

Trabalho de Conclusão de Curso

**Análise de estratégias empresariais usando
modelos computacionais baseados em agentes**

Camila Scheffer Leuck

18 de maio de 2022

Camila Scheffer Leuck

**Análise de estratégias empresariais usando modelos
computacionais baseados em agentes**

Trabalho de Conclusão apresentado à comissão de Graduação do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Cleiton Guollo
Taufemback

Porto Alegre
18 de maio de 2022

Camila Scheffer Leuck

**Análise de estratégias empresariais usando modelos
computacionais baseados em agentes**

Este Trabalho foi julgado adequado para obtenção dos créditos da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Estatística e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: _____
Prof. Dr. Cleiton Guollo Taufemback
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
Porto Alegre, RS

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Lisiane Priscila Roldão Selau
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, RS

Prof. Dra. Márcia Elisa Soares Echeveste
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, RS

Porto Alegre
18 de maio de 2022

Agradecimentos

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho e da minha graduação. Em especial a minha família. A minha mãe, Jane, por todo amor, cuidado, incentivo a conquistar a minha independência e a nunca desistir dos meus sonhos. Ao meu pai, Angelo, por todo amor, por todas as nossas longas conversas e pelo encorajamento de não ter medo de enfrentar nada. A minha irmã, Maria Luisa, que é a melhor amiga que eu poderia ter e o anjo da minha vida. E ao Luis, por ser meu segundo pai e por todo o incentivo a realizar as minhas conquistas.

Aos professores do curso de Estatística da UFRGS, por todos os ensinamentos, em especial ao professor Cleiton Taufemback, por ter aceitado me orientar neste trabalho e mais que isso, ter tornado essa experiência muito agradável, além de todo o conhecimento transmitido.

Agradeço a Lisi e a Márcia, por terem aceitado avaliar este trabalho e pelas contribuições e recomendações positivas.

A minha grande amiga e comadre, Rosana, por todo companheirismo, conselhos e convivência nesses anos de graduação, e por ter me incentivado a entrar em uma segunda graduação concomitantemente com a Estatística. A Sayonara, por ser uma mãezona que ganhei na Metrovias. Ao Gustavo, por todo apoio de sempre, que foi essencial. Aos amigos que a administração me deu, Fernanda, que é uma amiga maravilhosa, ao Alisson, por toda a ajuda disponibilizada, sem isso, não teria dado conta de começar o TCC. Ao Giuliano, por fazer me apaixonar cada dia mais pelo mundo dos negócios em todas as nossas conversas e pela parceria de todos esses anos.

Aos demais amigos e familiares, pelo carinho e por sempre me incentivarem durante esta trajetória.

Resumo

O preço do serviço de transporte de mudança é influenciado por diversos fatores, inclusive pela preferência do cliente e avaliação da empresa. Caso os preços não superem os custos e gerem lucros, a organização não alcançará os seus objetivos, logo, é importante que suas decisões sejam realizadas a partir de um planejamento estratégico adequado. Visando entender como as interações microeconômicas afetam o futuro das empresas de mudanças de pequeno porte, o presente trabalho propõe a realização de simulações de negociações de serviços desse setor, a partir da escolha da empresa pelo cliente, baseada em preço e qualidade, durante um intervalo de um ano, via modelagem computacional usando modelos baseados em agentes. Serão analisadas 4 estratégias, com o intuito de definir qual a mais adequada para cada tipo de segmento de mercado. Pois as empresas são bem-sucedidas quando entram em mercados atraentes e têm as forças necessárias para vencer. Se faltar um desses fatores, o negócio não produzirá resultados excepcionais. Uma empresa forte atuando em um mercado não atraente, ou uma empresa fraca atuando em um mercado atraente, não apresentarão um desempenho adequado. Dito isso, tem-se que, neste trabalho, ele é segmentado por λ , que são valores que indicam o nível de concorrência do mercado. Ademais, o estudo se propõe a servir como modelo para futuras pesquisas com interesse em análise empresarial, bem como para aplicações empresariais.

Palavras-Chave: Estratégia de preços, Simulações, Modelo baseado em agentes.

Abstract

Several factors influence the cost of moving transport service, including customer preference and company evaluation. If profits do not exceed costs and generate profits, the organization will not achieve its goals, so decisions must be based on adequate strategic planning. Aiming to understand how microeconomic interactions affect the future of small moving companies, the current work proposes the implementation of simulations of service negotiations in this sector, beginning with the customer's selection of the company based on price and quality, over a year, using computational modeling using agent-based models. Four strategies will be examined in order to determine which is best suited to each market segment. Because companies are successful when they enter appealing markets with the ability to win. The business will not produce exceptional results if one of these factors is missing. A strong company operating in an unappealing market, or a weak company operating in an appealing market, will underperform. That being said, it is segmented in this work by *lambda*, which are values that indicate the level of competition in the market. Furthermore, the study intends to serve as a model for future research on business analysis as well as business applications.

Keywords: Pricing strategy, Simulations, Agent-based model.

Sumário

1	Introdução	10
2	Referencial Teórico	12
2.1	Serviço de transporte de mudança	12
2.2	Planejamento estratégico	12
2.3	Modelos baseados em agentes	13
3	Metodologia de Pesquisa	16
3.1	Banco de dados e análises	16
3.2	Mercado	18
3.3	Agente Empresa	18
3.3.1	Preço	19
3.3.2	Qualidade	20
3.3.3	Estratégias	21
3.4	Agente Cliente	21
3.4.1	Volume e distância	22
3.4.2	Função utilidade do cliente	22
4	Implementação das simulações	23
4.1	Simulações	23
4.2	Rodadas	24
5	Resultados	26
5.1	Análise das características	26
5.2	Aplicação das estratégias	30
5.2.1	Análises dos desempenhos das empresas	30
5.2.2	Análises das estratégias	33
5.3	Discussão dos resultados	34
6	Considerações finais	35
	Referências Bibliográficas	36
	APÊNDICES	40

Lista de Figuras

Figura 3.1: Mercado simulado.	19
Figura 4.1: Demonstração das simulações.	24
Figura 4.2: Rodada do Agente Cliente.	25
Figura 4.3: Rodada do Agente Empresa.	25
Figura 5.1: Boxplot - Características Q1, Q2, P1 e P2.	27
Figura 5.2: Histogramas de μ_q relativo a cada λ	28
Figura 5.3: Histogramas de μ_p relativo a cada λ	29
Figura 5.4: Comparação do desempenho financeiro das empresas.	31
Figura 5.5: Comparação do desempenho da avaliação das empresas.	32
Figura A1: Histograma das características com $\lambda = 0$	40
Figura A2: Histograma das características $\lambda = 0.5$	41
Figura A3: Histograma das características $\lambda = 1$	41
Figura A4: Histograma das características $\lambda = 1.5$	42
Figura A5: Histograma das características $\lambda = 2$	42
Figura A6: Histograma das características $\lambda = 10$	43

Lista de Tabelas

Tabela 3.1: Amostra do banco de dados.	17
Tabela 5.1: Mediana das características dado λ	27
Tabela 5.2: Análise descritiva das notas e dos preços dado λ	29
Tabela 5.3: Análise descritiva do desempenho financeiro das empresas.	31

1 Introdução

O preço do serviço de transporte de mudança é influenciado por diversos fatores, sendo dois deles a preferência do cliente e avaliação da empresa. Segundo **Kotler e Keller (2006)**, a proposta de valor é uma declaração sobre a experiência resultante que os clientes obterão com a oferta e seu relacionamento com o fornecedor. A marca, deverá apresentar uma promessa relativa à experiência total resultante que os clientes podem esperar. O sistema de entrega de valor inclui todas as experiências que o cliente terá ao longo do processo de obter e usar a oferta. Então, caso esse preço não cubra os custos e gere lucros, a organização não alcançará os seus objetivos prévios, logo, é necessário que ela tome decisões baseadas em fatores sólidos. De acordo com **Chiavenato (2010)**, as organizações são sistemas extremamente complexos que passam por mudanças e transformações, na medida em que crescem ganham mais espaço no mercado em que atuam, tornando-se bem sucedidas e, com o seu crescimento, aumentam ainda mais, a complexidade dos recursos necessários. A preferência do cliente é um fator que deve ser analisado repetidamente pela empresa, devido o aumento da exigência e por ser um determinante perante a escolha final do prestador do serviço. Sendo assim, é de suma importância que sejam elaboradas estratégias que atraiam clientes e visem maiores lucros para a empresa.

A cada dia é mais compreensível o quanto a utilização da análise de estratégias empresariais é imprescindível para o setor de transporte de mudanças. De acordo com **Porter (1986)**, para expandir um negócio é necessário coragem e conhecimentos sobre a empresa. Além disso, é preciso ter clareza para avaliar se o período é adequado para a tomada de decisão, ter planos claros e objetivos do que se almeja. Uma série de indicadores devem nortear a escolha certa do momento, que pode ser desde a pesquisa da satisfação do cliente até a verificação das condições financeiras para tal expansão.

Os métodos estatísticos comuns não são indicados para analisar modelos complexos, sendo mais adequado escolher métodos e ferramentas que consideram não somente as características dos agentes, mas também a estrutura de suas interações (**Colander et al., 2008**). Um método adequado para realizar simulações de estratégias é a modelagem baseada em agentes, *agent-based modelling* (ABM). Por incorporar naturalmente aspectos como heterogeneidade, autonomia, interações locais e racionalidade limitada, a modelagem baseada em agentes é regularmente citada como sendo a ferramenta ideal para o estudo de sistemas complexos, (**Epstein, 2006**).

Para construir um modelo computacional baseado em agentes, deve-se basear em algum tipo de estrutura de forma a identificar, modelar e programar o modelo,

(Avancini, 2013). Para Macal e North (2010), um modelo baseado em agentes típico possui três estruturas fundamentais:

- (i) *Um conjunto de agentes, seus atributos e comportamentos;*
- (ii) *Um conjunto de relacionamentos entre agentes e métodos de interação;*
- (iii) *O ambiente do modelo, onde os agentes interagem com o ambiente assim como com os demais agentes.*

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo a utilização de métodos computacionais baseados em agentes para a realização de simulações a partir da escolha da empresa pelo cliente, baseada em preço e avaliação, onde será analisada a evolução das empresas de mudanças de pequeno porte durante um intervalo de 1 ano. A partir disso, será verificada qual a estratégia mais adequada para cada tipo de mercado, a partir da comparação dos seus desempenhos financeiros com as possíveis estratégias escolhidas, definidas na seção 3.3.3. Além disso, este trabalho servirá para mitigar a lacuna existente na literatura. E assim, servir de modelo para futuras pesquisas com interesse em análise empresarial, bem como para aplicações empresariais, oferecendo uma ferramenta para tomada de decisão baseada em modelos computacionais. Todas as análises foram realizadas no software **R** versão 4.0.5.

Além desta Introdução, o trabalho está dividido em mais 5 capítulos. O Capítulo **2** apresenta uma revisão teórica, com seções que abordam os conceitos de serviços de transportes, planejamento estratégico e modelos baseados em agentes. O Capítulo **3** é composto pela metodologia utilizada para a obtenção dos resultados que foram apresentados no Capítulo **5**. O Capítulo **4** explica como as simulações são realizadas. E por fim, o Capítulo **6**, traz as considerações finais do estudo realizado.

2 Referencial Teórico

2.1 Serviço de transporte de mudança

De acordo com **Vargas (2008)**, estudos recentes comprovam a importância da logística para a eficiência das empresas e, aliada às diversas funções logísticas, destaca-se a função de transporte. Além disso, a gestão do transporte visa, entre outros objetivos, a satisfação do cliente e a diminuição dos custos para a empresa. Para **Melo (2009)**, o modal rodoviário é o principal meio utilizado para o transporte de cargas no Brasil. Apresenta como vantagens maior agilidade e flexibilidade, comparadas com o ferroviário e hidroviário, sendo mais eficiente em transportes de curta distância. Um dos ramos desse setor é o de serviço de mudança, que segundo **Rosa (2017)**, é um setor bem requisitado e pouco explorado, dominado por empresas de pequeno porte que atendem localmente em cada cidade brasileira. Porém, algumas empresas expandiram seus negócios, atuando em diversos estados do país, buscando inserir-se em novos nichos de mercados, além de aumentar os lucros. Conforme **Maximiano (2011)**, o sucesso de uma empresa é medido por meio de indicadores que se organizam em uma cadeia de causas e efeitos. O indicador mais importante de sucesso é o desempenho financeiro, que depende da satisfação do cliente e da eficiência dos processos. A satisfação do cliente depende da qualidade dos produtos e serviços, que depende, entre outros fatores, do desempenho das pessoas. Para **Kotler (2000)**, fica claro que a satisfação é função de desempenho e expectativas percebidas. Se o desempenho não alcançar as expectativas, o cliente ficará insatisfeito. Se o desempenho alcançar as expectativas, o cliente ficará satisfeito, se o desempenho for além das expectativas, o cliente ficará altamente satisfeito ou encantado, sendo assim, o serviço alcançará êxito se proporcionar valor e satisfação ao comprador-alvo. Como um dos objetivos da empresa é o retorno do cliente, é necessário que no primeiro serviço prestado, a empresa lhe proporcione valor e satisfação, como dito anteriormente, pois, segundo **Kotler (2000)**, o comprador escolhe entre diferentes ofertas com base naquilo que parece proporcionar o maior valor.

