

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



Israel Sales Ramos

Metodologia para otimização de anúncios pagos do Google

Trabalho de Graduação

2014

**Civil**

Israel Sales Ramos

# **Metodologia para otimização de anúncios pagos do Google**

Orientador

Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

**Engenharia Civil-Aeronáutica**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2014

## **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

### **Divisão de Informação e Documentação**

Ramos, Israel S.  
Metodologia para otimização de anúncios pagos do Google / Israel Sales Ramos  
São José dos Campos, 2014.  
54f.

Trabalho de Graduação – Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2014.  
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira

1. Econometria. 2. Programação Matemática. 3. Marketing. I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica.  
II. Título

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

RAMOS, Israel S. **Metodologia para otimização de anúncios pagos do Google**. 2014. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Israel Sales Ramos

TÍTULO DO TRABALHO: Metodologia para otimização de anúncios pagos do Google

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2014

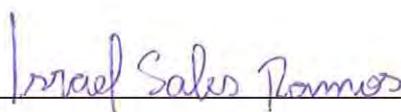
É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

---

Israel Sales Ramos  
Rua Gustavo Sampaio, n 764 – São Gerardo  
CEP 60455-001 – Fortaleza - CE

# METODOLOGIA PARA OTIMIZAÇÃO DE ANÚNCIOS PAGOS DO GOOGLE

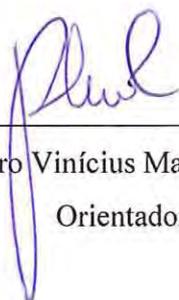
Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



---

Israel Sales Ramos

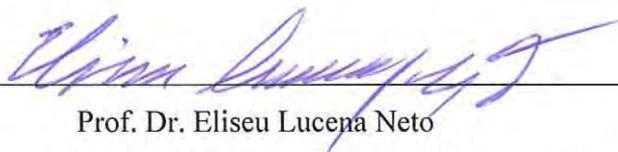
Autor



---

Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

Orientador



---

Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto

Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 25 de novembro de 2014

## RESUMO

Este Trabalho de Graduação visa à criação de uma nova metodologia de otimização de investimentos em anúncios pagos do Google, baseado na escolha da melhor oferta para cada uma das palavras-chave de um determinado portfólio de anúncios. O Trabalho é dividido em duas etapas: a modelagem econométrica da influencia da oferta de cada palavra-chave sobre sua eficiência e a otimização da oferta no contexto global de um portfólio de palavras-chave.

A modelagem foi desenvolvida por meio de rotinas computacionais do Software STATA de forma a obter equações que relacionem a oferta da palavra-chave com o seu custo por venda e com o seu Quota de Mercado. Foi utilizado, também, programação não-linear para decidir, a nível de portfólio, qual a melhor oferta para cada palavra-chave.

Ao final, foi feita uma comparação entre duas diferentes abordagens: uma utilizando apenas a oferta como critério de otimização e a outra utilizando a oferta e a posição média do anúncio para a tomada de decisão.

**Palavras-chaves:** Econometria; Carteira de projetos; Otimização; Análise de séries temporais; Internet; Marketing; Administração.

## **ABSTRACT**

This Graduate Work aims the creation of a new methodology for the optimization of the investments in paid advertisings on Google, based on the choice of the best offer for each keyword of a settled advertisement's portfolio. The Work is divided in two steps: the econometric modeling about the influence of the offer of each keyword over its efficiency and the optimization of the offer in the global context of the keywords' portfolio

The modeling was developed through the software STATA computer routines, in order to obtain equations that relate the keyword offer with its sales' cost and Quota de Mercado. It was also utilized non-linear programming to decide, at a portfolio level, which was the best offer to each keyword.

At last, it was made a comparison between both approaches: one using only the offer as an optimization criteria and the other using the offer and the advertising's Posição Média to the decision-making.

**Keywords:** Econometrics; Project portfolio; Optimization; Time series analysis; Internet; Marketing; Administration.

Dedico esse trabalho ao meu pai,  
Francisco Eduardo Nogueira Ramos

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, pelas oportunidades que me proporcionaram durante toda a minha vida.

Aos meus avós, que sempre alimentaram meus sonhos.

Aos meus amigos do ITA, por serem parte dessa conquista.

Aos professores Alessandro e Scarpel que me orientaram nesse trabalho

Aos demais professores do ITA e em especial aos professores da CIVIL, pelos ensinamentos e dedicação.

“If I have seen further than others, it is by standing upon the shoulders of giants.”

Isaac Newton

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Anúncios pagos (em negro) e anúncios orgânicos (em vermelho) .....	12
Figura 2: Faturamento e-commerce (em bilhões de reais) .....	13
Figura 3: Número de e-consumidor - em milhões .....	14
Figura 4: Anúncio padrão do Google .....	17
Figura 5: Volume de Busca para a palavra-chave “casaco” .....	20
Figura 7: Matriz de correlações de Pearson Oferta .....	30
Figura 8: Oferta Exponencial .....	31
Figura 9: Matriz de correlações de Pearson Posição Média .....	35
Figura 10: Matriz de correlações de Pearson Classificação do Anúncio .....	38
Figura 11: Ferramenta de otimização baseado em Oferta .....	41
Figura 12: Solver (Método e restrições) .....	42
Figura 13: Ferramenta de otimização baseado em Posição Média.....	43
Figura 14: Regressão Oferta x Quota de Mercado .....	50
Figura 15: Elasticidades da regressão Oferta x Quota de Mercado.....	50
Figura 16: Regressão Oferta x Custo por Ordem .....	51
Figura 17: Elasticidades da regressão Oferta x Custo por Ordem.....	51
Figura 18: Regressão Posição Média x Quota de Mercado.....	51
Figura 19: Elasticidades da regressão Posição Média x Quota de Mercado .....	52
Figura 20: Regressão Posição Média x Custo por Ordem.....	52
Figura 21: Elasticidades da regressão Posição Média x Custo por Ordem .....	52
Figura 22: Regressão Classificação do Anúncio Competitor Raiz x Posição Média.....	53
Figura 23: Elasticidades da regressão Classificação do Anúncio Competitor Raiz x Posição Média.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de palavras para anúncios de texto do Google .....	16
Tabela 2: Exemplos de Oferta .....	17
Tabela 3: Exemplo de Classificação do Anúncio e do posicionamento do anúncio .....	18
Tabela 4: Teste Breusch – Pagan para Oferta.....	28
Tabela 5: Matriz de correlações Oferta .....	29
Tabela 6: VIF para regressão modelo de Quota de Mercado .....	32
Tabela 7: VIF para regressão modelo de Custo por Ordem .....	32
Tabela 8: Teste RESET (Modelo Oferta) .....	32
Tabela 9: Teste Breusch – Pagan para Posição Média .....	33
Tabela 10: Matriz de correlações Posição Média.....	34
Tabela 11: VIF para regressão Posição Média x Quota de Mercado .....	36
Tabela 12: VIF para regressão Posição Média x Custo por Ordem .....	36
Tabela 13: Teste RESET (Modelo Posição Média).....	36
Tabela 14: Matriz de correlação Classificação do Anúncio x Posição Média .....	38
Tabela 15: VIF para regressão Classificação do Anúncio x Posição Média .....	39
Tabela 16: Resultados do modelo baseado em Oferta.....	44
Tabela 17: Resultados do modelo baseado em Posição Média .....	45
Tabela 18: Resultados comparativos entre os métodos .....	46

