

UM MODELO PARA ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DAS MONTADORAS ATUANTES NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE AUTOMÓVEIS, VIA TEORIA DOS JOGOS

Marco Aurélio Horta Martins (Depto. Engenharia de)
marco.martins@aluno.ufop.edu.br

Matheus Correia Teixeira (Depto. Engenharia de)
matheus.ct@aluno.ufop.edu.br

Thiago Augusto de Oliveira Silva (Depto. Engenharia de)
thiagoep@gmail.com

Sergio Evangelista Silva (Depto. Engenharia de)
sergio.silva@ufop.edu.br



O setor automotivo tem relevante participação na estrutura industrial nacional e dado aos seus encadeamentos pode influenciar na produção de vários outros setores. Diante disso e da competitividade acirrada entre os concorrentes, há de extrema necessidade que este setor busque por táticas para garantir sua presença no mercado e sobrevivência financeira. Assim sendo, o trabalho identificou o perfil estratégico de cada montadora por meio de inferência estatística, tendo por objetivo construir cenários de competição estratégica via Teoria dos Jogos para um mercado constituído de seis montadoras, que representam 85% do mercado de automóveis. O jogo foi modelado na categoria sedan segmentando modelos a uma faixa de preço de 75 a 100 mil reais com motores de 1.5 a 2.4, a fim de trabalhar com modelos que compitam de forma mais direta entre si.

Palavras-chave: Estratégia Competitiva, Teoria dos Jogos, Perfis Estratégicos, Setor Automotivo.

1. Introdução

O desempenho do setor automotivo nacional tem oscilado juntamente com as transformações da economia brasileira ao longo das últimas décadas. Com isso, vemos que, devido ao cenário de incertezas, com histórico de variações de vendas ligado, principalmente, à momentos de crise no país, reduções na demanda por carros nacionais tem refletido de forma direta no desempenho da economia como um todo.

Resultante dessa instabilidade e do agravamento das consequências por ela geradas, é necessário que as instituições deste setor busquem por táticas para garantir sua presença no mercado.

Considerando que a capacidade de entender o comportamento do mercado em que se está inserido é um fator determinante para auxiliar nas tomadas de decisão a nível estratégico, uma análise formalizada do mercado automobilístico pode contribuir para um melhor desempenho individual das empresas e também do setor como um todo.

O presente estudo foi elaborado com o objetivo de discutir o comportamento de empresas atuantes em um segmento do setor automobilístico, via Teoria dos Jogos, com a inserção ou retirada de modelos de carro no mercado. Notadamente, o presente trabalho verificará o modelo matemático proposto por Mazza (2017) ao mercado de veículos sedãs médios. A partir deste, serão analisadas as estratégias das montadoras no segmento em questão. Com isso, será discutido as prerrogativas e as limitações do jogo proposto e da metodologia empregada.

No decorrer do desenvolvimento, foi possível identificar as estratégias das montadoras avaliadas neste mercado e utilizar o jogo proposto para confrontar o comportamento estratégico das montadoras ao longo do tempo, com os resultados gerados a partir do modelo desenvolvido.

A seguir, na seção 2, será apresentada uma breve revisão teórica sobre os conceitos estudados, na seção 3, as características do mercado automobilístico são analisadas por meio de métodos estatísticos e o modelo do jogo é descrito e analisado para a situação em questão e, por fim, na seção 4, apresentamos as considerações finais e conclusões do trabalho.

2. Referencial teórico

2.1. Indústria de automóveis

O mercado automotivo brasileiro, composto por aproximadamente 3.300 concessionárias de 25 montadoras, é caracterizado por um ambiente competitivo, com uma frota de mais de 29 milhões de veículos (ANAFAVEA, 2010). De acordo com o FENABRAVE, o mercado automotivo é responsável por gerar uma receita de mais de US\$ 80 bilhões anualmente, representando em torno de 20% do Produto Interno Bruto (PIB) industrial brasileiro, com um total de vendas anuais de 2.474.764 unidades de veículos novos em 2009 conforme representado na Figura 1. As perspectivas indicam que o Brasil, em médio e longo prazos, tem potencial de consumir 6 milhões de veículos por ano. Numa estimativa populacional, o Brasil possui 6,1 habitantes por veículo (ANAFAVEA, 2012).

Figura 1 - Faturamento Líquido e Participação no PIB industrial - 1966/2011



Fonte: FENABRAVE (2010)

O Anuário ANFAVEA descreve o histórico crescente de vendas do mercado automotivo brasileiro, que apresenta o crescimento do consumo média anual superior a 10%, alcançando um avanço de 145% entre 2002 e 2011. A produção, mesmo que em ritmo menor que o de vendas, expandiu-se em 109% no mesmo período, uma média de 8,6% ao ano. Em 2016 o Brasil importou 203.521 unidades de carros, sendo a Argentina e a Alemanha os maiores fabricantes com 91.982 e 20.061 dos carros importados pelo Brasil, respectivamente (ANFAVEA, 2018).

Ainda segundo a FENABRAVE o emplacamento referente ao período de 2005 a 2010 apresenta um crescimento constante, com 1,2 milhão de unidades emplacadas somente no primeiro semestre de 2010, 3,32% acima do ano de 2009. As causas apontadas pela FENABRAVE desta variação relativamente pequena são a acomodação do mercado, o corte

aos incentivos fiscais, bem como o fato que em 2009, a indústria automobilística foi o setor da economia que mais se recuperou. O Brasil vem, desde o ano de 2005, subindo gradativamente no ranking de emplacamento, saindo da 10^a posição em 2005 para a 5^a posição em 2010 (FENABRAVE, 2010).

2.2 Teoria dos jogos

A Teoria dos Jogos surgiu como uma ferramenta para compreender o comportamento econômico, e hoje é aplicada nos mais diversos campos acadêmicos, se tornando uma importante área de pesquisa da atualidade.

Iniciada com os trabalhos de Zermelo em 1913, Borel em 1921 e Newmann em 1928, a Teoria dos Jogos foi oficialmente apresentada para o mundo em 1944 quando o matemático John Von Neumann e o economista Oskar Morgenstern lançaram o livro *Theory of Games and Economic Behavior* publicado pela Universidade de Princeton (MYERSON, 2013).