2.2 Planejamento estratégico

Visando o crescimento no mercado, a entrega de valor ao cliente e a obtenção de maiores lucros, **Fischmann e Almeida (2013)**, afirmam que os empresários devem ter conhecimento de que um bom planejamento de suas estratégias pode ajudar na gestão de seus empreendimentos. **Ferreira (1986)** define estratégia como a arte

de aplicar os meios disponíveis com vistas à consecução de objetivos específicos e a arte de explorar condições favoráveis com o fim de alcançar objetivos determinados. **Kotler (2000)** assegura que a escolha da estratégia dependerá de a empresa ser líder de mercado, desafiadora, seguidora ou ocupante de nicho de mercado. Por fim, a estratégia terá de levar em conta as mudanças nas oportunidades e desafios globais.

Para **Kotler (2000)**, há diversas escolhas de estratégias a serem escolhidas, como a tentativa de atrair uma porcentagem maior de compradores de seu mercado-alvo, redução das qualificações de compradores potenciais, a expansão do seu mercado disponível, passando a operar com canais de distribuição em algum outro lugar ou reduzindo seus preços. Além do mais, a empresa pode tentar ampliar seu mercado potencial anunciando o serviço a consumidores menos interessados ou a outros que até então não eram tidos como público-alvo. Ademais, afirma que alguns ambientes permanecem razoavelmente estáveis de ano para ano. Outros evoluem lentamente, de maneira bastante previsível. Outros, ainda, mudam rapidamente, de maneira imprevisível e por vezes violenta, então a empresa tem que estar preparada para periodicamente analisar e revisar a implementação, os programas, as estratégias ou até mesmo os objetivos da organização. Assim, nesse estudo serão analisadas estratégias descritas no Capítulo 3.

As empresas deste estudo serão comparadas entre si com o objetivo de avaliar qual foi a melhor estratégia, entretanto é importante que todas sejam do mesmo porte, pois **Porter (1986)** lembra que a essência da formulação da estratégia está em relacionar uma organização ao meio ambiente relativo à estrutura empresarial na qual compete.

No Brasil, as classificações quanto ao porte da empresa, seja micro, pequena ou média, apresentam índices ou indicadores não padronizados, uma vez que o governo federal, empresas, órgãos, institutos, faculdades, universidades, pesquisadores, estudiosos e agências de fomento usam de modelos classificatórios distintos para atenderem aos seus objetivos de investigação (**Wloch, 2006**). O **Sebrae (2020)**, define o porte da empresa de acordo com a quantidade de funcionários, sendo que as empresas de pequeno porte, são as que possuem em torno de 10 a 49 pessoas ocupadas. Já a Receita Federal, classifica como empresa de porte pequeno aquela que atinge o faturamento bruto anual que consta no intervalo de R\$ 240.000,00 a R\$ 2.400.000,00 (**Farias Martins et al., 2017**).

A literatura sobre o serviço de mudanças é escassa, apesar da sua importância. Concomitantemente a esse problema, de acordo com **Guaresi et al. (2019)**, existe uma dificuldade de encontrar cases de sucesso dentro do ramo citado, tanto para *benchmarking*, quanto para estudos específicos sobre o segmento.

2.3 Modelos baseados em agentes

Kimura e Suen (2003) afirmam que considerando a multiplicidade de fatores relevantes para o desempenho de uma empresa, técnicas modernas têm sido desenvolvidas visando à estruturação e padronização de procedimentos de gestão empresarial. E que a complexidade das interações entre as variáveis que influenciam o desempenho de uma empresa torna necessária a elaboração de ferramentas para viabilizar o processo de tomada de decisão. Portanto, nesse estudo as estratégias serão comparadas através de simulações, usando modelos baseados em agentes.

De acordo com **Brown (2006)**, modelos baseados em agentes são algoritmos, representações computacionais, que descrevem economias artificiais, consistindo em uma coleção de entidades discretas autônomas (“agentes”) que interagem entre si dentro de um mundo computacional, em que uma população de objetos é definida com um conjunto de características, regras de comportamento, comunicação e aprendizado próprios juntamente com um ambiente onde as interações se realizam. Esses objetos são programados para comportarem-se de acordo com o interesse próprio. Para **Brown (2006)**, ABMs pertencem a uma categoria de modelos conhecida como simulações de eventos discretos, que são executados a partir de um conjunto de condições iniciais durante um período de tempo, permitindo que os agentes ajam até que um critério de parada seja satisfeito, normalmente indicado por um tempo máximo de simulação ou algum estado de sistema específico.

Conforme cita **Lima (2014)**, os objetivos visados por pesquisadores de ABM tomam, basicamente, quatro formas:

- (i) Entendimento empírico, buscando entender, por exemplo, como regularidades em larga escala evoluem e persistem mesmo na ausência de controle de cima para baixo (top-down).
- (ii) Avanço metodológico, em que o objetivo é prover pesquisadores com métodos e ferramentas necessários para o estudo rigoroso de sistemas sociais através de experimentos computacionais controlados.
- (iii) Heurística, quando o objetivo é a busca por conhecimentos mais profundos dos mecanismos causais fundamentais em sistemas sociais.
- (iv) Entendimento normativo, visando explorar como o uso de ABM pode ser aproveitado em laboratórios para a descoberta de arranjos satisfatórios, envolvendo extrapolação de tendências e avaliação de cenários.

Além dos objetivos, **Lima (2014)** separa o uso de ABM em três categorias, sendo elas:

- (i) Quando os modelos podem ser formulados e completamente resolvidos, simbólica ou numericamente.
- (ii) Modelos parcialmente resolvíveis
- (iii) Modelos aparentemente intratáveis ou comprovadamente sem solução.

Onde na primeira, o uso de ABM pode ser usado para a validação de uma solução numérica, assim como para avaliar a robustez das teorias convencionais. No geral, é observado com maior atenção o comportamento individual no nível macro que pode reagir de maneira esperada ou não, e atenuar as premissas sobre comportamento no micro. Na segunda, não é possível resolver completamente um modelo matemático analiticamente. Neste caso, o ABM é usado como complementar a análise matemática. E na terceira, o modelo de um processo é completamente intratável (aparente ou comprovadamente), há pouca esperança de progresso apenas com manipulações simbólicas. Neste caso, o ABM é substituto para a análise.

De acordo com **Macal e North (2006)**, o processo de se construir modelos baseados em agentes possui alguns aspectos únicos devido ao fato de se tomar por

base a perspectiva de agentes ao invés da perspectiva baseada em processos da modelagem e simulação tradicional. Os autores enumeram os seguintes passos gerais para a construção de modelos de agentes:

1. Agentes – definir os tipos de agentes e seus atributos;
2. Ambiente – definir o ambiente no qual os agentes irão habitar e interagir;
3. Métodos de agentes – especificar os métodos pelos quais os atributos dos agentes serão atualizados em resposta às interações entre agentes e entre agentes e ambiente;
4. Interações de agentes – adicionar os métodos que controlam que agentes interagem, quando interagem, e como interagem durante a simulação;
5. Implementação – implementar o modelo de agentes em um sistema computacional.

Segundo **Bonabeau (2002)**, a modelagem baseada em agentes apresenta alguns benefícios em relação a outras técnicas de modelagem, pois permite capturar fenômenos emergentes; fornece uma descrição natural de certos tipos de sistemas; além de ser flexível. O autor identifica ainda algumas situações potenciais para utilização da ABM, tais como: quando os agentes possuem um comportamento complexo, incluindo aprendizagem e adaptação; quando as interações entre os agentes são complexas, não-lineares, descontínuas; quando a topologia das interações é heterogênea e complexa; quando o sistema é descrito de forma mais natural através de atividades ao invés de processos; dentre outras.

De acordo com **de Lima et al. (2009)**, um desafio, comum a todas as técnicas de modelagem, é que para se obter um modelo adequado ao seu propósito, este deve ser elaborado utilizando-se uma descrição detalhada dos fenômenos. Outro desafio que se tem ao utilizar ABM é que geralmente envolvem pessoas e essas tem comportamentos potencialmente irracionais, de escolhas complexas, aspectos difíceis de quantificar, calibrar e muitas vezes justificar. Mais um desafio que está relacionado à própria definição da ABM, é que essa modelagem requer elevado poder computacional e tempo para simulação do modelo, conforme a escala e a complexidade modelada.

3 Metodologia de Pesquisa

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, uma sequência de etapas foram seguidas, iniciando pela fonte de dados, seguido pelos elementos que compõem a simulação dos agentes, implementação e finalizando com a análise dos resultados obtidos.

3.1 Banco de dados e análises

O conjunto de dados que irá ser analisado ao longo deste trabalho foi disponibilizado por uma empresa de porte pequeno que presta serviços de mudanças nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, e que devido a confidencialidade dos dados será mantida anônima. Tais dados registram informações diárias de vendas referentes aos períodos 2018 a 2021 totalizando 2670 observações. O banco de dados utilizado contém as seguintes variáveis:

- Id: Contratante do serviço;
- Cubagem: Tamanho cúbico dos itens transportados;
- Quilometragem: Distância calculada entre o deslocamento da empresa até os locais onde o serviço será prestado e até a empresa novamente;
- Tempo: Período para conclusão do serviço em dias;
- Preço: Valor cobrado incluindo o custo fixo da empresa e o custo variável referente ao serviço fornecido.

A Tabela 3.1 apresenta um recorte de observações retiradas do banco de dados. Uma crítica ao banco de dados utilizado é que o mesmo corresponde a somente uma empresa e não representa um cenário competitivo. A obtenção de informações sensíveis, como política de preços de empresas concorrentes é por vezes um fator impeditivo. É notável a discrepância entre os preços quando comparado com a pouca variação no tempo para a execução do serviço, que ocorre devido aos diversos fatores que influenciam no preço final do serviço, que é discutido na subseção 3.3.1.

Coeficientes do preço base

Os coeficientes para a criação do preço base foram obtidos através de uma regressão linear dos valores das variáveis preço, cubagem e quilometragem retirados do banco

Tabela 3.1: Amostra do banco de dados.