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
1.1	MOTIVAÇÃO .....	13
1.2	OBJETIVO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL.....	16
2.1	PALAVRAS-CHAVE .....	16
2.2	ANÚNCIOS.....	16
2.3	VARIÁVEIS.....	17
2.3.1	OFERTA.....	17
2.3.2	ÍNDICE DE QUALIDADE .....	18
2.3.3	CLASSIFICAÇÃO DO ANÚNCIO .....	18
2.3.4	CPC .....	19
2.3.5	VOLUME DE BUSCA.....	19
2.3.6	PARCELA DE IMPRESSÃO DA REDE DE PESQUISA .....	20
2.3.7	CTR.....	20
2.3.8	TAXA DE CONVERSÃO .....	20
2.3.9	QUOTA DE MERCADO .....	20
2.3.10	CUSTO POR ORDEM .....	21
2.3.11	DURAÇÃO MÉDIA DE UMA VISITA .....	21
2.3.12	TAXA DE COMPETIÇÃO.....	21
2.4	DEFINIÇÃO DO DESAFIO .....	21
3	MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MULTIPLA .....	24
3.1	MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS (MQO).....	24
3.2	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO <b>R<sup>2</sup></b> .....	25
3.3	TESTE T DOS PARÂMETROS.....	25
3.4	TESTE F .....	26
3.5	MULTICOLINEARIDADE.....	26
3.6	HETEROSCEDASTICIDADE.....	26
3.7	TESTE RESET .....	26
4	MODELAGEM ECONOMETRICA.....	28
4.1	DADOS COLETADOS.....	28

4.2	SOFTWARE UTILIZADO .....	28
4.3	MODELO BASEADO EM OFERTA .....	28
4.4	MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA.....	33
5	OTIMIZAÇÃO .....	40
5.1	MODELOS BASEADO EM OFERTA.....	40
5.2	MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA.....	42
6	ESTUDO DE CASO .....	43
6.1	MODELO BASEADO NA MÉDIA DE CUSTO POR ORDEM (MÉTODO 1).....	43
6.2	MODELO BASEADO EM OFERTA (MÉTODO 2) .....	44
6.3	MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA (MÉTODO 3) .....	45
6.4	COMPARAÇÃO DOS MODELOS .....	46
7	CONCLUSÕES .....	48
8	REFERÊNCIAS .....	49
	ANEXOS .....	50
	MODELO BASEADO EM MAX CPC .....	50
	MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA.....	51
	REGRESSÃO CLASIFICAÇÃO DO ANÚNCIO COMPETITOR X POSIÇÃO MÉDIA .....	53

# 1 INTRODUÇÃO

Google adwords é o nome da ferramenta de publicação de anúncios disponibilizada pelo Google. A empresa aproveita os bilhões de visitantes mensais de sua plataforma para publicar anúncios.

Quando é feita uma busca no Google o sistema identifica quais anunciantes escolheram publicar seu anúncio para a palavra-chave buscada e de acordo com a quantidade paga por cada anunciante (Oferta) e com a qualidade de seus anúncios (Índice de Qualidade) é feito o posicionamento dos mesmos.