Para Osborne e Rubinstein (1994) a Teoria dos Jogos é um conjunto de ferramentas analíticas desenvolvidas para nos ajudar a entender o fenômeno que observamos quando tomadores de decisão interagem. Os pressupostos básicos subjacentes à teoria são que os tomadores de decisão buscam objetivos exógenos bem definidos (eles são racionais) e levam em consideração seus conhecimentos, ou expectativas do comportamento de outros tomadores de decisão (eles raciocinam estrategicamente) (OSBORNE; RUBINSTEIN, 1994).

De acordo com Myerson (2013), a Teoria dos Jogos pode ser definida como o estudo de modelos matemáticos de conflitos e cooperação entre tomadores de decisão racionais, que fornece técnicas matemáticas para analisar situações em que dois ou mais indivíduos tomam decisões que influenciarão no contentamento mútuo.

Portanto, os conceitos da Teoria dos Jogos, que romperam os paradigmas existentes sobre o processo de tomada de decisão, buscam por meio da compreensão dos cenários estratégicos, encontrar o resultado ótimo para todos os jogadores considerando as decisões que cada um possui.

2.2.1 Conceitos de jogos, jogadores, ações e *payoffs*

Nesta seção serão ilustrados os conceitos básicos que cercam a Teoria dos Jogos necessárias para a compreensão de sua estrutura analítica.

Osborne e Rubinstein (1994) definem um jogador como um indivíduo ou um grupo de indivíduos que tomam uma decisão, e são caracterizados como a entidade básica do jogo.

Podem-se descrever as ações como conjuntos de decisões possíveis que os jogadores podem optar conforme o tipo de jogo proposto (OSBORNE; RUBINSTEIN, 1994).

O termo *payoff*, ou utilidade, refere-se aos ganhos que cada jogador pode obter por meio da combinação de decisões existente no jogo. É válido destacar que o valor da utilidade pode ser mensurado com base em parâmetros que vão além dos parâmetros com valor financeiro (MYERSON, 2013).

Já o jogo, é descrito por Osborne e Rubinstein (1994) como a interação estratégica que inclui as restrições sobre as ações que os jogadores podem tomar e seus respectivos interesses, mas não especifica as ações que os jogadores realizam.

Conforme Osborne e Rubinstein (1994) os jogos podem ser classificados mediante aspectos como o número de rodadas, o tempo da tomada de decisão e as informações disponíveis aos jogadores. Frente aos parâmetros destacados, podemos estratificar os jogos das seguintes formas: Jogos estratégicos e extensivos; Jogos simultâneos e sequenciais; e Jogos com informação perfeita e imperfeita.

O jogo estratégico, ou seja, na sua forma normal, é o jogo no qual a tomada de decisão se baseia em uma rodada única, diferentemente da forma extensiva, que por sua vez, oferece uma estrutura mais dinâmica na qual as decisões podem ser tomadas em várias rodadas e os jogadores têm alguma informação acerca das escolhas dos outros jogadores (AUMANN, 1989).

Quanto à dinamicidade dos jogos, Nisan et al. (2007) define como jogo simultâneo ou estático o jogo no qual todos os jogadores tomam sua decisão ao mesmo tempo. Ao passo que, nos jogos sequenciais ou dinâmicos as decisões são apresentadas através de uma sucessão, em que a ordem pode variar de jogo para jogo.

Considerando o quesito das informações, um jogo com informação perfeita implica que cada jogador no momento de sua decisão está perfeitamente informado de todos os eventos que antecederam o momento atual. Por outro lado, um jogo com informação imperfeita decorre na falta de informações sobre as ações tomadas anteriormente, desta forma, os jogadores detém conhecimento parcial dos dados relevantes para a sua tomada de decisão (OSBORNE; RUBINSTEIN, 1994).

Os aspectos abordados que moldam a tipologia dos jogos implicam na complexidade de um jogo. Assim, podemos assumir os jogos na forma extensiva com informação imperfeita como sendo altamente complexos e de difícil resolução. Outros fatores não abordados, mas que

impactam significativamente no aumento da complexidade dos jogos são o número de jogadores, o número de possíveis ações e considerar o fator aleatoriedade das decisões.

2.2.2 Equilíbrio de Nash

Na Teoria dos Jogos, o Equilíbrio de Nash, tem por definição, ser uma solução proposta para um jogo não cooperativo envolvendo dois ou mais jogadores, no qual se presume que cada jogador conheça as estratégias de equilíbrio dos outros jogadores, e nenhum jogador tem a ganhar mudando apenas sua própria estratégia (OSBORNE; RUBINSTEIN, 1994).

O conceito do equilíbrio foi introduzido pelo matemático John Forbes Nash, em 1951, através da publicação de seu artigo [Non-Cooperative Games](#) (NASH, 1951), e representa um grande avanço da Teoria dos Jogos pelo impacto gerado na economia e nas ciências sociais (MYERSON, 1999).

Eatwell, Milgate e Newman (1989) definem o Equilíbrio de Nash como um perfil estratégico em que todos os jogadores tomam suas decisões buscando maximizar seus ganhos considerando as decisões estratégicas dos outros jogadores e nenhum jogador consegue melhorar seus resultados mudando sua estratégia unilateralmente. Osborne e Rubinstein (1994) aponta o Equilíbrio de Nash como o conceito de solução mais comumente utilizado na Teoria dos Jogos e também ressalta que, este conceito captura um estado estável do jogo em que cada jogador mantém a expectativa correta sobre comportamento dos outros jogadores e age racionalmente. Com efeito, um jogo atinge um Equilíbrio de Nash quando os jogadores atingem um determinado estado, em que nenhum deles possui incentivo para alterar sua decisão corrente, frente às decisões tomadas pelos outros jogadores.

3. Desenvolvimento

O trabalho busca desenvolver um procedimento para avaliar o perfil estratégico das montadoras, assim como utilizar um modelo que busca representar os desdobramentos inerentes de uma disputa competitiva. Destarte, fez-se necessário a coleta de dados acerca do mercado de automóveis com as entidades envolvidas, de forma a permitir a caracterização da indústria estudada.

Os números de automóveis fabricados por cada montadora foram obtidos a partir do Relatório Anual da ANFAVEA, disponibilizado no seu site. Por outro lado, a quantidade de automóveis emplacados nos anos analisados para o trabalho (2012 a 2016) foram obtidos através do

relatório disponibilizado pelo Ministério das Cidades por meio do Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC), mediante solicitação.