Id	Cubagem	Quilometragem	Tempo	Preço
1	14	8	1	R\$ 800,00
2	20	10	2	R\$ 980,00
3	28	15	1	R\$ 1.500,00
4	25	39	2	R\$ 1.700,00
5	20	67	4	R\$ 1.950,00
6	28	36	1	R\$ 2.450,00
7	30	20	4	R\$ 2.950,00
8	30	240	3	R\$ 3.650,00
9	40	660	4	R\$ 4.600,00
10	100	390	4	R\$ 10.800,00

Nota: Onde cubagem, quilometragem e tempo são medidos em metros cúbicos, quilômetros e dias, respectivamente.

de dados. O output, abaixo, apresenta o resultado da regressão linear da variável preço sobre quilometragem e cubagem calculada no R:

Call:

```
lm(formula = Preço ~ Quilometragem + Cubagem)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-10022.0	-450.0	-87.1	318.1	12021.5

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	101.07954	33.29557	3.036	0.00242 **
Quilometragem	1.89282	0.05541	34.159	< 2e-16 ***
Cubagem	65.77227	1.17409	56.020	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 967.3 on 2667 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6215, Adjusted R-squared: 0.6212

F-statistic: 2190 on 2 and 2667 DF, p-value: < 2.2e-16

Na tabela acima, podemos observar que as variáveis incluídas no modelo foram extremamente significativas. Uma vez tendo os coeficientes da etapa anterior, foi gerado o preço base a partir dos valores de distância e volume que foram gerados pelo cliente, conforme a subseção 3.3.1.

Coeficiente tempo de serviço

Devido ao fato que a regressão de Poisson é indicada para dados inteiros, essa foi utilizada para estimar os coeficientes preditores da variável tempo, que mede o período em dias que a empresa está ausente no mercado de trabalho, por já estar atendendo um cliente. O output, abaixo, demonstra a Regressão Poisson calculada no R:

```
glm(formula = Tempo ~ Quilometragem + Cubagem, family = "poisson", data = dados)
```