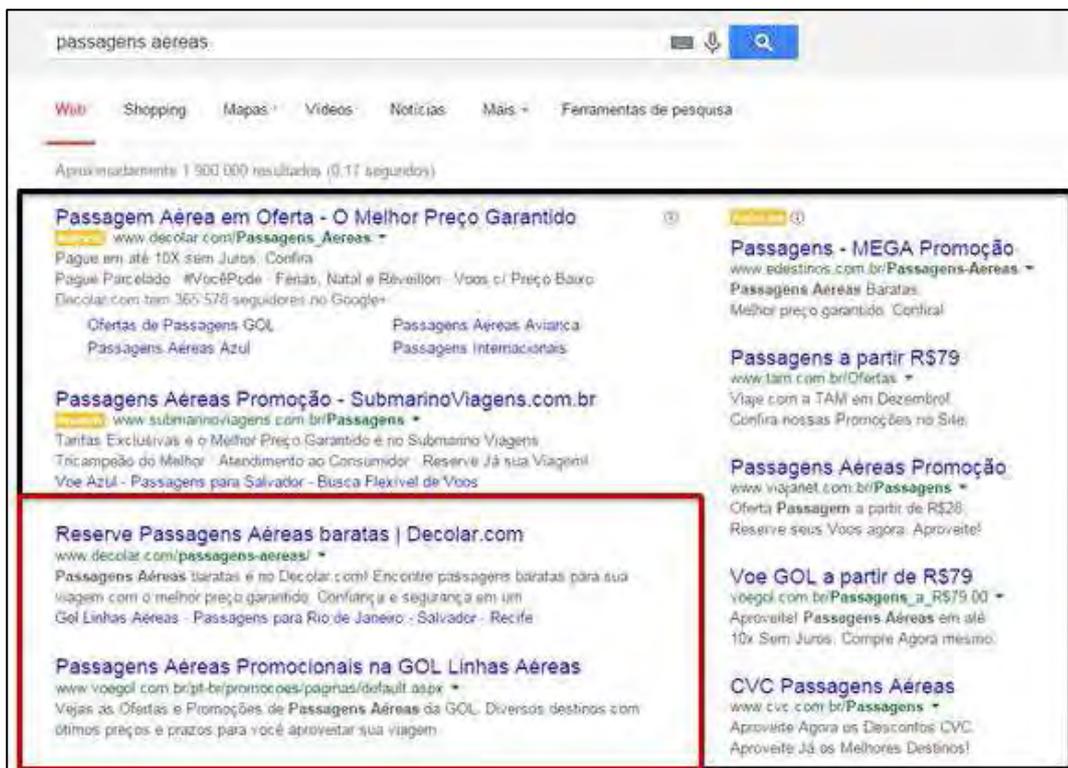


Figura 1: Anúncios pagos (em negro) e anúncios orgânicos (em vermelho)

O sistema funciona como um leilão no qual cada anunciante declara quanto está disposto a pagar por cada anúncio. Uma métrica chamada de “Ad Rank” definida pelo produto do Oferta pelo Índice de Qualidade é utilizada para definir o posicionamento de cada anúncio.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

Dispensando a construção de lojas físicas, que aumentam consideravelmente os custos fixos, e contando com a migração de clientes do mercado off-line, o mercado de e-commerce tem se tornado cada vez mais atrativo no cenário nacional. Somente em 2013 o faturamento com comércio eletrônico foi de 28.8 bilhões de reais, representando um aumento de 28% em relação ao ano de 2012 (Webshoppers, 2014) (Figura 2).

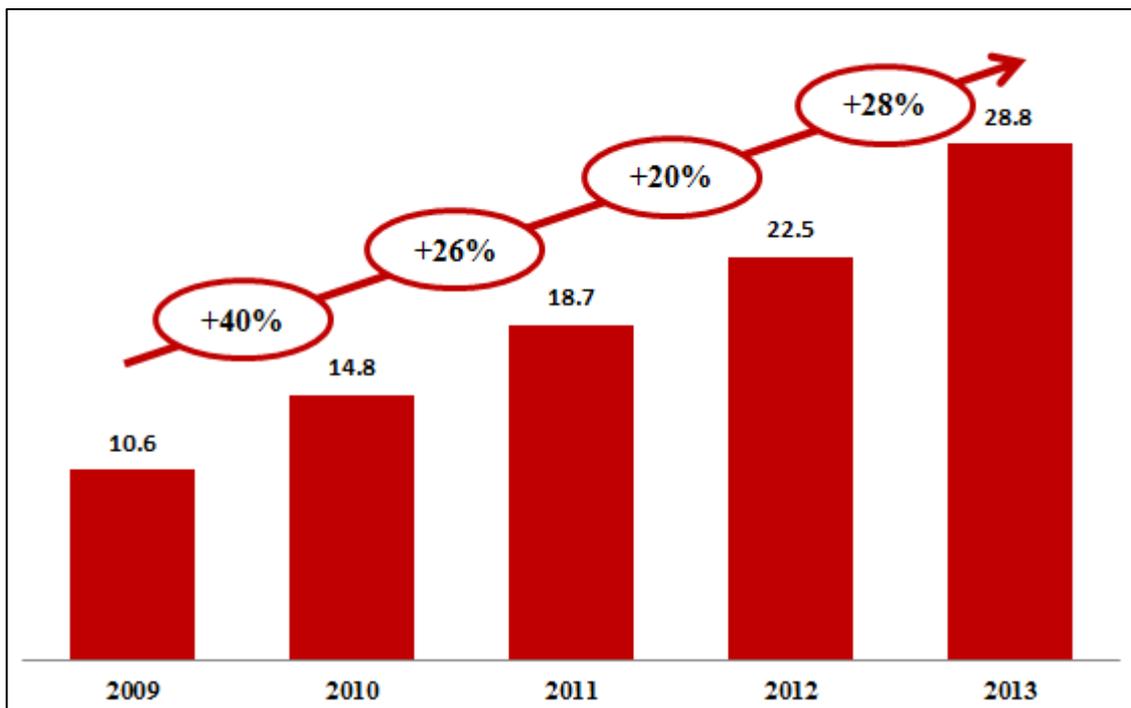


Figura 2: Faturamento e-commerce (em bilhões de reais)

O número de e-consumidores atingiu o valor de 51.3 milhões no final de 2013 (Figura 3) e possui a previsão de chegar ao patamar de 63 milhões de usuários no final de 2014, ou seja, mais de 30% dos brasileiros terão realizado alguma compra online (Webshoppers, 2014).

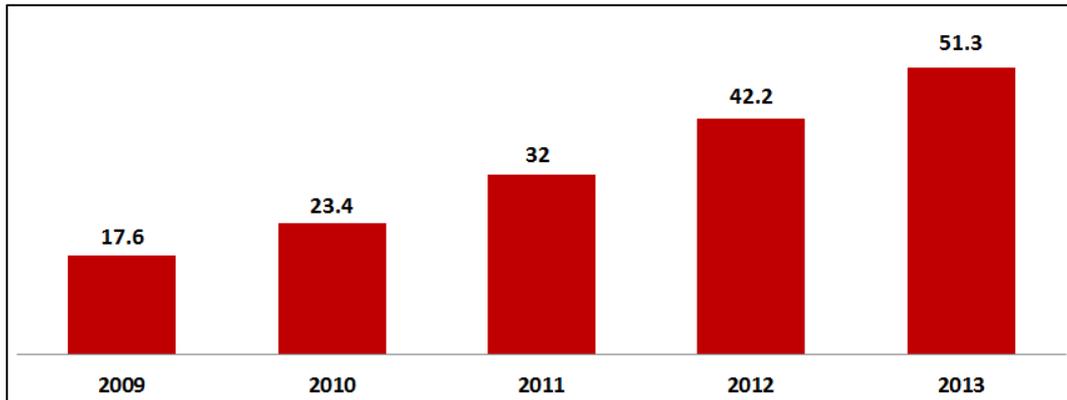


Figura 3: Número de e-consumidor - em milhões

As grandes empresas varejistas brasileiras tem aproveitado a mudança de paradigma e investido cada vez mais no mercado online de venda criando gigantes do ecommerce brasileiro: Nova Pontocom, controladora das operações online da Casas Bahia, Extra e Ponto Frio, e a B2W, controladora das operações online da americanas.com, Submarino, Shoptime e Sou Barato.