O presente estudo tem foco no segmento de sedãs de médio porte que se caracterizam por possuir preço de venda entre X e Y e potência do motor variando Z e W. Após agrupamento adequado, analisamos as ações das montadoras Ford, GM - Chevrolet, Honda, Nissan, Renault e Volkswagen referente à 14 modelos durante os anos de 2012 à 2016.

Metodologicamente, a análise foi conduzida em dois momentos. No primeiro momento, preocupamos com o agrupamento e classificação das estratégias das montadoras para cada veículo a partir da relação entre os atributos de valor do produto, utilizando como resposta o preço médio dos veículos e como predecessoras a (i) distância entre os eixos e (ii) a potência do motor. Por fim, tomando como referência o modelo definido por Mazza (2017), buscamos verificar a condição de equilíbrio e, assumindo adequação, comparar reação ótima esperada com a ação efetivamente empregada durante o período analisado.

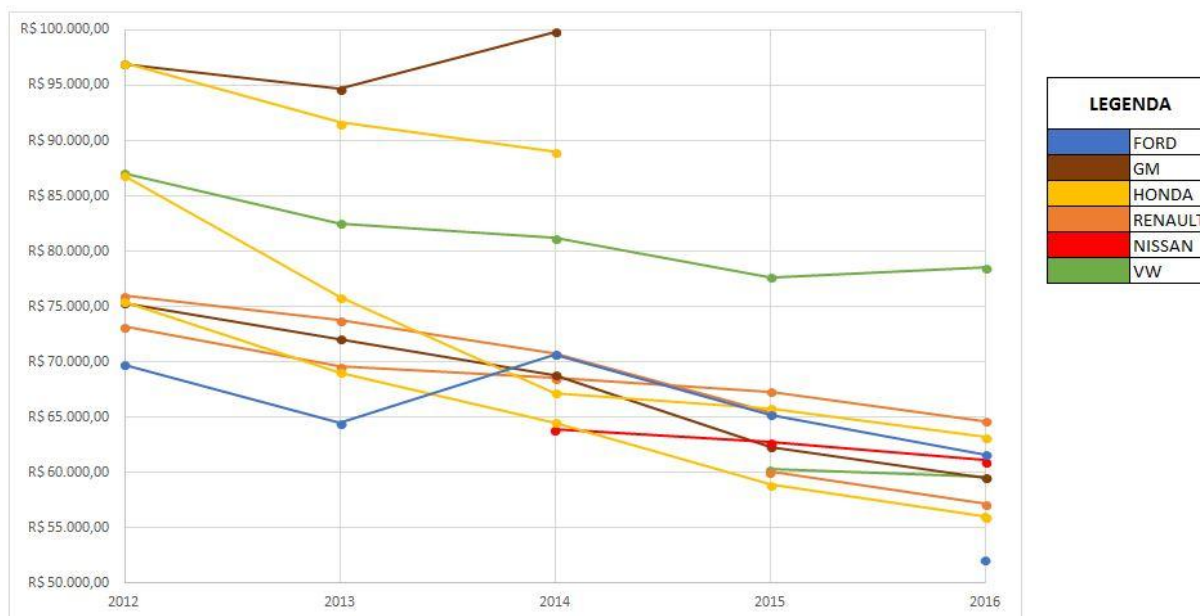
3.1 Classificação das estratégias a partir da análise estatística dos modelos

Esta seção objetiva classificar cada uma das montadoras quanto ao perfil estratégico, por meio de uma análise estatística de seu portfólio de produtos. Afim de melhor representar o comportamento do mercado, alguns tratamentos foram feitos com os dados levantados antes da utilização dos procedimentos estatísticos. Inicialmente, os preços foram deflacionados com base na variação mensal do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) no decorrer de janeiro de 2012 à dezembro de 2016. Em seguida, os preços foram padronizados para eliminar a redundância e aumentar a integridade dos dados. A Equação 1 foi utilizada para esta etapa, também de forma mensal.

$$\square = \frac{\square - \square}{\square} \quad (1)$$

A Equação 1 define o preço padrão Z para cada modelo, sendo X o valor do modelo a ser normalizado, μ a média dos preços de todos os modelos disponíveis no mercado naquele mês e σ o desvio padrão da mesma distribuição. Foi realizado então um mapeamento longitudinal acerca da quantidade de modelos que cada montadora disponibiliza no mercado ao longo dos anos e qual o preço praticava para cada um deles, que pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 - Mapeamento Longitudinal dos Modelos



Fonte: Os Autores

3.1.1 Modelo Linear para representação do preço dos veículos

A partir disso, foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (LGM) para descrever a relação estatística entre um ou mais preditores e o preço médio de cada modelo conforme a Equação 2.

$$\text{Preço Médio} = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \epsilon \quad (2)$$

A Equação 2 tem por finalidade explicar a influência das variáveis utilizadas no modelo para prever a variável resposta Preço Médio do modelo. Além disso, busca determinar os coeficientes (β_i) que multiplicam as variáveis preditoras (X_1) e (X_2), respectivamente, Potência e Distância entre Eixos, que por sua vez são somados a uma constante (U) (que pode ser interpretada como o preço base dos modelos neste segmento), além de adicionar o erro associado ao modelo (ϵ).

Uma vez realizada a análise, é possível definir a estratégia adotada por cada montadora com base no coeficiente gerado para cada uma delas, que representa se os valores atribuídos por ela a seus veículos estão acima ou abaixo da média dado seus atributos técnicos. Os resultados encontrados podem ser observados na Figura 3.

Figura 3 - Resultados do modelo linear geral

General Linear Model: Preço Padrão versus Potência (cv); Distância entre Eixos (mm); Marca

```

Method

Factor coding  (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor Type Levels Values
Marca Fixed 6 Ford; GM - Chevrolet; Honda; Nissan; Renault; VW -
Volkswagen

Analysis of Variance

Source DF Adj SS Adj MS F-Value P-Value
Potência (cv) 1 233,424 233,424 389,81 0,000
Distância entre Eixos (mm) 1 1,531 1,531 2,56 0,110
Marca 5 153,780 30,756 51,36 0,000
Error 893 534,742 0,599
Lack-of-Fit 10 197,149 19,715 51,57 0,000
Pure Error 883 337,593 0,382
Total 900 911,344

Model Summary

S R-sq R-sq(adj) R-sq(pred)
0,773831 41,32% 40,86% 40,23%

Coefficients

Term Coef SE Coef T-Value P-Value VIF
Constant -4,137 0,255 -16,22 0,000
Potência (cv) 0,02836 0,00144 19,74 0,000 1,55
Distância entre Eixos (mm) -0,000073 0,000045 -1,60 0,110 1,12
Marca
Ford -0,7742 0,0542 -14,28 0,000 1,47
GM - Chevrolet 0,5040 0,0651 7,74 0,000 1,43
Honda 0,1002 0,0533 1,88 0,061 1,39
Nissan 0,1002 0,0814 1,23 0,218 1,78
Renault -0,1537 0,0613 -2,50 0,012 1,39
  