```
Deviance Residuals:
```

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.8762  -0.2236  -0.1855  -0.1532   3.6244
```

```
Coefficients:
```

```
              Estimate      Std. Error  z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.151e-01  2.732e-02   4.212  2.53e-05 ***
Quilometragem 7.456e-04  3.557e-05  20.963 < 2e-16 ***
Cubagem       2.424e-03  8.542e-04   2.837  0.00455 **
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
```

```
Null deviance: 1267.85 on 2669 degrees of freedom
Residual deviance: 893.54 on 2667 degrees of freedom
AIC: 6748.8
```

```
Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Assim como no coeficiente do preço base, as variáveis incluídas no modelo acima, foram significativas.

3.2 Mercado

O mercado de transportes de mudanças vem crescendo e evoluindo com o passar dos anos, portanto é importante que se esteja sempre analisando. Com isso, tem-se que é nele que ocorrem as negociações, como a contratação da empresa pelo cliente. Onde cada empresa possui suas características, que influenciam na formação do preço e no cálculo da qualidade, assim como os clientes possuem preferências, que serão definidas, através da função utilidade. Além disso, também possuem informações como volume da carga a ser transportada e a distância de deslocamento. A Figura 3.1 ilustra o mercado simulado neste trabalho, composto pelos dois agentes, empresa e cliente, que são descritos a seguir. Além disso, dentro do mercado há diferentes níveis de concorrências, que variam de acordo com o valor de cada λ , que indica o quanto a qualidade influencia no preço final, pois quanto maior for o valor λ , mais caro será para a empresa investir em qualidade, e quanto menor ele for, mais barato será esse investimento. A partir da análise destes atributos, as empresas penderão para alguma das estratégias empresariais definidas na subseção 3.3.3.

3.3 Agente Empresa

As empresas possuem 4 características, onde cada uma delas é uma variável aleatória distribuída uniformemente entre 0 e 1. Como será visto nas seções seguintes, são essas características que governam a formação do preço e a busca de qualidade de cada empresa. Abaixo, são citadas essas características:

- Q1: Estabelece as características de qualidade média do serviço prestado;

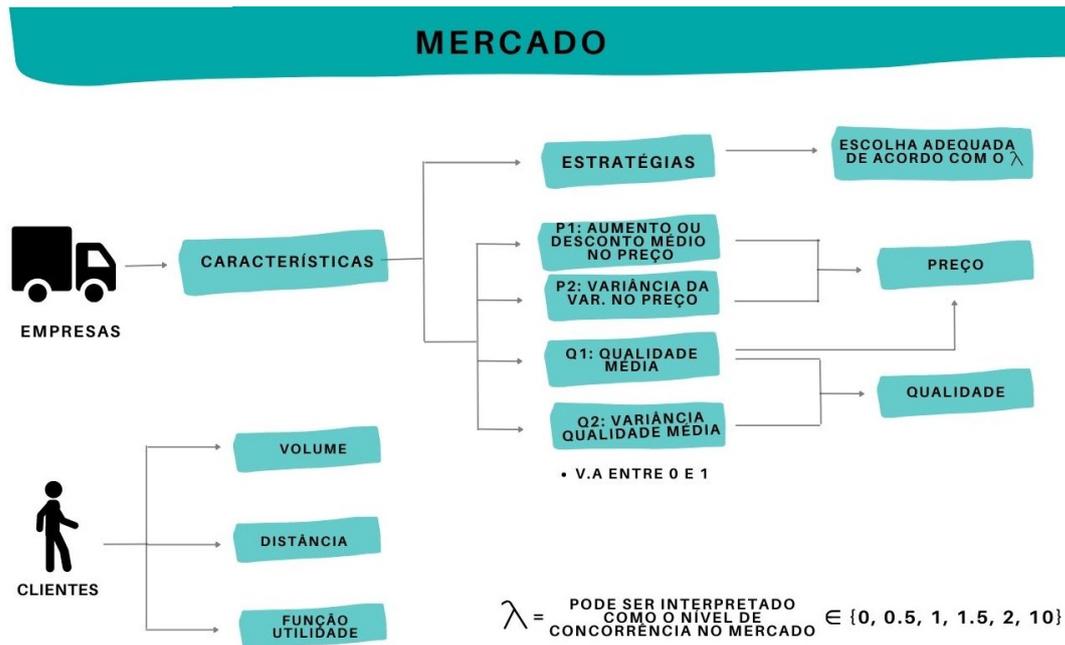


Figura 3.1: Mercado simulado.

- Q2: Determina a variância da variável aleatória qualidade;
- P1: Afeta as características de desconto ou aumento sob o preço base;
- P2: Determina a variância de desconto ou aumento sob o preço base;

Durante as negociações, o valor cobrado pelos serviços prestados, subseção 3.3.1, é calculado a partir do preço base, definido na subseção 3.1. O tempo em que a equipe se mantém fora do mercado por estar realizando um serviço é definido na subseção 3.1.

3.3.1 Preço

De acordo com **dos Santos (2007)**, a formação dos preços de venda dos serviços obedece a várias técnicas e estratégias, porém, a mais antiga e, portanto, a mais usada é a formação de preços por meio da apuração dos custos dos serviços. A partir disso, sabe-se que cada empresa elabora seus preços de acordo com as suas particularidades, escolhendo as variáveis e os seus pesos conforme julga necessário. Porém, para fins de simulação e reprodução de um mercado competitivo, neste trabalho foram utilizadas como variáveis, a cubagem e a quilometragem para o cálculo do preço base, através da Equação (3.1), usando os coeficientes encontrados na subseção 3.1.

$$PB_i = 101.0832 + 1.8928D_i + 65.7722V_i \quad (3.1)$$

onde D é a distância, V é o volume cúbico dos itens a serem transportados e i representa o cliente, esses valores são gerados de acordo com a subseção 3.4.1.

Cada empresa oferece um preço $P_j = (1 + \rho) \cdot PB_i$, onde ρ é descrito por uma variável aleatória distribuída por uma Distribuição Normal Truncada, com limite inferior igual -0,2 e limite superior igual a 0,2.

Suponha que x tenha distribuição normal com média μ e variância σ^2 , no intervalo (a, b) , com $-\infty \leq a < b \leq \infty$. Então x condicional em $a < x < b$ tem uma distribuição normal truncada.

Sua função de densidade de probabilidade f , quando $a \leq x \leq b$, é dado por

$$f(x; \mu, \sigma, a, b) = \frac{1}{\sigma} \frac{\phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{b - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a - \mu}{\sigma}\right)}$$

e $f = 0$, caso contrário. A função de densidade de probabilidade é

$$\phi(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\xi^2\right),$$

sendo a função de distribuição cumulativa dada por

$$\Phi(x) = \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right)\right).$$

Logo, seja $\rho \sim NT(\mu_p, \sigma_p^2, -0, 2, 0, 2)$, de acordo com as características de cada empresa, o valor da média é dado por

$$\mu_p = 0, 2 \cdot \left(\frac{(P1_j - 0, 5) + \lambda \cdot (Q1_j - 0, 5)}{0, 5 \cdot (1 + \lambda)} \right) \quad (3.2)$$

e a variância é dada por

$$\sigma_p^2 = c_p \cdot P2_j \quad (3.3)$$

onde $c_p = 0.005$ é uma constante utilizada na calibração do mercado, ver Seção 4.1.

3.3.2 Qualidade

O cliente avalia a empresa de acordo com as características da empresa contratada. A nota é gerada através de uma Distribuição Normal Truncada no intervalo (a, b) , com $1 \leq a < b \leq 5$. Ou seja, a nota que o cliente atribui a empresa j é distribuída por $NT(\mu_q, \sigma_q^2, 1, 5)$, onde

$$\mu_q = 4 \cdot Q1_j + 1 \quad (3.4)$$

e

$$\sigma_q^2 = c_q \cdot Q2_j \quad (3.5)$$

onde $c_q = 0.25$ é uma constante utilizada na calibração do mercado, ver Seção 4.1.

Como visto na seção anterior, a característica $Q1$ que define a média da qualidade, também afeta a formação do preço final da empresa.

3.3.3 Estratégias

A organização que tem bons resultados é aquela que, constantemente, está se renovando de forma consistente, à medida que o mundo muda, os concorrentes inovam e os clientes exigem cada vez mais (**Chiavenato e Sapiro, 2009**). Ainda, de acordo com **Kelm e Schorr (2011)**, as estratégias adotadas por uma empresa não dependem exclusivamente do seu planejamento, pois existem fatores externos que influenciam diretamente a empresa, tendo assim, que adaptar-se às transformações conjunturais de seu ambiente.

Portanto, como já mencionado na seção 3.1, o valor de λ pode ser interpretado como o nível de concorrência presente no mercado. Em um mercado menos exigente, esperamos um λ baixo, da mesma forma, que em um mercado altamente competitivo, esperamos um λ alto. Pois, se há menos exigência para investimentos em qualidade, possivelmente, as empresas não o farão. Outro ponto que merece destaque é que a nota de uma empresa em um ambiente pouco competitivo, λ baixo, não pode ser diretamente comparada com a de uma empresa semelhante porém em um ambiente com consumidores mais exigentes.

Dado isso, em um mercado menos desenvolvido, há uma predileção às estratégias que demandam o menor custo possível. A medida que o custo para que o serviço seja prestado aumenta, o mercado se torna mais exigente, sendo esperado a realização de um mix de estratégias até a execução de todas citadas na continuação desta subseção.

Deste modo, como a escolha de uma estratégia pela empresa é determinada por suas características, e dentro das limitações do modelo proposto, as empresas ao definirem uma estratégia, realizam uma mesma ação ao longo de todo o período.

Abaixo, foram citados exemplos de estratégias que podem ser aplicadas ao mercado de transporte de mudanças:

- E1** Criação de um ambiente onde tenha a realização de *networking* interno, visando a troca de conhecimentos e ideias entre funcionários da mesma empresa, pois é um investimento onde não demanda custo financeiro;
- E2** Realização de treinamento e desenvolvimento dos funcionários, objetivando a padronização do serviço e a redução de avarias nos transportes, tendo em vista que é um investimento de baixo a médio custo;