O varejo online trouxe consigo mudanças na maneira de divulgar seus produtos. O marketing off-line (televisão, radio, outdoor, banners, etc) não capturava todas as oportunidades possíveis de convencer um cliente a realizar uma compra. Foi então que surgiu o marketing online, totalmente conectado com o uso da internet.

Dentre os vários canais, destaca-se o anúncio de texto do Google por ser o mais difundido no mercado mundial. Esse tipo de anúncio possui a vantagem de ser visível para o consumidor apenas quando o mesmo realiza uma busca no site do Google sobre um tema relacionado ao produto oferecido pela empresa. O anúncio do produto, portanto, é direcionado somente aos usuários que realmente possuem interesse nele.

## 1.2 OBJETIVO

Diferentemente do marketing off-line, no qual é difícil mensurar o impacto sobre as vendas de uma determinada campanha, o marketing online oferece muitos recursos para avaliar o desempenho de suas campanhas: número de vendas por uma determinada campanha, tempo de permanência na página web, número de pessoas que chegaram até a página de pagamento, mix de produto, custos exatos com cada campanha. São quase ilimitadas as métricas de desempenho que se pode observar no marketing online.

Apesar da imensa base de dados disponível para análise é raro encontrar empresas que consigam aproveitar toda essa informação para a tomada de decisão estratégica. O intuito desse trabalho foi, portanto, criar uma abordagem para determinar o valor ótimo da oferta de cada uma das palavras-chave de um portfolio de anúncios pagos do Google. A metodologia baseou-se na otimização do máximo valor pago por um click com o objetivo de maximizar o número de vendas a um determinado valor de custo por transação estabelecido. Dessa maneira, para uma determinada situação financeira da empresa (máximo valor admitido por uma transação), é possível predizer o máximo número de transações de um determinado portfolio de campanhas.

Existem diversas ferramentas no mercado que fazem a otimização da oferta para palavras-chave (Camato, 2014) (Smartsuite, 2014), porém poucas são as referências divulgadas que tratam do assunto. Esse trabalho vem, portanto, explorar mais sobre o tema da otimização.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL

### 2.1 PALAVRAS-CHAVE

Os anúncios são associados a palavras-chave definidas pelo anunciante e cada vez que alguém busca no Google alguma dessas palavras-chave, os anúncios podem aparecer para quem está realizando a busca. Na prática existem três tipos de palavras: amplias, frases e exatas que são exemplificadas na Tabela 1.

**Tabela 1: Tipos de palavras para anúncios de texto do Google**

<b>Tipo de Palavra</b>	<b>Exemplo de Palavra</b>	<b>Como é simbolizada</b>	<b>Anúncios podem aparecer em buscas que contenham:</b>	<b>Exemplo de buscas que ativarão essa palavra</b>
Amplia	Passagens aéreas	+passagens + aéreas	Inclui erros de digitação, sinônimos, buscas relacionadas ao tema	Passagens de avião
Frase	Passagens aéreas	“passagens aéreas”	São frases e pequenas variações dessas frases	Horários passagens aéreas
Exata	Passagens aéreas	[passagens aéreas]	É a busca exata e pequenas variações da mesma	Passagens aéreas

### 2.2 ANÚNCIOS

Os anúncios possuem a seguinte estrutura básica, exemplificada na Figura 4:



Figura 4: Anúncio padrão do Google

- **Título:** Primeira linha do anúncio que aparece na cor azul
- **URL de Visualização:** URL que estará visível no anúncio. Utiliza-se uma URL diferente da verdadeira URL da pagina web para tornar o anúncio mais atrativo.
- **URL de destino:** Pagina web de destino na qual será direcionado o usuário.
- **Linha descritiva 1:** Linha utilizada para descrever mais sobre a empresa e o produto
- **Linha descritiva 2:** Linha secundária que é utilizada de apoio para descrever em mais detalhes a empresa e o produto.

## 2.3 VARIÁVEIS

Nessa sessão é apresentado o conceito de todas as variáveis utilizadas para a resolução do problema, discorrendo um pouco sobre a importância de cada uma delas para a tomada de decisão.

### 2.3.1 OFERTA

O sistema de anúncios de texto do Google utilizado é chamado “Cost-per-click bidding” e funciona como um leilão no qual cada anunciante define qual o valor máximo deseja pagar por um click para que o seu anúncio seja divulgado na busca do Google.

Tabela 2: Exemplos de Oferta

Palavra	Anunciante	Oferta
[passagens aéreas]	TAM	R\$ 1,00
[passagens aéreas]	Submarino Viagens	R\$ 1,50
[passagens aéreas]	Decolar.com	R\$ 1,50

Palavra	Anunciante	Oferta
[reserva de hotel]	Decolar.com	R\$ 1,00
[reserva de hotel]	Booking.com	R\$ 1,50

### 2.3.2 ÍNDICE DE QUALIDADE

O Índice de Qualidade é um índice de qualidade que o Google dá a cada palavra-chave e que serve de base para definir o posicionamento dos anúncios. O intuito é evitar que usuários do Google tenham sua experiência prejudicada pela má qualidade de um anúncio. O Índice de Qualidade depende basicamente de 3 fatores:

- **CTR:** Mede o quão atrativo é um anúncio para os usuários do Google. Basicamente é o número de clicks que recebeu o anúncio dividido pelo número de vezes que o mesmo foi mostrado. Será discutido com mais profundidade mais adiante.