```

Fonte: MiniTab®

Para rodar o modelo, foram utilizadas além das variáveis Potência (cv) e Distância entre Eixos (mm), as montadoras Ford, GM - Chevrolet, Honda, Nissan, Renault e Volkswagen como fatores fixos. Com base nos resultados obtidos, identificamos um R- quadrado de 41,32% e um R-quadrado ajustado de 40,86%, valores que representam que as variáveis têm um considerável poder de explicação para o modelo, uma vez levado em conta a complexidade dos dados e do modelo avaliado.

É válido discorrer sobre o dimensionamento das estratégias de diferenciação e de custo que serão utilizadas para classificar o perfil das montadoras nesta etapa do trabalho. Classificaremos então, a estratégia da montadora como: a) por custo, quando esta praticar preços inferiores ao preço estipulado pelo mercado, levando em conta os atributos de seus modelos; b) por diferenciação, quando esta definir um preço superior àquele que deveria praticar pelos atributos que seus modelos possuem e c) neutra, situação em que a montadora atinge o equilíbrio entre as estratégias de custo e de diferenciação. O primeiro caso pode ser justificado pela motivação de uma montadora em aumentar seu *market share*, atingir a concorrência por meio de uma guerra de preços, entre outros fatores. Por outro lado, a estratégia de diferenciação indica que a montadora atingiu um elevado status promovendo a imagem da marca, ou apresenta outros aspectos intangíveis mas inerentes ao produto como o suporte técnico. No último caso, as montadoras podem apresentar uma estratégia mista buscando a ampliação do alcance de mercado.

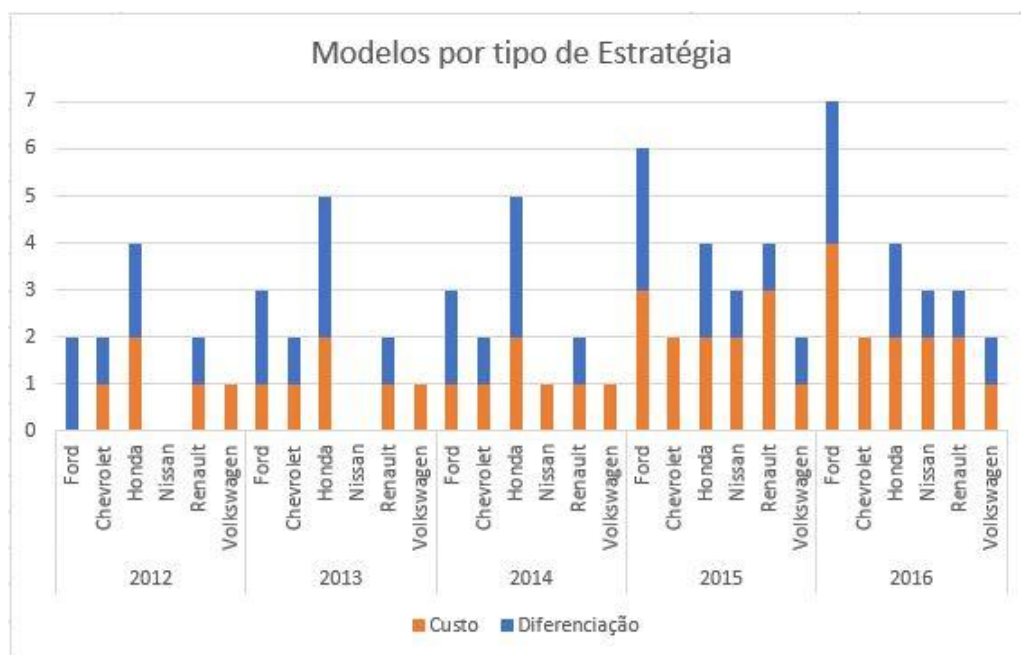
Uma vez definidos os conceitos da classificação estratégica que serão utilizados no presente trabalho, podemos analisar, ainda conforme Figura 3, os coeficientes obtidos para cada uma das montadoras que, para os efeitos principais representam a diferença entre cada média de nível e a média geral. Desta forma, a partir dos resultados foi possível determinar a estratégia das montadoras Ford e Renault como competição por custo e das montadoras GM, Honda e Nissan como estratégia de diferenciação. A montadora Volkswagen apresenta o coeficiente 0 pois, foi utilizada como ponto de referência para o preço praticado pelas demais montadoras, portanto, tem sua estratégia classificada como neutra (entende-se que esta atua com as duas estratégias na mesma intensidade).

3.1.2. Classificação dos Modelos de Automóveis

Ainda com base na saída do MLG, foi possível extrair o resíduo associado a cada um dos modelos por mês, de forma a possibilitar a classificação estratégica individual de cada modelo quanto ao seu preço praticado e os atributos que possuem. Considerando no primeiro momento os 27 modelos presentes no mercado no período entre 2012 e 2016, podemos observar 11 modelos tidos como estratégia de diferenciação e 16 modelos atuando com a estratégia por custo.

Analisando as informações extraídas, podemos descrever o comportamento das montadoras no decorrer do período avaliado, segmentado por tipo de estratégia e a quantidade de modelos em cada uma delas, conforme Figura 4.