- E3** Aquisição de maquinário, que possa ser utilizado em serviços especiais, como a instalação de uma rampa elevatória que possibilita o alocação dentro do caminhão de itens pesados, como cofres, com a pretensão de aumentar o leque de serviços disponibilizados, mesmo que o investimento seja elevado.
- E4** Atualização da frota, como a compra de novos veículos, e contratação de novos funcionários, com a pretensão de aumentar a quantidade de atendimentos diários, mesmo que o investimento seja muito elevado.

3.4 Agente Cliente

O agente cliente representa um consumidor do serviço de mudança, no qual este possui uma demanda que deseja realizar definido pelas variáveis volume e distância.

O agente cliente também determina se deseja priorizar a qualidade ou valor do serviço através de uma função utilidade do cliente.

3.4.1 Volume e distância

Para a geração das variáveis volume e distância, foi selecionado de forma aleatória uma linha do banco de dados, no qual foram utilizados os valores de cubagem e quilometragem, respectivamente, e, multiplicado por $(1 + x_i)$, $i \in \{v, d\}$, onde x_i é uma variável aleatória distribuída uniformemente, tal que $x_i \sim U(-0.05, 0.05)$.

3.4.2 Função utilidade do cliente

A função utilidade associa o valor de “utilidade” com o consumo da “cesta”. O valor atual da utilidade não tem significado uma vez que o que interessa é se o consumidor prefere uma cesta a outra, e este é indicado por uma cesta tendo um valor mais alto de utilidade do que outra (**Fiorotto, 2013**).

O agente cliente é composto pelas variáveis volume e distância gerados na etapa anterior, bem como por um valor $\alpha \in (0, 1)$ que também foi gerado através de uma distribuição uniforme.

De acordo com **Robert J. Barro (2003)**, a função Cobb-Douglas é comumente utilizada em modelagem empresarial e macroeconômica, pois oferece de forma direta a relação entre dois ou mais fatores. Em macroeconomia, segundo **Mankiw e Monteiro (2001)**, a função Cobb-Douglas é geralmente encontrada na relação entre o capital, K , e o trabalho, L , tal como

$$U = K^\alpha \cdot L^{(1-\alpha)}$$

No nosso caso, a utilidade do cliente é dada pela interação entre o preço e a qualidade do serviço prestado. O cliente avalia o conjunto de preços e qualidade que cada empresa oferece. Como a qualidade está entre 1 e 5, e o preço é uma variável positiva sem limite superior, é importante normalizar o vetor de preços para que ele fique próximo a esses valores. Outro ponto, é que quanto maior o preço, menos desejável para o cliente, logo, temos que inverter esta ordem, para que o menor preço se torne o mais desejável. Para cada empresa, o cliente avalia a utilidade do serviço baseado na seguinte fórmula:

$$U_j = \left(6 - 5 \frac{P_j}{\max(P)}\right)^\alpha \cdot Q_j^{(1-\alpha)} \quad (3.6)$$

onde $j = 1, 2, \dots, k$ e k é o número total de empresas.

Uma vez tendo o vetor de utilidade $U = \{U_1, U_2, \dots, U_k\}$, o cliente escolhe a empresa que maximiza a sua utilidade. Seja j^* a empresa escolhida se e somente se

$$j^* = \arg \max_{j=1, \dots, k} U_j$$

De forma geral, os clientes podem ser classificados em três categorias. Sendo a primeira, onde o valor de α é próximo de 0, nesse caso o cliente tem preferência por um serviço com maior qualidade. Na segunda categoria, o α é próximo de 0,5, e o cliente escolhe o prestador que lhe oferecer o melhor custo benefício. Na última categoria, o α é próximo de 1, e o cliente tem apreço pelo transporte com melhor preço.

4 Implementação das simulações

Modelagem baseada em agentes ou, simplesmente, ABM é uma implementação computacional de um ambiente artificial que contém agentes que interagem no tempo e no espaço, (Furtado, 2018). Dado que os agentes, empresa e cliente, foram definidos nas seções 3.3 e 3.4, respectivamente, e que o tempo tem duração de 1 ano, e o espaço é onde ocorrem as negociações e as contratações dos serviços, ou seja, no mercado, abaixo são definidos os passos da realização das simulações deste ambiente artificial.

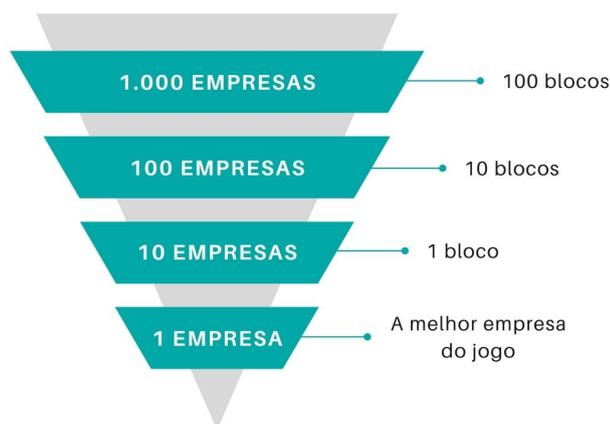
4.1 Simulações

Foram simulados mil jogos, onde cada jogo inicia-se com mil empresas agrupadas em blocos de 10. Deste modo, conforme a Figura 4.1, essas 1.000 empresas são divididas em 100 blocos de 10 empresas, onde em cada bloco, tem uma rodada de 250 dias que resulta em uma empresa vencedora que possui um conjunto de características (Q_1, Q_2, P_1, P_2) . Em seguida as 100 melhores empresas são divididas em 10 blocos de 10, e sendo após, selecionada a melhor de cada bloco. Por final, haverá um bloco que resulta na empresa com as melhores características, $(Q_1^+, Q_2^+, P_1^+, P_2^+)$, que é armazenada em uma lista final. As mesmas empresas de cada jogo são avaliadas para todos os valores de $\lambda \in \{0, 0.5, 1, 1.5, 2, 10\}$.

Todas as empresas possuem capital inicial de R\$100.000,00, três equipes que geram um custo fixo de R\$250,00, cada uma, onde foi considerado R\$5.500,00 como salário de três funcionários, e após, dividido tal valor por 22 dias úteis do mês. Inicialmente, as empresas possuem avaliação máxima, nota 5. Após cada serviço prestado, a empresa é avaliada pelo cliente, tendo sua média de avaliações atualizada, conforme a subseção 3.3.2.

Visando a aproximação da simulação com o mercado para que ela reflita a situação do mundo real com maior exatidão e precisão possível, é necessário realizar um ajuste na estrutura e no valor dos parâmetros (Brown, 2006). Esse ajuste é chamado de calibração, e para que as distribuições das notas e da variação no preço final, sendo o desconto ou o acréscimo, fossem condizentes com o esperado, optou-se pelos seguintes valores: $c_q = 0.25$ e $c_p = 0.005$.

SIMULAÇÃO DE CADA JOGO



OBS: Todos os blocos possuem 10 empresas

Figura 4.1: Demonstração das simulações.

4.2 Rodadas

Conforme consta na Imagem 4.2, o cliente solicita o pedido de orçamento informando a distância do deslocamento e a metragem cúbica dos itens que serão transportados, após, recebe um orçamento de cada uma das empresas que estão competindo no mercado e escolhe a que maximiza a sua utilidade, a partir do preço recebido e da avaliação da empresa. Após, finalizada a mudança, ele avalia a empresa através de uma distribuição de eficiência e qualidade do serviço, escolhendo de forma aleatória, baseado na Equação (3.6), uma quantidade de estrelas, que pode ser de 1 a 5, ou seja, de péssimo a excelente.

O outro agente terá regras para participar das cotações e poder prestar o seu serviço, sendo algumas delas: a empresa ter capacidade financeira de permanecer no mercado e ter disponibilidade de equipes, o que é possível visualizar no fluxograma 4.3. A empresa entra nas negociações com um capital inicial e a cada dia paga um custo fixo diário, estando com equipes trabalhando ou disponíveis. Se ela tiver equipe disponível para realizar o serviço, poderá oferecer orçamentos aos clientes, e se for a escolhida, fica com uma equipe ocupada até a conclusão do serviço. Como em cada dia há 5 clientes solicitando serviços, a empresa pode prestar atendimento até o total de times disponíveis no mesmo dia.

Após a execução do serviço, a média da avaliação da empresa e o saldo contábil, são atualizados, pois o custo é debitado e o pagamento da mudança é creditado, e a avaliação do serviço é realizada pelo cliente. Depois, caso tenha capital e equipe disponíveis, retorna às negociações. O mesmo acontece quando a empresa não for a escolhida pelo cliente, se tiver meios, poderá participar das negociações novamente. Quando for verificado que uma empresa ficou descapitalizada, automaticamente, ela sairá do mercado.



Figura 4.2: Rodada do Agente Cliente.

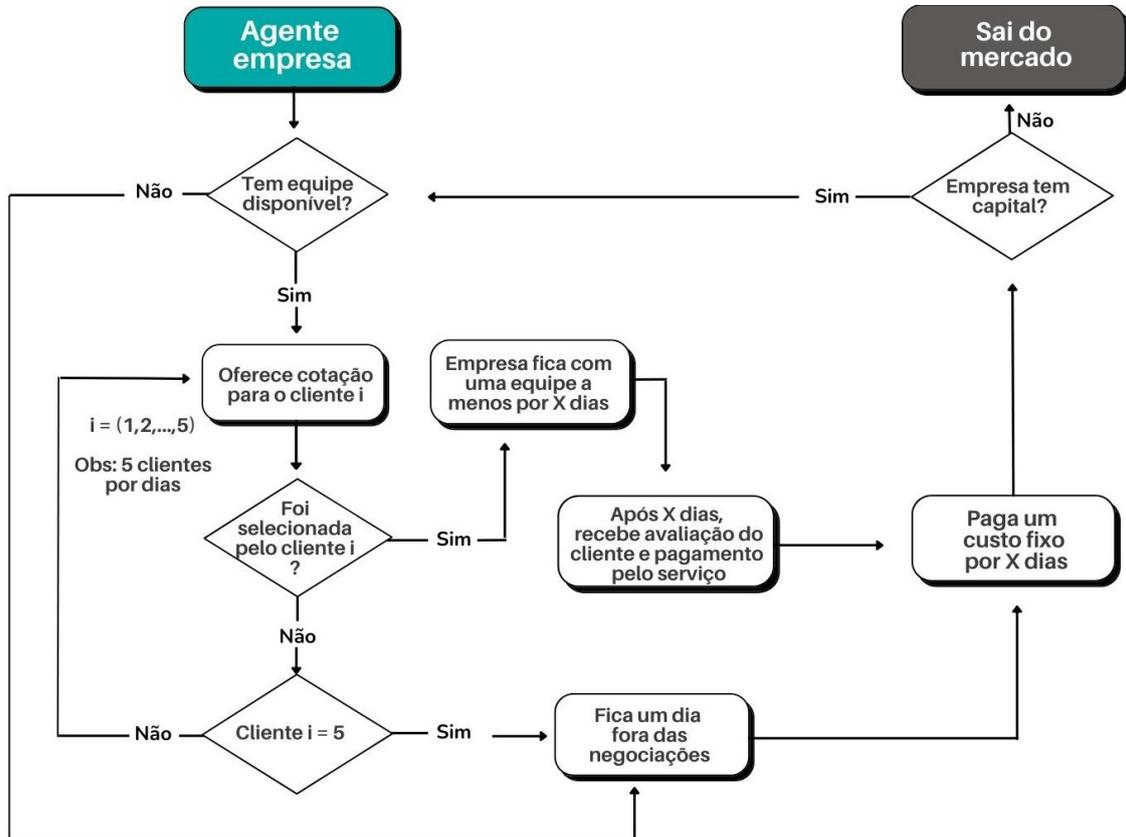


Figura 4.3: Rodada do Agente Empresa.

5 Resultados

Neste capítulo são apresentadas as análises das simulações dos mil jogos descritos anteriormente, e em seguida, como exemplo, os resultados de uma rodada, a partir das análises das estratégias, assim como, uma discussão sobre os resultados encontrados.

5.1 Análise das características