- **Relevância do Anúncio:** Métrica utilizada para medir se o anúncio está relacionado com a palavra-chave

- **Experiência da página de destino:** Métrica utilizada para avaliar a experiência do usuário na página de destino do anúncio.

### 2.3.3 CLASSIFICAÇÃO DO ANÚNCIO

Classificação do Anúncio é a métrica utilizada pelo Google para definir o posicionamento do anúncio em sua página de busca. É definido pela multiplicação da Oferta pelo Índice de Qualidade. Quanto mais alto o valor do Classificação do Anúncio melhor será o posicionamento do anúncio, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Exemplo de Classificação do Anúncio e do posicionamento do anúncio

Anunciante	Palavra	Oferta	Índice de Qualidade	Classificação do Anúncio	Posição
TAM	[passagens aéreas]	R\$ 1,00	9	9,00	1º Lugar
Submarino Viagens	[passagens aéreas]	R\$ 1,10	8	8,80	2º Lugar

Anunciante	Palavra	Oferta	Índice de Qualidade	Classificação do Anúncio	Posição
Decolar.com	[passagens aéreas]	R\$ 1,20	7	8,40	3º Lugar

### 2.3.4 CPC

O Google não cobra do anunciante o valor da Oferta por um click. O valor cobrado (CPC) é o menor valor necessário para manter a mesma posição definida pela Classificação do Anúncio. Dessa maneira, o valor é calculado dividindo-se o valor da Classificação do Anúncio do competidor com uma posição inferior pelo Índice de Qualidade da palavra-chave do anunciante em questão e somando a este valor a quantia de R\$ 0,01.

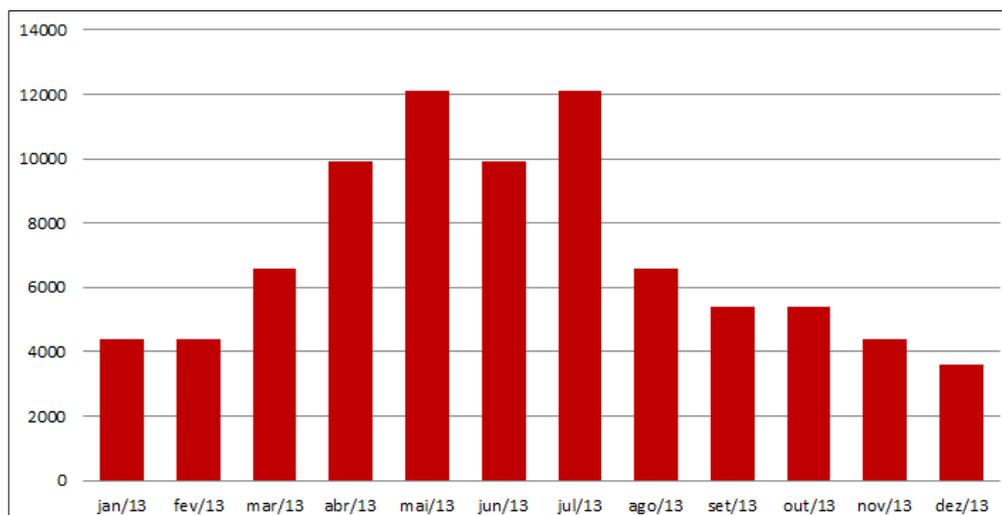
$$CPC = \frac{\textit{Classificação do competidor com posição inferior}}{\textit{Índice de Qualidade da palavra - chave}} + 0,01 \quad (1)$$

$$CPC_{TAM} = \frac{8,8}{9} + 0,01 = R\$ 0,99 \quad (2)$$

$$CPC_{Submarino} = \frac{8,4}{8} + 0,01 = R\$ 1,06 \quad (3)$$

### 2.3.5 VOLUME DE BUSCA

O Volume de Busca é volume de busca mensal para uma determinada palavra-chave. O Volume de Busca representa a demanda do mercado.



**Figura 5: Volume de Busca para a palavra-chave “casaco”**

Como visto na Figura 5 o volume pode mudar de acordo com a época do ano. A metodologia desenvolvida também terá que levar em consideração essas mudanças.

### **2.3.6 PARCELA DE IMPRESSÃO DA REDE DE PESQUISA**

A Parcela de Impressão é definida pelo número de vezes em que o anúncio foi mostrado dividido pelo Volume de Busca da palavra-chave.

### **2.3.7 CTR**

O CTR é definido como a razão entre o número clicks no anúncio e o número de impressões do anúncio. Essa é a métrica que possui maior peso para a definição do Índice de Qualidade.

### **2.3.8 TAXA DE CONVERSÃO**

A Taxa de Conversão é a razão entre o número de vendas e o número de clicks necessários para gerar tais vendas.

### **2.3.9 QUOTA DE MERCADO**

Para a aplicação da metodologia criou-se uma métrica que é definida pela razão entre o número de vendas provinda de uma determinada palavra-chave e o seu Volume de Busca, ou seja, qual é a porcentagem da demanda por uma palavra-chave está sendo transformada em venda.

### 2.3.10 CUSTO POR ORDEM

Custo por Ordem é a média do custo decorrente de uma venda. Por exemplo, foi necessário 1 mil clicks de um anúncio a um CPC de R\$ 0,20 para realizar 10 vendas, o Custo por Ordem será calculado da seguinte maneira:

$$\text{Custo por Ordem} = \frac{\text{Custo}}{\text{Número de vendas}} = \frac{1000 \times \text{R\$ } 0,20}{10} = \text{R\$ } 20,00/\text{venda}$$

### 2.3.11 DURAÇÃO MÉDIA DE UMA VISITA

O Google permite saber qual foi o tempo médio de duração de um usuário na página web a qual ele foi direcionado. Um alto valor dessa métrica, em geral, significa que a mensagem divulgada no anúncio e que a palavra-chave que o ativou estão atraindo o público alvo correto para o seu produto e mais do que isso, que navegação na página web está agradando aos usuários.