Figura 4 - Modelos por tipo de Estratégia



Fonte: Elaborada pelos autores

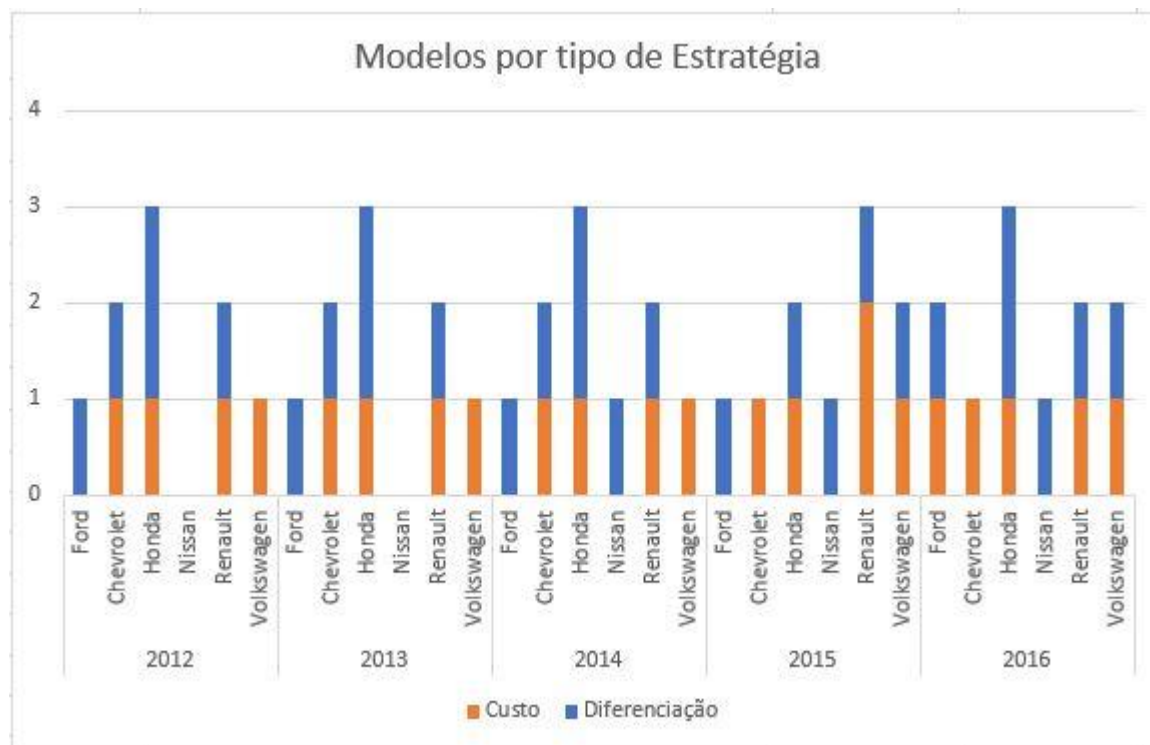
Em sequência, foram utilizados os atributos inerentes aos veículos como motor, potência e distância entre eixos para agrupar as diversas variações dos modelos, facilitando a futura estruturação do jogo e base dos cálculos utilizados sem ferir a dinâmica do jogo. Dessa forma, a quantidade de modelos foi reduzida a um total de 14, sendo 6 modelos classificados como estratégia por custo e 8 modelos atuando na estratégia de diferenciação. A Tabela 1 apresenta o agrupamento dos modelos, enquanto a Figura 5 traz o comportamento das montadoras no decorrer dos anos com a relação da quantidade de modelos por tipo de estratégia. Nota-se uma repetição da estratégia de todas as montadoras do primeiro para o segundo ano, e no ano de 2014, a inserção de um modelo por diferenciação da Nissan. A partir do ano seguinte, cada uma das montadoras adota uma estratégia diferente alternando entre inserir e retirar um modelo, seja de custo ou de diferenciação.

Tabela 1- Classificação Estratégica por Modelos Agrupados

Montadora	Modelo	Versão	Estratégia	Resíduo
Ford	Focus	Focus 1.6	Custo	-0,1668301
		Focus 2.0	Diferenciação	0,00859211
Chevrolet	Cruze	Cruze	Custo	-0,4741313
	Malibu	Malibu	Diferenciação	1,10630645
Honda	Civic	Civic 1.8	Custo	-0,0227304
		Civic 2.0	Diferenciação	0,24094105
	Accord	Accord	Diferenciação	1,47940321
	City	City	Diferenciação	0,10685268
Nissan	Sentra	Sentra	Diferenciação	1,7331E-15
Renault	Fluence	Fluence Privilege	Diferenciação	0,46612325
		Fluence Sport	Custo	-0,5692909
		Fluence Dynamique	Custo	-0,1912666
Volkswagen	Jetta	JETTA Highline	Custo	-0,1293884
		JETTA Comfortline	Diferenciação	0,32347094

Fonte: Elaborada pelos Autores

Figura 5 - Modelos por tipo de Estratégia - Agrupados



Fonte: Elaborada pelos autores

3.2. Análise do mercado via Teoria dos Jogos

3.2.1 Caracterização do jogo

A modelagem deste mercado através dos componentes que caracterizam um jogo sob a perspectiva da Teoria dos Jogos pode ser expresso da seguinte forma:

Tipo de Jogo: Este mercado pode ser descrito como um jogo sequencial na sua forma extensa, pois as montadoras podem tomar a decisão de adicionar ou retirar modelos na sua carteira de produtos a cada ano. O jogo pode ainda ser desenhado na sua forma normal, onde o jogo possuiria uma única rodada.

Jogadores: São consideradas as seis principais montadoras (Ford, GM - Chevrolet, Honda, Nissan, Renault e Volkswagen) do mercado automobilístico, no qual representam cerca de 85% do *market share*. Dessa forma, torna-se possível construir jogos com 2 até 6 jogadores.

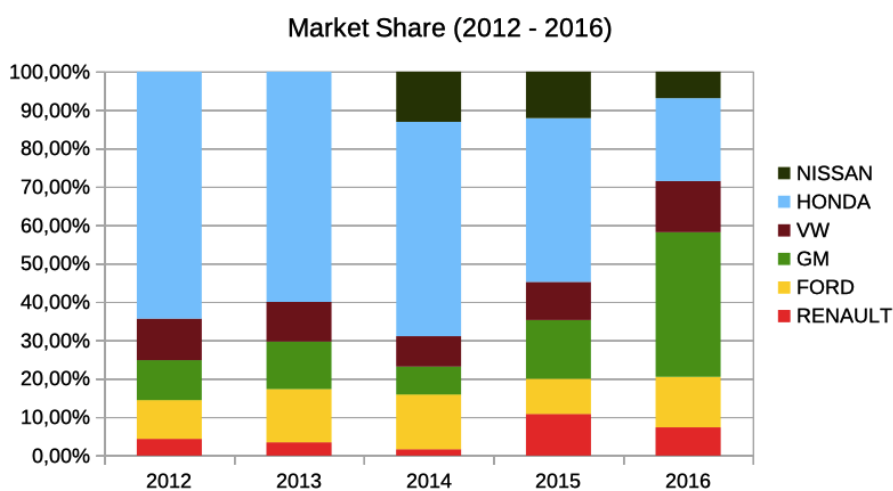
Ações: As ações estratégicas consideradas para este jogo estão condicionadas às opções de adicionar ou retirar modelos por tipo de estratégia. Desta forma, as ações tomadas por cada jogador influenciam na dinâmica do mercado por meio da disputa de uma maior fatia.