Com o objetivo de entender o quanto as simulações citadas anteriormente representam um mercado real, são analisadas as distribuições dos resultados e as descritivas de cada uma das características (Q_1, Q_2, P_1, P_2) para cada λ . Posteriormente, são calculados os valores μ_p, σ_p^2, μ_q e σ_q^2 , a partir das Equações (3.2) a (3.5).

Inicialmente foram analisadas as características referentes a qualidade, Q1 e Q2, juntamente com os λ para compreender de que forma todos se comportam. Como a característica Q1 representa a média da qualidade, é possível notar na Tabela 5.1, composta pelas medianas, que não houve grande diferença das notas entre os λ , tendo variação de 0.9566 a 0.9617. No boxplot Q1, na Figura 5.1, observa-se que a média das notas manteve-se alta para todos os λ , e que conforme aumenta o valor de λ , tem-se uma maior presença de outliers. Além disso, é notável que no $\lambda = 0$, houve menos dispersão, pois é esperado que a qualidade seja máxima, devido ao $\lambda = 0$ ter custo nulo para a realização de melhorias em qualidade. A característica Q2 que determina a variância da qualidade, teve baixa variabilidade.

A característica P1 influencia quanto a empresa concede de desconto ou cobra de aumento, no preço final do serviço, portanto, ao ser analisada essa característica na Tabela 5.1, é observável que a mediana dos $\lambda = 0$ ao $\lambda = 2$, tiveram pouca variação, tendo diferença somente no $\lambda = 10$, o mesmo pode ser visto no boxplot P1, na Figura 5.1. A característica P2 que determina a variância de (3.2), teve uma variabilidade maior em $\lambda = 10$, que é o λ que possui maior custo, mas no geral, não teve grande variabilidade entre os λ .

Ao observamos os histogramas presentes no apêndice A, Figuras A1 até A6, é possível notar que quanto maior o valor de λ , maior é a dispersão das notas, mesmo que a maioria ainda mantenha-se alta, onde o custo de investimento em qualidade é maior, e o preço também varia. Já com λ baixo, há uma concentração quase que total em qualidade máxima, devido ao baixo custo de investimento em qualidade que remete a um super investimento em melhorias.

Tabela 5.1: Mediana das características dado λ .

	λ					
	0	0.5	1	1.5	2	10
Q1	0.9566	0.9510	0.95020	0.9510	0.9498	0.9617
Q2	0.3488	0.2806	0.2319	0.2185	0.2251	0.1516
P1	0.0712	0.0672	0.0753	0.0801	0.0903	0.2789
P2	0.4327	0.5971	0.6198	0.6667	0.6983	0.7538

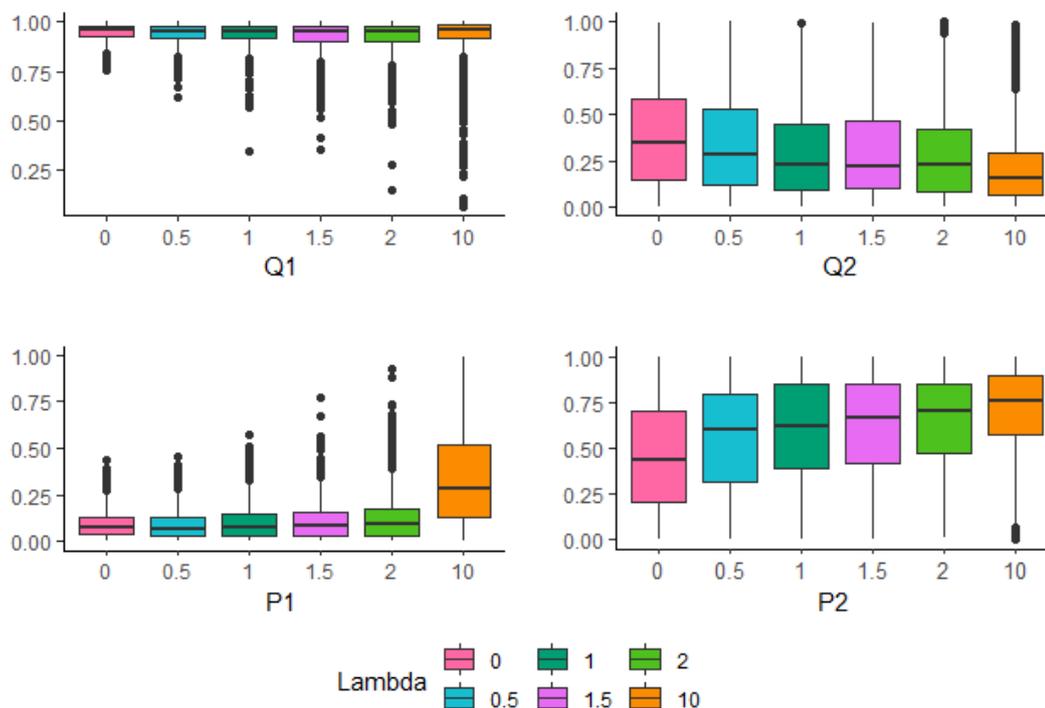


Figura 5.1: Boxplot - Características Q1, Q2, P1 e P2.

O preço final é influenciado pelas características P1, Q1 e por λ e pelo preço base, $P_j = (1 + \rho) \cdot PB_i$, tal como visto na Seção 3.3.1. A variável aleatória ρ , com média μ_p , varia de -0,2 a 0,2, no qual de -0,2 a 0 é concedido um desconto, e de 0 a 0,2 é acrescido um aumento no preço final, em relação ao preço base.

Concomitantemente a isso, a nota final é influenciada pela característica Q1 $\in [0, 1]$ sendo a qualidade media definida por $\mu_q \in [1, 5]$.

A Tabela 5.2 que apresenta a análise descritiva das notas e dos preços, teve no geral a qualidade alta para todos os λ , com variabilidade em alguns λ . Assim, ao ser analisado o $\lambda = 0$, observa-se que os preços só tiveram descontos e a qualidade foi máxima. O $\lambda = 0.5$, teve pouca variabilidade no preço, tendo alguns aumentos e uns descontos, mantendo a média da qualidade alta.

Pode ser visto na Figura 5.3 que o $\lambda = 1$, mesmo tendo alta concentração em zero, as empresas desta simulação, concedem descontos e aumentos nos preços, e

com isso, elas mantiveram a nota média alta, porém com uma variabilidade maior que as dos λ menores. Já o $\lambda = 1.5$, possui a distribuição da qualidade, que pode ser vista na Figura 5.2, mais espalhada, mesmo que a média também tenha se mantido alta, e com comportamento do preço parecido com o do $\lambda = 1$, porém com uma leve tendência de aumentos nos preços finais.

Quando analisado o $\lambda = 2$, observa-se que a variabilidade da qualidade aumentou, tendo variação de 1.57 a 4.99, semelhante a $\lambda = 10$, que varia de 1.24 a 5.00. Porém, em relação ao preço o comportamento dos λ iguais a 2 e 10, foi diferente, tendo o $\lambda = 10$ maior dispersão no preço, com a média alta em 0.14, indica a cobrança de um preço mais elevado. O $\lambda = 2$ teve sua média concentrada em 0.06, o que representa pouco aumento no preço final.

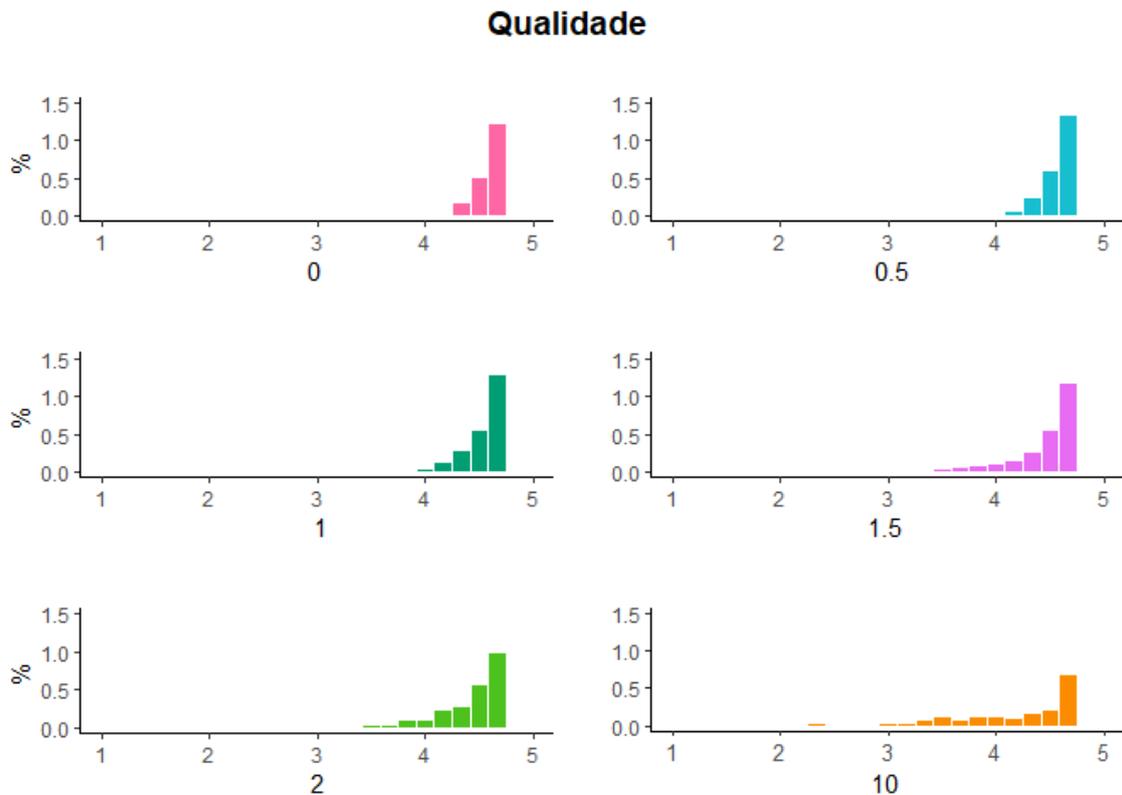
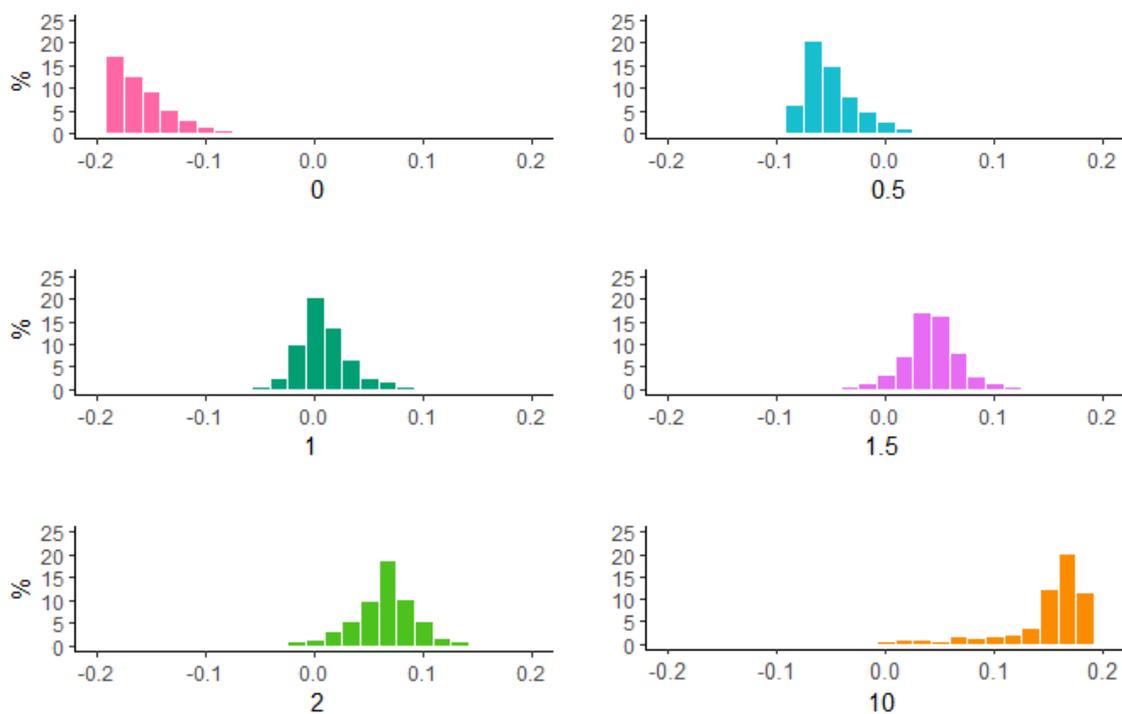


Figura 5.2: Histogramas de μ_q relativo a cada λ .

Tabela 5.2: Análise descritiva das notas e dos preços dado λ .

		λ					
		0	0.5	1	15	2	10
Nota	Mínimo	4.029	3.457	2.376	2.409	1.575	1.242
	Mediana	4.826	4.804	4.801	4.804	4.799	4.847
	Média	4.788	4.758	4.742	4.704	4.687	4.646
	Máximo	4.999	5.000	5.000	5.000	4.998	5.000
	Desvio Padrão	0.167	0.199	0.247	0.321	0.349	0.546
Preço	Mínimo	-0.200	-0.113	-0.127	-0.099	-0.159	-0.175
	Mediana	-0.172	-0.056	0.004	0.041	0.066	0.161
	Média	-0.164	-0.051	0.007	0.040	0.063	0.144
	Máximo	-0.026	0.051	0.113	0.161	0.189	0.197
	Desvio Padrão	0.029	0.024	0.025	0.028	0.033	0.052

Preço

Figura 5.3: Histogramas de μ_p relativo a cada λ .

5.2 Aplicação das estratégias

Como dito na subseção 3.3.3, o valor de λ pode ser interpretado como o nível de concorrência presente no mercado, portanto, para fins de exemplificação, pode considerar-se o mercado fictício como um estado de um país e cada λ , uma cidade, onde em cada uma, há um custo pré-determinado para que as empresas possam prestar seus serviços e investir em qualidade. Assim, como cada investimento tem um custo, a análise para $\lambda = 0$ não foi considerada na inclusão das estratégias por ter custo nulo. Além disso, é esperado que as médias das qualidades sejam altas para as empresas que realizarem melhorias, porém quanto maior o λ , e conseqüentemente mais caro esse custo, as empresas podem optar por não realizarem investimentos, tendendo a terem avaliações negativas e notas médias baixas.

5.2.1 Análises dos desempenhos das empresas

Conforme **Maximiano (2011)**, o sucesso de uma empresa é medido por meio de indicadores que se organizam em uma cadeia de causas e efeitos, sendo o indicador mais importante de sucesso o desempenho financeiro, que depende da satisfação do cliente e da eficiência dos processos.

Assim, para fins de demonstração, foram selecionados os resultados das simulações de uma rodada do $\lambda = 1$, para entender o desempenho financeiro das 10 empresas. Tal λ tem por definição custo médio para a realização de melhorias na organização, assim como tendência de qualidade alta e preço equilibrado, ocorrendo alguns acréscimos e uns descontos nos preços cobrados dos clientes.

A Figura 5.4, compara o desenvolvimento dessas empresas, onde todas começaram com 100 mil reais e ao longo do período de um ano, foram lucrando ou tendo prejuízos.

Nesta simulação, a vencedora foi a empresa 5, tendo lucro máximo de aproximadamente 203 mil reais, o que pode ser visto na Tabela 5.3, onde tem-se as estatísticas descritivas do desempenho financeiro dessas empresas. Somente a empresa 8 ficou sem capital para continuar na rodada, porém é possível que em um futuro próximo, a empresa 1 e a 6, também ficassem descapitalizadas.

Tabela 5.3: Análise descritiva do desempenho financeiro das empresas.

Empresas	Mín	Média	Máx	Saldo	μ_q	σ_q^2	μ_p	σ_p^2
1	11.79	58.58	106.16	12.90	4.98	0.1093	0.0096	0.0017
2	98.89	118.16	142.85	138.35	4.72	0.0157	-0.0049	0.0021
3	95.62	176.02	240.70	237.37	4.76	0.1209	-0.0068	0.0046
4	89.65	102.56	110.36	94.60	4.72	0.0377	-0.0020	0.0021
5	99.25	208.87	303.20	301.16	4.98	0.0114	0.0399	0.0041
6	16.41	58.24	100.22	16.83	4.92	0.0338	0.0404	0.0025
7	100.00	141.00	186.60	182.92	4.72	0.0750	-0.0007	0.0045
8	0.00	49.43	101.56	0.00	4.79	0.0047	0.0514	0.0030
9	99.01	112.59	122.08	119.08	4.72	0.0923	-0.0092	0.0029
10	90.64	131.68	157.17	154.75	4.86	0.0174	-0.0053	0.0006