### 2.3.12 TAXA DE COMPETIÇÃO

Taxa de Competição é definido como a porcentagem das vezes em que um determinado competidor tem o seu anúncio publicado para uma mesma palavra-chave escolhida. Exemplificando, se a empresa TAM e a empresa Submarino Viagens publicam anúncios para a mesma palavra-chave [passagens aéreas] e seus anúncios são publicados 100 vezes e 30 vezes respectivamente, então a Submarino Viagens possui uma taxa de competição de 30% nos anúncios da TAM. Essa métrica é importante para medir a competição com outros grandes anunciantes que possuem produtos similares.

## 2.4 DEFINIÇÃO DO DESAFIO

O principal desafio encontrado pelos que gerenciam contas em Google Adwords é aperfeiçoar o investimento em seus anúncios. Existem diversas ações que se pode tomar para diminuir custos e gerar mais clientes: melhorar qualidade do anúncio, utilizar palavras-chaves exatas para diminuir o risco, utilizar palavras-chave que tragam fluxo de clientes interessados em produtos substitutos (vender passagem de avião para quem está interessado em comprar passagem de ônibus), criar páginas web de destino mais atrativas para os usuários. Uma ação

muito conhecido pelos usuários de Adwords é mudança da Oferta. Por afetar diretamente os custos e a receita gerada pelas campanhas, é muito utilizada para tomada de decisões estratégicas da empresa. Por exemplo, a empresa decide duplicar suas vendas em um determinado mês ainda que a rentabilidade caia um pouco ou a empresa está passando por uma fase de redução de custos e precisa tornar mais rentáveis as campanhas de marketing online, ainda que essa decisão implique em uma redução no número vendas.

A correta escolha da Oferta para cada uma das palavras-chave de um portfólio é, portanto, de extrema importância para o crescimento sustentável das vendas de uma empresa que utiliza esse canal de marketing.

A metodologia adota por esse trabalho será definir equações, através de regressões multivariadas, que relacionem as variáveis de Oferta, Quota de Mercado e Custo por Ordem, segundo as seguintes equações:

$$\begin{aligned} & \text{Quota de Mercado}_{final} \\ & = f(\text{Quota de Mercado}_{inicial}, \text{Oferta}_{final}, \text{Oferta}_{inicial}, ) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} & \text{Custo por Ordem}_{final} \\ & = f(\text{Custo por Ordem}_{inicial}, \text{Oferta}_{final}, \text{Oferta}_{inicial}, ) \end{aligned} \quad (5)$$

Posteriormente, essas equações serão utilizadas para montar um sistema não linear no qual serão definidos as Ofertas de cada palavra-chave de modo a maximizar o número de vendas a um máximo Custo por Ordem estabelecido para o portfólio de campanhas.

Por fim, esse modelo será comparado a um modelo utilizando a Posição Média como métrica intermediária das equações, ou seja, o problema será resolvido em uma etapa a mais. Primeiramente, serão geradas as seguintes equações:

$$\begin{aligned} & \text{Quota de Mercado}_{final} = \\ & f(\text{Quota de Mercado}_{inicial}, \text{Posição Média}_{final}, \text{Posição Média}_{inicial}, ) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \text{Custo por Ordem}_{final} \\ & = f(\text{Custo por Ordem}_{inicial}, \text{Posição Média}_{final}, \text{Posição Média}_{inicial}, ) \end{aligned} \quad (7)$$

Então, é definida a Posição Média para cada palavra-chave de modo a maximizar o número de vendas. Posteriormente, encontra-se a Oferta referente a cada Posição Média através da equação:

$$Posição\ Média_{final} = f(Posição\ Média_{inicial}, Oferta_{final}, Oferta_{inicial},) \quad (8)$$

Finalmente uma comparação entre os dois modelos é feita a fim de identificar qual dos dois modelos melhor se aplica ao problema.

### 3 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Uma Regressão linear múltipla é definida quando duas ou mais variáveis independentes se relacionam de forma linear para tentar explicar o comportamento de uma variável que será chamada de dependente.

O modelo de uma regressão linear múltipla com  $k$  variáveis é dado por:

$$y = \beta_0 + x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + x_3\beta_3 + \dots + x_k\beta_k + e \quad (9)$$

Para uma amostra com  $n$  observações, o modelo pode ser escrito da seguinte na forma matricial:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{k2} \\ 1 & x_{13} & x_{23} & \dots & x_{k3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{kn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ \dots \\ e_n \end{pmatrix} \quad (10)$$

O valor  $x_{ji}$  é a  $j$ -ésima variável da  $i$ -ésima observação. A equação é então resumida da seguinte forma:

$$y = Xb + e \quad (11)$$

#### 3.1 MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS (MQO)

O método MQO baseia-se na minimização da soma do quadrado dos erros ( $S(b) = \sum_{i=1}^n e_i^2$ ). Utilizando a equação 16:

$$S(b) = \sum_{i=1}^n e_i^2 = e'e = (y - Xb)'(y - Xb) = y'y - y'Xb - b'X'y - b'X'Xb \quad (12)$$

A minimização ocorrerá quando a derivada de  $S(b)$  em relação a  $b$  for zero.

$$\frac{\partial S}{\partial b} = -2X'y + 2X'Xb = 0 \quad (13)$$

$$b = (X'X)^{-1}X'y \quad (14)$$

Para a utilização do método dos mínimos quadrados é necessário que algumas premissas sejam cumpridas:

- Os regressos são fixos: as variáveis da matriz X não são estocásticas.
- O erro é aleatório com média zero
- Homoscedasticidade
- Não existe correlação entre os erros das observações
- Os parâmetros do modelo são valores fixos e desconhecidos
- Modelo é linear
- Erro tem distribuição normal

Quando alguma dessas premissas não é cumprida o método pode gerar estimadores com viés.

### 3.2 COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO $R^2$

O coeficiente de determinação é uma medida da qualidade do modelo em relação a estimação correta da variável dependente y. O coeficiente é definido matematicamente como:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (15)$$

Onde  $y_i$  é a variável independente e  $\hat{\mu}_i$  os valores preditos pelo modelo.