Payoffs: Os retornos de *payoff* são obtidos levando em conta o estudo de preços dos automóveis no tempo, os atributos técnicos presentes em cada modelo, o volume de vendas desagregado por modelo para os cinco anos e a quantidade de modelos que compõem o mercado.

3.2.2 Market Share

Como próxima etapa faz-se necessária a caracterização do mercado quanto ao posicionamento de cada montadora e suas respectivas parcelas em percentual de vendas. Para tal, foi analisado o volume de vendas desagregado por automóvel para cada um dos anos e cruzados com o mapeamento longitudinal de veículos que possibilitou representar graficamente a fatia do mercado ocupada por cada montadora e encontrar a fatia de mercado ocupada por cada tipo de estratégia, que servirá de parâmetro para o modelo utilizado na próxima seção.

Figura 6 - Market Share (2012 - 2016)



Fonte: Elaborada pelos autores

A Figura 6 indica um posicionamento de destaque para a Honda (64,3%) no primeiro ano analisado, considerando o volume de vendas de automóveis da categoria sedan, seguida pela Volkswagen (10,8%), GM (10,4%), Ford (10,1%) e Renault (4,3%). Esse posicionamento pode ser justificado no primeiro momento pela diversidade de modelos disponibilizados para o mercado da Honda, com dois modelos por diferenciação e um modelo por custo.

Com base na Figura 6, vemos novamente a Honda liderando em número de vendas, ocupando 60% do mercado consumidor, dessa vez seguida pela Ford e GM, com 13,9% e 12,4%,

respectivamente, a Volkswagen que caiu de segunda para quarta posição, mas ainda mantendo a mesma faixa, na casa dos 10% e a ainda última colocada Renault, com 3,4%.

No ano de 2014 temos, com exceção da Ford, uma redistribuição do mercado conquistado por cada montadora, com a chegada da Nissan a este nicho de mercado. Essa situação é representada pela Figura 6, que ainda apresenta a Honda e a Ford como maiores detentoras da fatia do mercado.

A partir do ano de 2015, nota-se uma mudança no panorama encontrado até então. A Figura 6 mostra um grande crescimento da GM, saltando para a segunda posição e ocupando 15,3% do mercado, a Nissan e a Renault ambas acima dos 10%, e a Volkswagen e Ford representando na casa dos 9%. Neste ponto, não é mais possível observar um poder de explicação da quantidade de modelos inseridos por cada montadora em suas respectivas fatias de mercado.

Já na Figura 6, percebemos no último ano a Honda pela primeira vez saindo da primeira posição com 21,6%, seguidas da Volkswagen, Ford, Renault e Nissan, 13,3% 13,2%, 7,3% e 6,9%, respectivamente. A GM, que agora conta com 37,7% do mercado assumiu a posição de destaque neste segmento.

3.2.3 Verificação do equilíbrio de Nash

A Equação 3 proposta por Mazza (2017) para modelar o mercado de caminhões, utiliza de parâmetros como a relação entre a variação de preços dos automóveis no tempo e os atributos inerentes a cada modelo, o volume de vendas e a quantidade de modelos que compõem o mercado em cada tipo de estratégia, e pela semelhança dos mercados, tem também a capacidade de representar a dinâmica do mercado automobilístico retornando o *payoff* associado a cada ação dos jogadores.

$$\underbrace{\alpha^D \cdot \frac{q_j^D \cdot p_j^D}{\sum_{i=1} q_i^D \cdot p_i^D}}_{\text{Ganhos por Diferenciação}} + \overbrace{\left(1 - \alpha^D\right) \cdot \frac{q_j^C \cdot p_j^C}{\sum_{i=1} q_i^C \cdot p_i^C}}^{\text{Ganhos por Custo}} - \underbrace{\left[\left(C_j^D \cdot q_j^D\right) + \left(C_j^C \cdot q_j^C\right)\right]}_{\text{Penalização 2}}, P / \forall j(3)$$

A equação 3 é dividida em três partes: os ganhos associados aos modelos baseados em diferenciação, sendo composto pelo α^D que representa a fatia de mercado desse tipo de perfil estratégico que multiplica a fração entre a multiplicação da quantidade de modelos de diferenciação q_j^D da montadora j com o peso α^D que esse tipo de estratégia possui para a

montadora, que é dividido pelo somatório da quantidade de modelos de diferenciação de cada montadora vezes o peso correspondente. A segunda parte representa os ganhos por custo, seguindo a mesma lógica da primeira parte da equação. Por fim, a terceira parte representa os custos inerentes a cada um dos tipos de modelos que serão inseridos ou por diferenciação, ou por custo para determinada montadora, $\frac{C}{Q}$ e $\frac{C}{Q}$, multiplicados pelas respectivas quantidades de modelos. Todos os valores que foram utilizados para realizar o cálculo dos *payoffs* e os *payoffs* já calculados podem ser encontrados no trabalho do Martinsopo (2018).

Com base na formulação descrita, foram calculados os *payoffs* de todas as montadoras, considerando para cada ano, diferentes cenários:

- Cenário 1: quantidade inicial de modelos de cada montadora, chamado de Situação Atual.
- Cenário 2: situação atual acrescido de um modelo do tipo custo para a montadora \square e as demais são mantidas constantes, chamado de +1C.
- Cenário 3: situação atual decrescido de um modelo do tipo custo para a montadora \square e as demais são mantidas constantes, chamado de -1C.
- Cenário 4: situação atual acrescido de um modelo do tipo diferenciação para a montadora \square e as demais são mantidas constantes, chamado de +1D.
- Cenário 5: situação atual decrescido de um modelo do tipo diferenciação para a montadora \square e as demais são mantidas constantes, chamado de -1D.

Para cada cenário é calculado o *payoff* de todas as montadoras. Este processo se repete para cada um das seis montadoras em cada ano. Vale ressaltar que todos os *payoffs* encontrados para todos os diferentes cenários se encontram no Anexo B.