Nota: Os valores mínimo, média, máximo e saldo, possuem como unidade de medida mil reais. Os valores saldo, referem-se aos saldos bancários no último dia do período. Todos os valores são referentes ao período de 250 dias. Os valores a seguir são calculados conforme as equações: μ_q : 3.4; σ_q^2 : 3.5; μ_p : 3.2; σ_p^2 : 3.3.

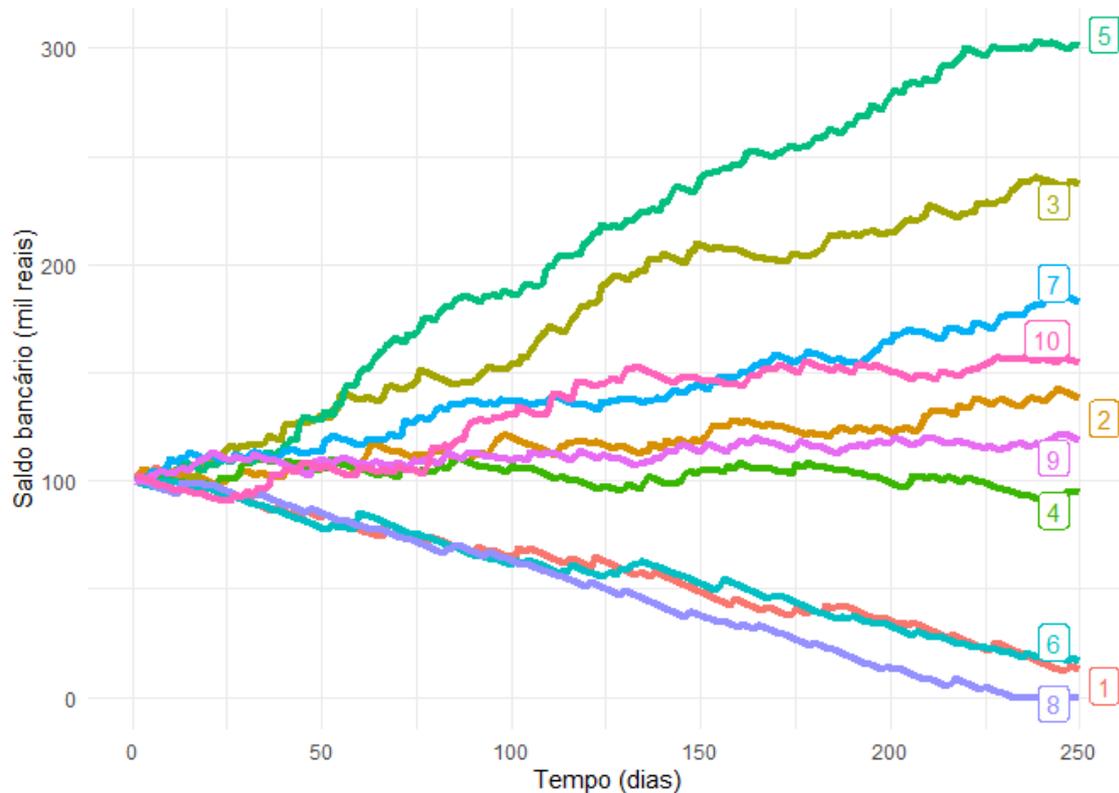


Figura 5.4: Comparação do desempenho financeiro das empresas.

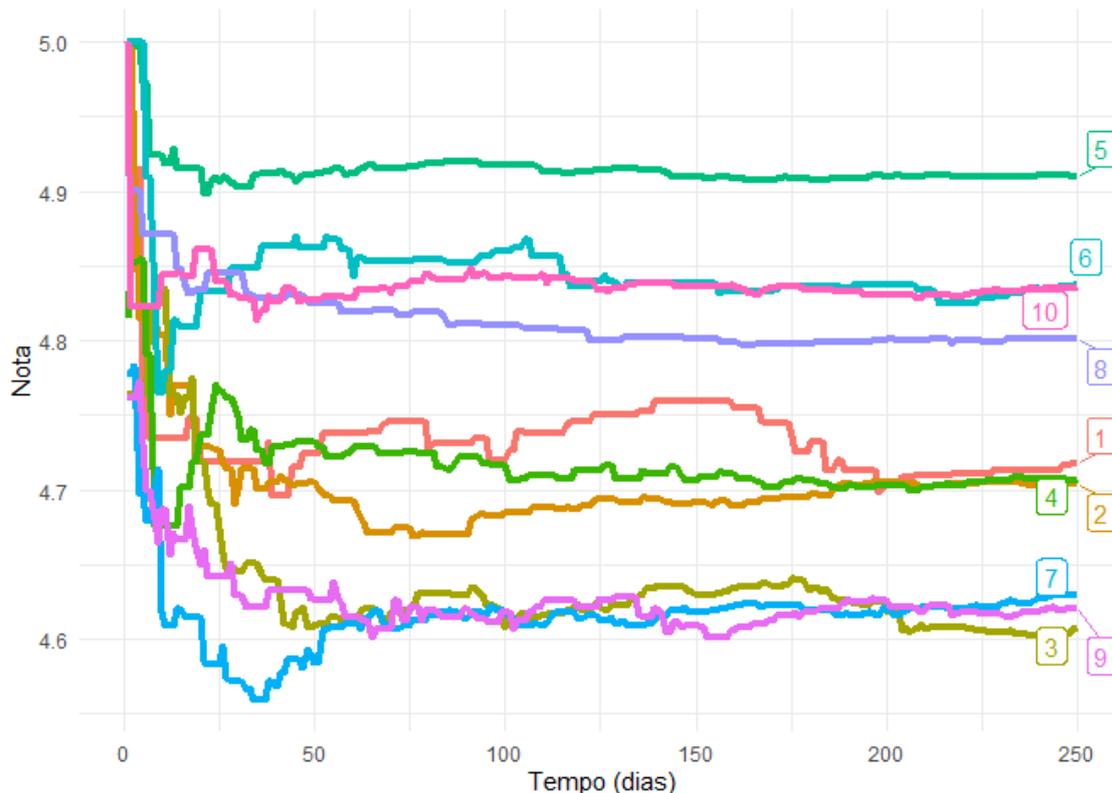


Figura 5.5: Comparação do desempenho da avaliação das empresas.

Dito isso, quando se explora em conjunto, as Figuras 5.4 e 5.5 com a Tabela 5.3, é possível analisar o comportamento de cada uma das empresas para entender o que causou a variação do saldo bancário, assim, tendo em vista que algumas empresas tiveram comportamentos semelhantes, serão detalhadas somente as mais relevantes, evitando tornar-se essa análise repetitiva. Ainda, tem-se que todas as empresas começam a rodada com nota 5, nota máxima, e ao longo dos dias, a avaliação vai sendo atualizada, o que é possível visualizar na Figura 5.5.

Reforçando que as empresas pertencentes ao $\lambda = 1$ possuem custo médio para investirem em qualidade, e caso elas optem por não custearem as melhorias, terão tendência a receber baixas notas após a conclusão dos serviços, portanto, inicialmente são analisadas as empresas 2, 4, 7 e 9, que obtiveram notas de μ_p e μ_q baixas. O fato de possuírem baixos valores de μ_q e ofertado descontos para os clientes, explica os baixos saldos finais, que foram de 94,60 a 182,92 mil reais. Esses saldos são considerados baixos devido ao fato de cada empresa ter capital inicial de 100 mil reais.

A empresa 10, obteve um valor médio-alto de μ_q , com baixa variabilidade, que indica que a avaliação dos clientes é geralmente na mesma faixa. Na média, ela sempre cobra abaixo do preço do mercado, tendo como consequência, o baixo saldo final de aproximadamente 155 mil, obtendo um lucro de 55 mil reais. Já a empresa 3, que obteve saldo final em torno de 238 mil reais, possui um valor de μ_q bem mais baixo que a empresa 10, porém tendo diferença na sua variabilidade, que indica que ela também recebeu notas altas e baixas ao longo do ano. Quando analisado o preço médio ofertado pela empresa 3, é possível notar que ela, no geral, concede descontos,

porém devido a alta variabilidade presente na variável preço, é percebido que em algumas vendas, ocorre aumento do preço.

As empresas 1 e 6, obtiveram valores de μ_q médio-alto. Também realizaram, em média, aumentos nos preços finais dos serviços, tendo como diferença a variância do preço, onde na primeira foi baixa, e na segunda, foi média, indicando que elas tendem a cobrar mais dos clientes. Porém, conforme dito anteriormente, elas ficarão descapitalizadas provavelmente no próximo ano, devido aos baixos saldos bancários de aproximadamente 13 e 17 mil, respectivamente, no 250º dia útil do ano.

A empresa 8, foi a que teve pior desempenho financeiro, ficou sem capital, sendo que provavelmente isso ocorreu por ter cobrado preços mais caros e por ter uma avaliação considerada como média, quando comparada com as outras, tendo ficado sem saldo no 233º dia.

A empresa 5, foi a que obteve maior lucro, com uma qualidade alta, que se manteve constante devido a baixa variabilidade. Além disso, na média, ela cobra mais que as outras empresas, porém, com um intervalo de preços maior, fornecendo descontos quando necessário.

5.2.2 Análises das estratégias

Visando analisar qual a estratégia que cada empresa possivelmente escolheu, tendo em vista que fazem parte do segmento de mercado do $\lambda = 1$, foi associado o desempenho financeiro e as notas, de cada empresa, à essas estratégias. Porém, primeiramente, é importante ressaltar que a estratégia **E2**, ver subseção 3.3.3, é a mais condizente com o valor de $\lambda = 1$ por ser a que requer custo baixo a médio para a implementação dos planos de melhorias. Dito isso, é válido observar, novamente, nos histogramas de qualidade e preço, Figuras 5.2 e 5.3, respectivamente, que $\lambda = 1$, teve o preço com concentração em zero com alguma dispersão, variando de -0.127 a 0.113, o que indica que as empresas tendem a conceder alguns descontos e alguns acréscimos. Além disso, a nota média ficou relativamente alta.

Logo, pode-se dizer que as empresas 2, 4, 7 a 10, que são as que obtiveram notas relativamente baixas ou médias, mas que não tiveram alta variabilidade na qualidade, foram as que, provavelmente optaram por um investimento baixo ou nulo em qualidade, fornecendo, em média, desconto para todos os clientes, com exceção da empresa 8, que teve acréscimos nos preços, porém com variação média, que indica que também oferece descontos. Portanto, possivelmente, essas empresas tenham aplicado a estratégia **E1** ou não aplicaram nenhuma. As empresas 1 e 6, tiveram avaliações relativamente média e alta, respectivamente, e tendem a cobrar mais, sendo portanto provável que tenham realizados investimentos condizentes com as estratégias **E3** ou **E4**, que são as que possuem um custo elevado.

A empresa 3, possui uma avaliação relativamente baixa com alta variabilidade relativa, com $\sigma_q^2 = 0.1209$, o mais alto de todos, e um preço, que na média, ocorre mais descontos, com uma variabilidade alta. Considerando que foi a que obteve o segundo maior lucro anual, ela deve ter feito poucos investimentos em qualidade, e possivelmente, ter escolhido a estratégia **E1**. Já a empresa 5, obteve qualidade alta, com baixa variabilidade, e um preço equilibrado, onde na média, ela cobra mais que as outras empresas, porém, com um intervalo de preços maior, fornecendo descontos quando necessário.

5.3 Discussão dos resultados

O gestor de uma empresa ao analisar quais as possíveis opções de melhorias disponíveis, irá optar por um investimento competitivo e sustentável, que aumente a qualidade da empresa, e seus lucros. É importante no momento da análise, que seja considerado o tipo de mercado que a empresa está inserida para que a tomada de decisão seja a melhor possível, pois se uma empresa que tem sua sede e ou/ filiais em uma cidade pequena, montar uma super estrutura objetivando o aumento da qualidade da sua empresa, ela tenderá a ter boas avaliações, porém, o público local não terá condições financeiras para acompanhar tal investimento, e optarão por serviços mais acessíveis, pois conforme **Kotler (2000)**, as empresas são bem-sucedidas quando entram em mercados atraentes e têm as forças necessárias para vencer. Se faltar um desses fatores, o negócio não produzirá resultados excepcionais. Uma empresa forte atuando em um mercado não atraente, ou uma empresa fraca atuando em um mercado atraente, não apresentarão um desempenho adequado. Assim, com base nas associações realizadas acima, e com as características definidas de $\lambda = 1$, as empresas que tiveram desempenhos diferentes do esperado, provavelmente, optaram por estratégias que não eram adequadas para o ambiente presente.

6 Considerações finais

O modelo proposto foi desenhado para ser condizente com a realidade de empresas de pequeno e médio porte. Onde por mais que o lucro seja o objetivo final, o mesmo só pode ser alcançado via investimentos em qualidade. Aos olhos de clientes que buscam esse tipo de serviço, qualidade e preço são ambas características desejadas. Isso foi bem exemplificado pela função utilidade do cliente, Equação (3.6), onde as variáveis qualidade e preço tiveram praticamente o mesmo peso.

Uma característica do modelo baseado em agentes é que apenas relações microeconômicas são definidas, como interação entre agentes, e as relações macroeconômicas, ou relações do mercado como um todo, são um resultado emergente de milhares de pequenas transações, tal como em um mercado real, assim como **Cicogna (2014)**, que cita que *ABMs* são um tipo de modelagem que parte da microestrutura do ambiente para a observação do comportamento agregado do sistema, onde o objetivo é simular as ações observadas nos mercados. Dito isso, uma vez definidas as relações entre os agentes, o modelo proposto apresentou resultados coerentes com o esperado para o mercado de transporte de mudanças para empresas de pequeno e médio porte. De acordo com **Kotler (2000)**, os clientes de hoje são mais difíceis de agradar, são mais inteligentes, mais conscientes em relação aos preços, mais exigentes, perdoam menos e são abordados por mais concorrentes com ofertas iguais ou melhores. Portanto, quanto mais especializado for o serviço maior será a qualidade exigida, um resultado evidenciado pelo elevado valor de Q1 para todos os valores de λ .

