0,5642	0,2776	0,0044	0,0015	0,0018	0,0037	0,0092	0,1523	65 (0.68) 68 (0.32)	
121	C. Toyota Yaris_25	89,29%			0,3156	0,6844	0,1374	0,6216	0,241	0,0038	0,0013	0,0016	0,0032	0,008	0,1322	65 (0.94) 68 (0.06)	
122	C. Toyota Yaris_26	95,47%	79,66%		0,2866	0,7134	0,1403	0,6443	0,2154	0,0039	0,0014	0,0016	0,0033	0,0081	0,1351	80 (0.12) 82 (0.50) 99 (0.39)	
123	C. Toyota Yaris_27	65,72%			0,1496	0,8504	0,1718	0,5464	0,2819	0,0059	0,0021	0,0024	0,005	0,0124	0,2062	65 (0.33) 99 (0.67)	

Tabela A3 – *Ranking* de eficiência por marca dentro da cada grupo

DMU	Ef. Marca
A_Toyota_Aygo_1	81,46%
A_Fiat_Panda_1	80,69%
A_citroen_C1_1	44,24%
B_Nissan_Micra_1	79,52%
B_Mitsubishi_Spacestar_1	68,18%
C_Renault_Clio1	83,97%
C_Ford_Fiesta1	82,15%
C_Peugeot_208_1	79,99%
C_Seat_Ibiza_1	79,93%
C_Toyota_Yaris_1	79,66%
C_Opel_Corsa1	79,65%
C_Fiat_Punto1	79,15%
C_Nissan_Note1	76,67%
D_Ford_Fiesta_1	88,40%
D_Volkswagen_Polo_1	87,38%
D_Opel_Corsa1	80,70%
D_Peugeot_208_1	71,10%
D_Toyota_Versos1	42,03%
D_Citroen_C3	33,20%
E1_Citroen_C4_1	100%
E1_Peugeot_308_1	100%
E2_Audi_A3	100%
E2_Mercedes_ClasseA_1	100%
E1_Seat_Leon_1	87,64%
E1_Toyota_Auris_1	75,07%
E1_Nissan_Juke_1	67,42%
E1_Ford_Focus_1	65,99%
E2_Alfa_Romeo_Giuletta_1	62,21%
F_Renault_Kangoo_1	100%
F_Volvo_V60_1	78,06%
F_Ford_Focus_SW_1	76,17%
F_Opel_Astra_1	75,29%
F_Volkswagen_Passat_1	66,89%
F_Peugeot_308_SW_1	44,71%

DMU	Ef. Marca
G_Ford_Transit_1	72,57%
G_Fiat_Scudo_1	66,04%
G_Toyota_Hiace_1	50,88%
G_Opel_Vivaro_1	45,27%
H1_BMW_118_1	100%
H2_Seat_Leon_station_1	99,09%
H_Opel_Corsa1	95,13%
H2_Citroen_C5_1	87,21%
I_BMW_216_1	100%
I_Opel_Zafira_1	100%
I_Seat_Alhambra_1	100%
I1_Ford_galaxy_1	100%
I_Volkswagen_Touran_1	99,72%
I1_Volkswagen_Sharan_1	92,74%
J_Citroen_Nemo_1	100%
J2_Ford_Transit_1	97,05%
J1_Opel_Vivaro_1	87,60%
J2_Volkswagen_Crafter_1	82,78%
J1_Mercedes_Vito1	81,07%
J_Peugeot_Partner_1	80,57%
J2_Renault_Master_1	76,91%
J_Citroen_Berlingo_1	62,45%
J_Peugeot_Bipper_1	62,25%
K_Volkswagen_Crafter_1	100,0%
K_Ford_transit_1	87,63%
M1_Audi_A4_1	100%
M1_Audi_A4Avant_1	100%
M1_BMW_Serie2_1	100%
M_BMW_X1_1	58,31%