### 3.3 TESTE T DOS PARÂMETROS

O teste T de student tem por objetivo testar a significância das variáveis independentes individualmente. Se a hipótese nula  $H_0: \beta_n = 0$ , não for rejeitada, significa que a variável independente x não tem efeito sobre a explicação da variável y, caso contrario aceita-se a hipótese alternativa  $H_1: \beta_n \neq 0$ .

### **3.4 TESTE F**

O teste F é um teste de significância global, similar ao teste t. Esse teste verifica se existe relação linear entre a variável Y e as variáveis explicativas X em que abaixo do nível de significância rejeita-se a hipótese nula, e acima aceita-se.

### **3.5 MULTICOLINEARIDADE**

Multicolinearidade é um problema onde as variáveis independentes possuem relações lineares exatas ou aproximadamente exatas. Um indício claro de multicolinearidade é quando o valor de  $R^2$  é elevado, porém nenhum dos coeficientes da regressão é estatisticamente significativo segundo a estatística t. A consequência da multicolinearidade em uma regressão é a presença de erro-padrão elevado no caso de multicolinearidade moderada ou severa.

A multicolinearidade foi identificada por meio do Teste de fator inflação da variância – FIV. Como regra prática, para valores de  $FIV > 10$  observa-se problemas de multicolinearidade.

### **3.6 HETEROSCEDASTICIDADE**

A regressão linear possui a premissa que a variância dos erros “e”, são constantes e condicionais aos valores das variáveis explicativas. O fenômeno ocorre quando as variâncias não são iguais, ou apresentam uma forte dispersão. Como consequência os estimadores de MQO são comprometidos em grau de confiabilidade.

A identificação da heteroscedasticidade foi feita pelo teste de Breusch – Pagan, tem como teste de hipótese nula, que as variâncias dos erros são iguais, homoscedásticas, e a hipótese alternativa é que as variâncias de erros são heteroscedásticas.

A estimação robusta é um método de correção para o caso de heteroscedasticidade, que possibilitará ainda o uso do método dos mínimos quadrados ordinários, em outras palavras, é uma espécie de validação junto a heteroscedasticidade.

### **3.7 TESTE RESET**

Esse teste foi proposto por Ramsey como um teste geral de erro de especificação de regressão. A ideia de Ramsey é que se é percebido um padrão em que a média muda

sistematicamente com o estimado, aumentará  $R^2$  sistematicamente. Isso indicaria que a função está incorreta.

Ramsey, propõe testar a adição de potências na regressão original. Nesse teste, incluem-se dentre as variáveis dependentes estimadas, duas potências uma ao quadrado e outra ao cubo da variável dependente:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \beta_3 X_i^2 + \beta_4 X_i^3 + u_1 \quad (16)$$

É admitido um novo teste  $R^2$ , é feita uma relação com o  $R^2$  antigo e calcula-se novamente o teste F, a partir da seguinte fórmula:

$$F = \frac{(R_{novo}^2 - R_{velho}^2) / (\text{número de novos regressores})}{(1 - R_{novo}^2) / (n - \text{número de parâmetros no novo modelo})} \quad (17)$$

Se o valor calculado de F for significativo, a um nível de significância de 5%, aceita-se a hipótese de que o modelo está especificado corretamente.

## 4 MODELAGEM ECONOMETRICA

### 4.1 DADOS COLETADOS

Os dados utilizados para a modelagem econométrica são dados diários retirados da conta de Google Adwords da Empresa CLICKBUS SERVICOS DE AGENDAMENTO LTDA. A empresa se dedica a venda online de passagens rodoviárias. O site da empresa ([www.clickbus.com.br](http://www.clickbus.com.br)) agrega os serviços de diversas empresas de ônibus rodoviários comparando os preços das passagens, a duração de viagem e tipo de serviço oferecido. Foram colhidos dados referentes a palavra-chave [viação cometa no período de 24/01/2014 a 03/11/2014.

### 4.2 SOFTWARE UTILIZADO

O Software empregado para as análises econométricas foi o Stata/SE 11.1, por ser o utilizado na disciplina de TRA-44 Planejamento dos Transportes e possuir todas as ferramentas necessárias para as análises requeridas.

### 4.3 MODELO BASEADO EM OFERTA

Para modelar a Quota de Mercado foram utilizadas as seguintes variáveis: Oferta Exponencial, Taxa de Conversão, Tendência, Volume de Busca, Dummies de Mês e Dummies de dias da semana.

Primeiramente, realizou-se o teste de heteroscedasticidade de Breusch – Pagan (Tabela 4)

**Tabela 4: Teste Breusch – Pagan para Oferta**

Variável Dependente da Regressão	$X^2$
Quota de Mercado	54,97
Custo por Ordem	541,00

Os resultados presentes na Tabela 4 indicam que as duas regressões possuem indícios de heteroscedasticidade. Utilizou-se, então, uma regressão linear com controle de autocorrelação e heteroscedasticidade (Estimador de Variância de Newey-West). Além disso,

com o objetivo de corrigir o problema da heteroscedasticidade utilizou-se a forma funcional logarítmica para o caso da variável dependente.

Com o objetivo de investigar o problema da correlação entre as variáveis gerou-se a matriz de correlação, presente na Tabela 5.