É importante salientar que como na literatura de modelos baseados em agentes não há vastas informações aplicadas a esse setor, e como citado anteriormente, não foram encontrados trabalhos já realizados semelhantes a esse, foi necessária a definição das distribuições e dos valores, utilizados na modelagem do mercado e dos agentes, a partir de conhecimentos estatísticos e de mercado de mudança de transporte, sempre visando a aproximação das simulações com a realidade. A modelagem utilizada nesse estudo pode ser facilmente replicada a outros cenários, onde o cliente dita a sua escolha a partir de uma função de utilidade, tendo as empresas a função de se adequarem às necessidades do mercado simulado, sendo necessário avaliar quais valores e distribuições utilizar para a estruturação dos agentes.

Como trabalho futuro, recomenda-se, entre outros, a utilização de algoritmos genéticos, como aliado ao modelo baseado em agentes, para buscar um conjunto de características ótimas, em vez de padrões como apresentados nesse trabalho. Algoritmos genéticos são baseado no princípio Darwiniano de seleção natural e reprodução genética, no qual utiliza o princípio de seleção que privilegia os indivíduos

mais aptos com maior longevidade, ou seja, com maior probabilidade de reprodução (**Pacheco et al., 1999**).

No link https://github.com/taufembackcg/ABM_Estrategias/ é possível acessar os códigos utilizados neste trabalho, em linguagem **R**, para a geração dos agentes e do mercado, assim como para implementação das simulações. Além disso, foram disponibilizados os dados para a reprodução dos resultados e os códigos que geram as tabelas e os gráficos apresentados anteriormente.

Referências Bibliográficas

- Avancini, D. (2013). Demanda por transporte rodoviário urbano: um modelo computacional baseado em agentes. Monografia em Bacharelado em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the national academy of sciences*, 99(3):7280–7287.
- Brown, D. (2006). Agent-based models. geist h.(ed.), the earth’s changing land: An encyclopedia of land-use and land-cover change. *Greenwood Publishing Group, Westport*, 7:13.
- Chiavenato, I. (2010). *Gestão de pessoas*. Editora Elsevier: Campus.
- Chiavenato, I. e Sapiro, A. (2009). Planejamento estratégico. 2^a. *Elsevier: Rio de Janeiro*.
- Cicogna, M. P. V. (2014). Modelos baseados em agentes na solução de problemas econômicos em concorrência imperfeita. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP - São Paulo.
- Colander, D., Howitt, P., Kirman, A., Leijonhufvud, A., e Mehrling, P. (2008). Beyond dsge models: Toward an empirically based macroeconomics. *American Economic Review*, 98(2):236–240.
- de Lima, T. F. M., Faria, S. D., Soares Filho, B. S., e de Senna Carneiro, T. G. (2009). Modelagem de sistemas baseada em agentes: Alguns conceitos e ferramentas. *XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal Brasil*, pages 25–30.
- dos Santos, R. V. (2007). Custos operacionais e formação de preço de frete no transporte rodoviário de cargas um estudo de caso. In *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*.
- Epstein, J. M. (2006). *Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling*. Princeton Studies in Complexity. Princeton University Press.
- Farias Martins, J. G., Guerra Leone, R. J., e de Clodoaldo Pinto Guerra Leone, N. M. (2017). Proposta de método para classificação do porte das empresas. *CONNEXIO 2017*, pages 25–30.

- Ferreira, A. B. d. H. (1986). Novo dicionário da língua portuguesa. In *Novo dicionário da língua portuguesa*.
- Fiorotto, R. G. (2013). *Métodos matemáticos da microeconomia*. Universidade Estadual Paulista (UNESP).
- Fischmann, A. A. e Almeida, M. I. R. d. (2013). *Planejamento estratégico na prática*.
- Furtado, B. A. (2018). *PolicySpace: modelagem baseada em agentes*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).
- Guaresi, A. M., Koch, A., Biff, D., De Jesus, E., Estevam, C., e Oliveira, T. (2019). Expansão estratégica de negócio: um modelo que promova o crescimento da empresa Lemos Mudanças. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Negócio), Fundação Dom Cabral; Instituto de Transporte e Logística, Florianópolis, Brasil.
- Kelm, M. e Schorr, E. (2011). Mudança e adaptação estratégica numa empresa familiar: um estudo de caso no ramo supermercadista. *Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração*, 35.
- Kimura, H. e Suen, A. S. (2003). Ferramentas de análise gerencial baseadas em modelos de decisão multicriteriais. *RAE eletrônica*, 2(1):0–0.
- Kotler, P. (2000). *Administração de Marketing*. Prentice Hall, São Paulo.
- Kotler, P. e Keller, K. L. (2006). *Administracao de Marketing*. Pearson Universidades.
- Lima, J. I. A. d. V. (2014). Um arcabouço computacional para estudo do setor bancário através de modelos baseados em agentes. Dissertação (Mestrado em Economia)—Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Macal, C. M. e North, M. J. (2006). Tutorial on agent-based modeling and simulation part 2: how to model with agents. In *Proceedings of the 2006 Winter simulation conference*, pages 73–83. IEEE.
- Macal, C. M. e North, M. J. (2010). Tutorial on agent-based modelling and simulation. *Journal of Simulation*, 4(3):151–162.
- Mankiw, N. G. e Monteiro, M. J. C. (2001). *Introdução à economia: princípios de micro e macroeconomia*. Campus Rio de Janeiro.
- Maximiano, A. C. A. (2011). *Administração para empreendedores: fundamentos da criação de novos negócios*. Pearson Prentice Hall, São Paulo.
- Melo, J. T. T. d. (2009). A intermodalidade como solução para a utilização do modal rodoviário. Monografia (Especialização) - Curso de Logística Empresarial, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro.
- Pacheco, M. A. C. et al. (1999). Algoritmos genéticos: princípios e aplicações.
- Porter, M. (1986). *Estratégia competitiva: técnica para análise de indústrias e da Concorrência*. Rio de Janeiro: Campus.

- Robert J. Barro, X. S.-i.-M. (2003). *Economic Growth, 2nd Edition*. The MIT Press, 2nd edition.
- Rosa, V. (2017). Aplicativo para contratação de transporte de mudança. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Graduação em Design, Florianópolis.
- Sebrae (2020). Anuário do trabalho nos pequenos negócios: 2018. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos.
- Vargas, R. (2008). A importância da gestão do transporte rodoviário. <https://administradores.com.br/artigos/a-importancia-da-gestao-do-transporte-rodoviario>, acessado em 2021-11-15.
- Wloch, A. P. (2006). A Utilização dos Serviços de Factoring na Região de Tubarão-SC: Um Estudo de Caso. Monografia (Especialização) - MBA Gestão Empresarial, Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC, Tubarão.

Apêndices

A distribuição das características Q1,Q2,P1,P2 dado λ foram alocadas no apêndice deste trabalho.

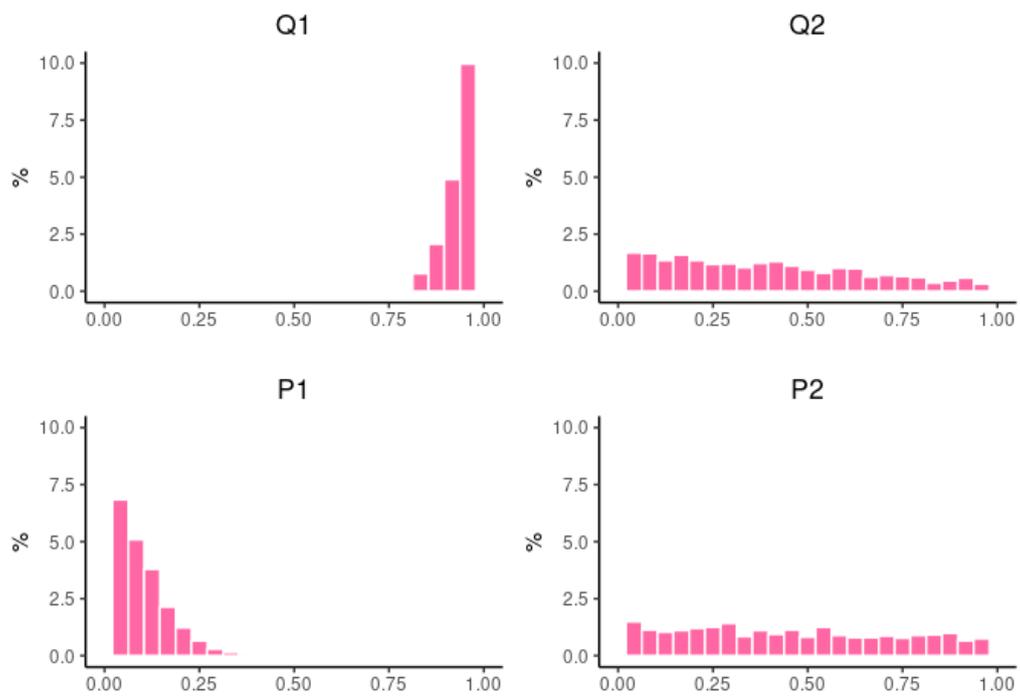


Figura A1: Histograma das características com $\lambda = 0$.

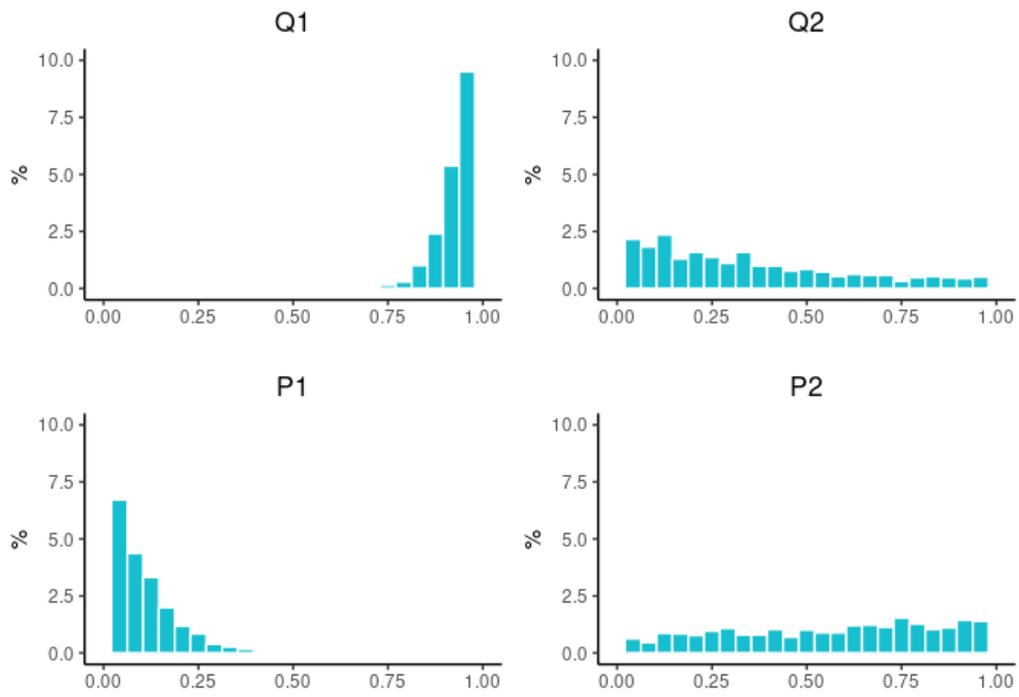


Figura A2: Histograma das características $\lambda = 0.5$.

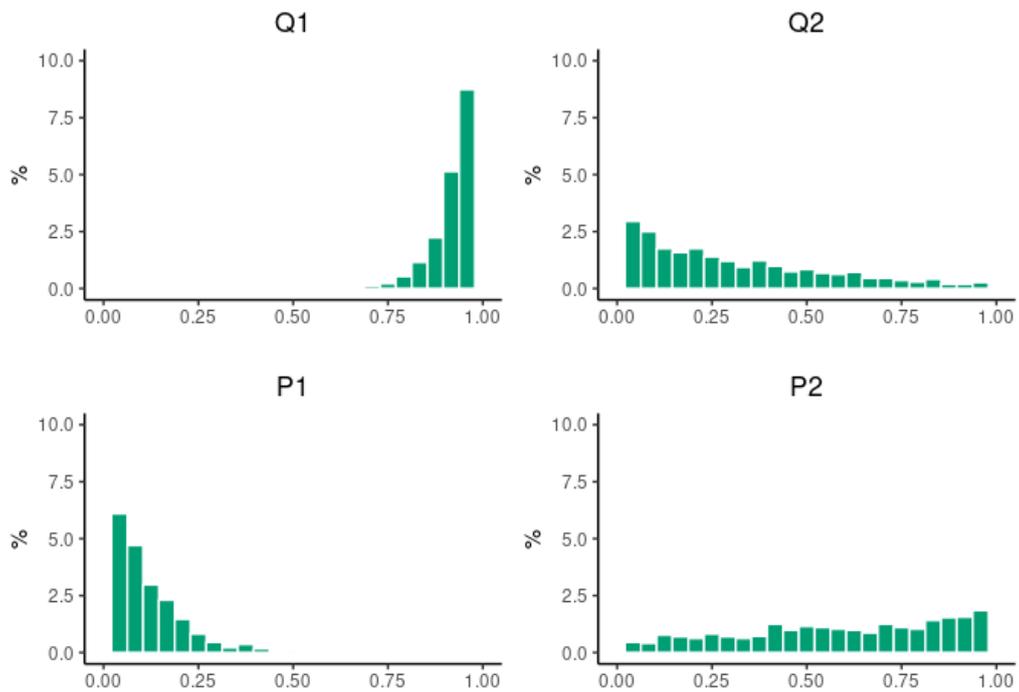


Figura A3: Histograma das características $\lambda = 1$.

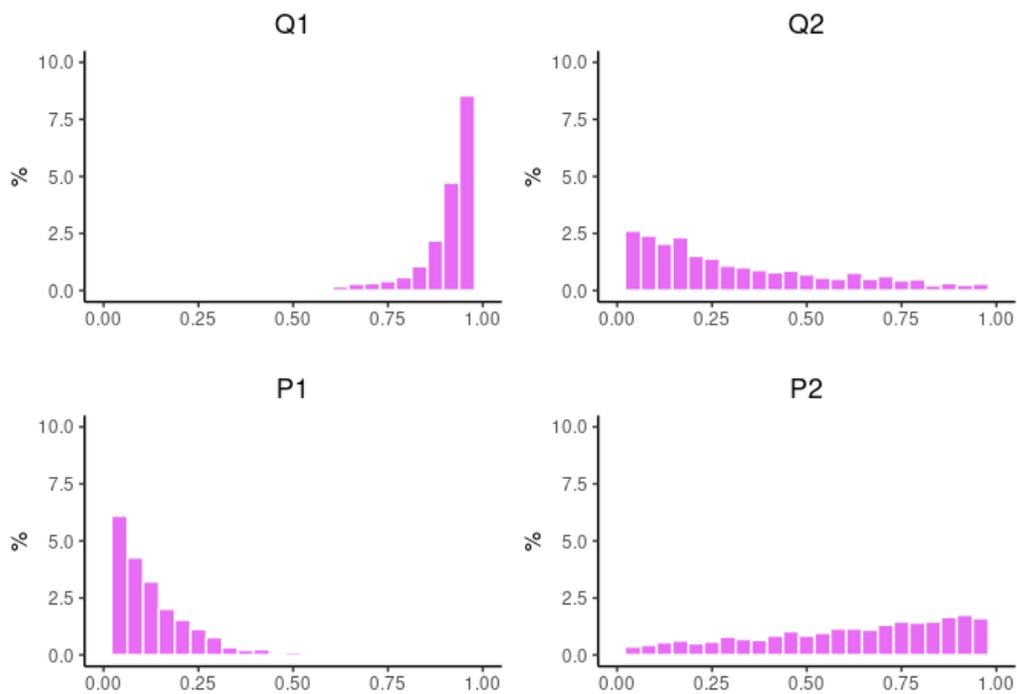


Figura A4: Histograma das características $\lambda = 1.5$.

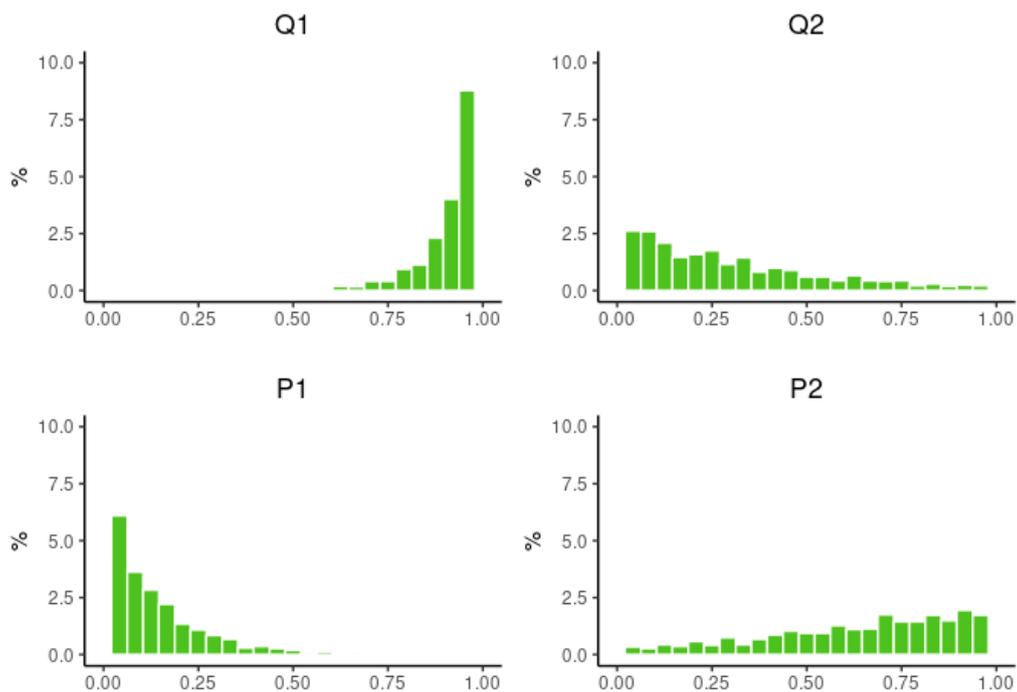


Figura A5: Histograma das características $\lambda = 2$.

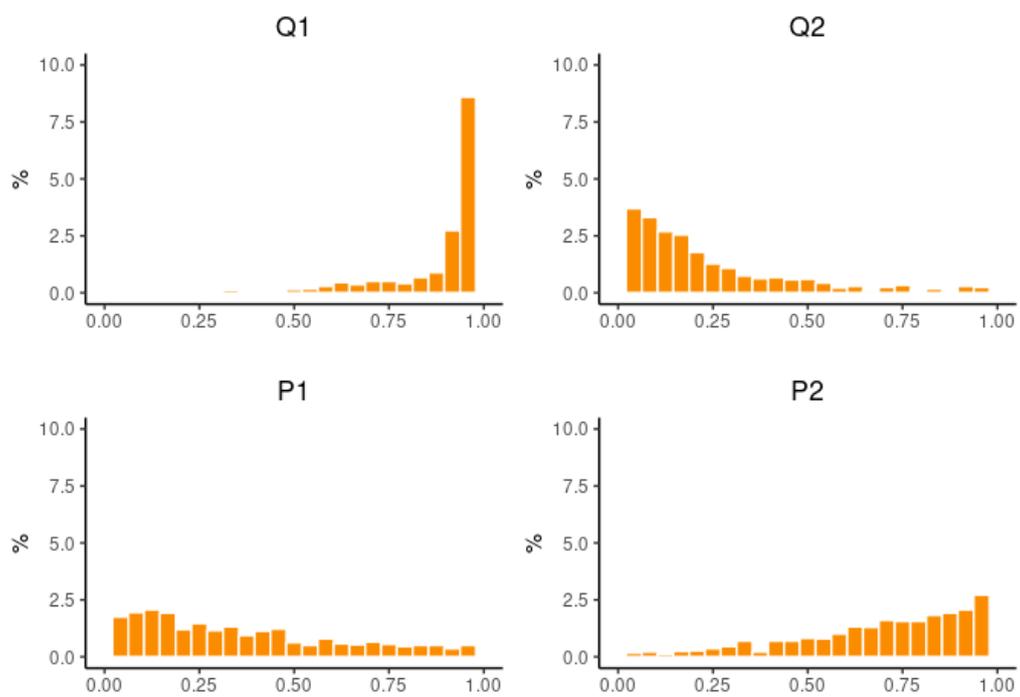


Figura A6: Histograma das características $\lambda = 10$.