Haja vista os resultados obtidos, buscou-se analisar se a ação tomada pelas montadoras para o ano seguinte foi no sentido de melhorar sua situação dado o maior *payoff* obtido dos cinco diferentes cenários. Para tal análise foram elaboradas as Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6, que apresentam um comparativo do retorno esperado de cada montadora na situação atual e o melhor retorno esperado dentre as ações de inserir ou retirar um modelo por custo ou diferenciação.

Para o ano de 2012, podemos perceber na Tabela 2 que todas as montadoras tiveram como maior *payoff* encontrado a estratégia de inserir um modelo por custo. Por outro lado, tem-se

que este comportamento não se fez verdade para o ano de 2013, em que não houve alteração na quantidade de modelos para nenhuma das montadoras, conforme Figura 5.

Tabela 2 - Comparativo Situação Atual x Ideal - 2012

Montadora	Situação Atual	Situação Ideal	
	Payoff	Estratégia	Payoff
Ford	-0,068	+1C	0,143
GM	0,094	+1C	0,123
Honda	0,228	+1C	0,406
Nissan	0,000	+1C	0,186
Renault	0,227	+1C	0,353
VW	0,206	+1C	0,310

Fonte: Elaborada pelos autores

De acordo com a Tabela 3, novamente em confronto com a Figura 5 vemos que mais uma vez as decisões para o ano seguinte não são tomadas de acordo com o esperado. Ressalta-se que a única montadora que alterou a quantidade de modelos em sua carteira de produtos do ano de 2013 para 2014 foi a Nissan, no entanto, o modelo inserido não foi representado pela ação de melhor *payoff* encontrado.

Tabela 3 - Comparativo Situação Atual x Ideal - 2013

Montadora	Situação Atual	Situação Ideal	
	Payoff	Estratégia	Payoff
Ford	-0,046	+1C	0,101
GM	0,116	+1D	0,153
Honda	0,311	+1C	0,389
Nissan	0,000	+1C	0,113
Renault	0,162	+1C	0,249
VW	0,141	+1C	0,209

Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme apontado na Tabela 4, as ações de maior retorno obtidas para o ano de 2014 variam entre inserir e retirar um modelo de diferenciação e inserir um modelo de custo. A Ford, assim como a Nissan mantiveram inalteradas as quantidades de modelos no mercado. Por outro lado, a GM e Honda agiram no sentido oposto à ação de maior retorno encontrado, a Volkswagen inseriu um modelo de perfil diferente ao que se esperava e a Renault tirou um modelo de custo, enquanto o maior retorno apontava para retirar um modelo por diferenciação.

Tabela 4 - Comparativo Situação Atual x Ideal - 2014

Montadora	Situação Atual	Situação Ideal	
	Payoff	Estratégia	Payoff
Ford	-0,020	+1C	0,030
GM	0,109	+1D	0,206
Honda	0,298	+1D	0,363
Nissan	0,160	+1D	0,256
Renault	0,018	-1D	0,038
VW	0,014	+1C	0,310

Fonte: Elaborada pelos autores

Para o ano de 2015, vemos através da Tabela 5 que as ações tidas como ideias para a Ford e a Honda foram validadas no ano seguinte, ao passo que a GM e a Volkswagen mantiveram na situação estacionária, indo em desconcontro com as ações esperadas para ambas empresas. Quanto à Renault, podemos destacar uma situação não usual em que foram encontradas duas ações estratégicas como ideais e assim mesmo, a estratégia adotada não convergiu com nenhuma das encontradas.

Tabela 5 - Comparativo Situação Atual x Ideal - 2015

Montadora	Situação Atual	Situação Ideal	
	Payoff	Estratégia	Payoff
Ford	-0,009	+1C	0,032
GM	-0,041	+1D	0,103
Honda	0,190	+1D	0,285
Nissan	0,193	+1D	0,288
Renault	0,105	+1C -1D	0,114
VW	0,100	-1D	0,243

Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme representado na Tabela 6, as ações estratégicas de maior *payoff* para cada uma das montadoras para o ano seguinte estão entre inserir um modelo de diferenciação e inserir um modelo de custo. No entanto, as ações esperadas não podem ser confrontadas com a situação real uma vez que os dados coletados da indústria se limitam até o ano de 2016.

Tabela 6 - Comparativo Situação Atual x Ideal - 2016

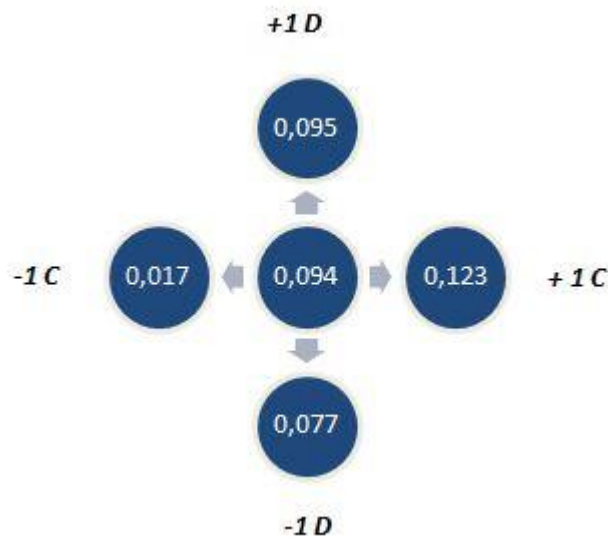
Montadora	Situação Atual	Situação Ideal	
	Payoff	Estratégia	Payoff
Ford	0,072	+1C	0,129
GM	-0,013	+1D	0,060
Honda	0,244	+1D	0,275
Nissan	0,095	+1D	0,148
Renault	0,072	+1C	0,129
VW	0,077	+1C	0,114

Fonte: Elaborada pelos autores

No aspecto geral dos resultados obtidos para os cenários testados, é possível determinar um padrão quanto ao incentivo encontrado para todas as montadoras. Em nenhuma das situações analisadas pôde-se identificar um equilíbrio de Nash, ou seja, para todas as situações há pelo menos uma ação estratégica em que a montadora em questão consegue melhorar seus resultados mudando sua estratégia unilateralmente.

Para exemplificar a situação descrita, foi criado o esquema representado pela Figura 6 com base nos *payoffs* encontrados para a GM no ano de 2012, considerando todos os cenários estabelecidos anteriormente. Pode-se perceber que, o *payoff* encontrado para a Situação Atual da montadora é inferior aos *payoffs* associados às ações de inserir um modelo por custo e inserir um modelo por diferenciação. Isso implica que, para a GM, há pelo menos uma estratégia que domina a estratégia de permanecer estável para o ano seguinte. De forma equivalente, temos o mesmo padrão se repetindo para todas os jogadores (montadoras), em todas as rodadas (anos) do jogo.

Figura 7 - Ações e *Payoffs* da GM em 2012



Fonte: Elaborada pelos autores

4. Conclusão e trabalhos futuros

A contribuição deste trabalho vem da importância em levantar e estabelecer, por meio dos conceitos estudados, uma metodologia capaz de definir o perfil estratégico das montadoras de automóveis do cenário nacional e avaliar o comportamento real da indústria com viés da Teoria dos Jogos.

Apesar da dificuldade em estruturar um modelo capaz de representar fielmente as interações e a dinâmica entre os competidores, é notável a importância da aplicação da Teoria dos Jogos para explicar o comportamento de um mercado e auxiliar nas tomadas de decisões de forma a definir suas estratégias e maximizar os ganhos, dado a complexidade do mercado estudado.

Através deste trabalho pôde-se avaliar a capacidade do modelo utilizado em prever as ações futuras de cada uma das montadoras avaliadas mediante o levantamento de dados, a análise estatística do perfil estratégico e a construção de diferentes cenários estratégicos. Considerando o princípio da racionalidade, vimos que para grande parte das rodadas, as ações das montadoras não convergiram para a mesma situação identificada como ideal, comprovando uma limitação no modelo em explicar bem o mercado, que pode ser justificada pela dificuldade em montar um estrutura ideal para um mercado de tamanha dimensão e complexidade, e a necessidade de informações detalhadas e precisas para melhor aproximação da realidade.

Apesar disto, esta limitação pode advir, inclusive, da suposição de racionalidade dos agentes. Isto é, uma vez que a informação e a tecnologia da tomada de decisão, não necessariamente, é

perfeita para as empresas, a realidade o mercado está definido sob racionalidade limitada. Considerando este fato, o mesmo que o modelo não seja capaz de assumir o papel de ferramenta explicativa para o mercado, o mesmo pode ser utilizado como ferramenta de apoio à tomada de decisão, isto é, assumindo um papel normativo para os agentes atuantes. Posto desta forma, o presente estudo tem como contribuição a proposta uma proposta metodológica normativa para o apoio à decisão neste contexto.

Diante do exposto, tem-se que o desenvolvimento de políticas estratégicas da organização passa pela análise do desdobramento estratégico do mercado. Tal análise, por meio da Teoria dos Jogos, torna-se fundamental na busca de se sobressair em um mercado conceitualmente difícil de prever devido a subjetividade nos critérios de avaliação do produto carro pelo perfil do consumidor. Aliado a isto, destaca-se que os objetivos do trabalho foram alcançados com êxito.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se realizar uma melhoria no próprio modelo utilizado, testar o cálculo do Epsilon-Equilíbrio, Equilíbrio Correlato e o Equilíbrio Evolucionário Estável com n jogadores para maior sustentamento do modelo, além da ampliação dos cenários propostos para o jogo. Ademais, vale destacar que as metodologias utilizadas no desenvolvimento do trabalho têm aplicação para outros mercados igualmente competitivos, uma vez adaptados à nova realidade.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. [S.l.], 2010. 3

ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira** . [S.l.], 2012. 3

ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira** . [S.l.], 2018. 3

AUMANN, R. J. **Game theory**. In: **Game Theory** . [S.l.]: Springer, 1989. p. 1–53. 10

BETHLEM, A. **Estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas , 2002. 6

CONTADOR, J. et al. **Modelo de campos e armas da competição**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção , v. 24, 2004. 4, 7

CONTADOR, J. C. **Campos e armas da competição**. São Paulo: Saint Paul , 2008. 7

CONTADOR, J. C.; MEIRELES, M. **Análise da competitividade por campos e armas da competição**. XXV EnANPAD , v. 25, 2001. 7, 8

EATWELL, J.; MILGATE, M.; NEWMAN, P. **Game theory** . [S.l.]: Springer, 1989. 10

FENABRAVE. **Anuário de 2010** . [S.l.], 2010. 3, 4

MARTINS, M.A.H. **Um modelo para análise de estratégias das montadoras atuantes na indústria brasileira de automóveis, via Teoria dos Jogos**.. Trabalho de Conclusão de Curso, 2017.

MAZZA, R. A. **Proposta de modelagem para análises das estratégias de custo-benefício da indústria brasileira de caminhões, via teoria dos jogos**. Trabalho de Conclusão de Curso , 2017. 1, 13, 24

MORABITO, R.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Campus , 2010. 12

MYERSON, R. B. **Refinements of the nash equilibrium concept**. International journal of game theory , Springer, v. 7, n. 2, p. 73–80, 1978. 10

MYERSON, R. B. **Nash equilibrium and the history of economic theory**. Journal of Economic Literature , JSTOR, v. 37, n. 3, p. 1067–1082, 1999. 10

MYERSON, R. B. **Game theory** . [S.l.]: Harvard university press, 2013. 9

NASH, J. Non-cooperative games. **Annals of mathematics**, p. 286-295, 1951.

NISAN, N. et al. **Algorithmic game theory** . [S.l.]: Cambridge University Press Cambridge, 2007. v. 1. 10

OSBORNE, M. J.; RUBINSTEIN, A. **A course in game theory** . [S.l.]: MIT press, 1994. 9, 10, 11

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência** . [S.l.]: Campus, 1986. 4, 6

PORTER, M. E. **Estratégias competitivas genéricas**. En Porter, Michael E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 8a ed. Rio de Janeiro: Campus , p. 49–58, 1991. 5, 6, 8

PORTER, M. E. **O que é estratégia**. Harvard Business Review , v. 74, n. 6, p. 61–78, 1996.

PORTER, M. E. **The five competitive forces that shape strategy**. Harvard Business School Publishing, 2008. 4, 5

SHETH, J.; NEWMAN, B.; GROSS, B. **Consumption values and market choices**. Cincinnati, Southwestern Publishing Co , 1991. 8

SILVA, S. E. et al. **Proposta de um modelo das áreas de decisão da estratégia competitiva: aplicação em uma grande usina siderúrgica**. Revista Eletrônica Produção em Foco , v. 6, n. 1, 2016. 8

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Universidade Federal de Itajubá-UNIFEI , p. 191, 2012. 12