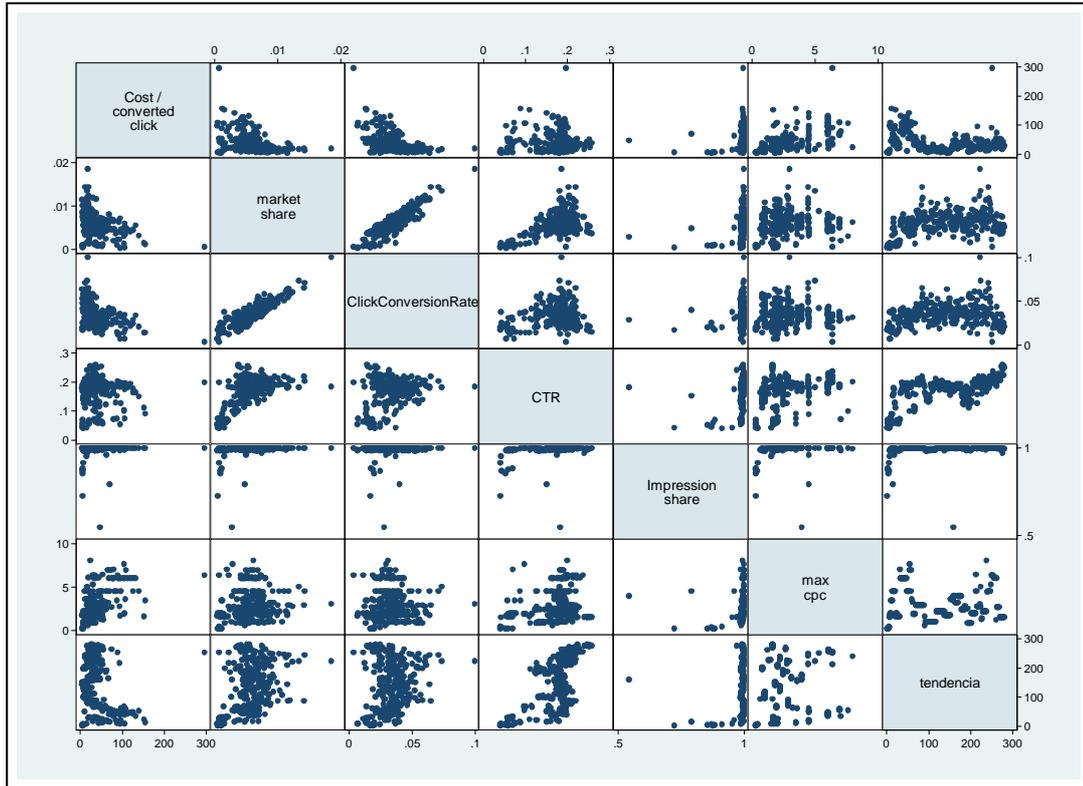
**Tabela 5: Matriz de correlações Oferta**

	<b>Custo por Ordem</b>	<b>Quota de Mercado</b>	<b>Oferta</b>	<b>Volume de Busca</b>	<b>Tendência</b>
Custo por Ordem	1				
Quota de Mercado	-0,3908	1			
Oferta	0,5335	0,084	1		
Volume de Busca	0,1915	-0,1726	0,0864	1	
Tendência	-0,2661	0,3363	-0,0261	-0,7496	1

O maior módulo de correlação encontrada foi entre o Volume de Busca e a Tendência (-0,7496), porém, não temos indícios de correlação forte entre as variáveis.

Todas as relações apresentadas na Tabela 5 estão de acordo com as observações práticas do comportamento de anúncios em adwords. A principal conclusão é de que a Oferta se relaciona de forma positiva com o Custo por Ordem e Quota de Mercado, ou seja, um aumento no valor da Oferta irá gerar um aumento do número de vendas, porém ocasionará, também, um aumento no custo por venda. A variável de tendência se relaciona negativamente com o Custo por Ordem e positivamente com o Quota de Mercado, mostrando que com o passar do tempo a palavra tornou-se mais rentável. Pode-se atribuir essa melhoria as constantes mudanças nos textos dos anúncios, as melhorias de usabilidade do site e a implementação de novos meios de pagamento.

A seguir utilizou-se a matriz de correlações de Pearson para investigar que tipo de relação possuem as variáveis entre si.



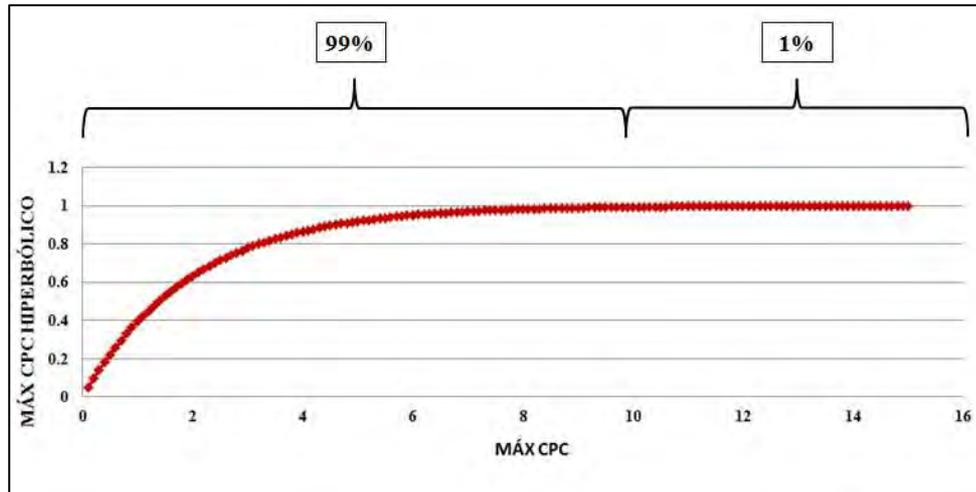
**Figura 6: Matriz de correlações de Pearson Oferta**

Deve-se observar que o tipo de relação existente na Matriz de Pearson é apenas um indicio do verdadeiro comportamento entre as variáveis, pois o cruze feito na Matriz é apenas entre duas variáveis e não leva em conta o peso das demais variáveis. Portanto, as relações evidenciadas aqui devem ser comprovadas posteriormente através de argumentos econométricos e comprovação pratica desse comportamento.

Um ponto muito importante dessa modelagem foi perceber que o Custo por Ordem e a Quota de Mercado não variam de forma linear com a Oferta. Na pratica, percebe-se que a partir de certo valor, incrementos no Oferta não geram aumento no número de vendas nem aumento de Custo por Ordem. Optou-se, então, em transformar os dados de Oferta na seguinte equação:

$$Oferta_{Exponencial} = 1 - e^{-0.5*Oferta} \quad (18)$$

A equação foi desenhada de modo que alterações no valor de Oferta quando o mesmo se encontrar acima R\$ 10,00 não representem mudanças significativas no  $Oferta_{Exponencial}$  (Figura 7).



**Figura 7: Oferta Exponencial**

A forma funcional utilizada foi então:

$$\ln(\text{Quota de Mercado}) = \beta_1 * \text{Oferta}_{\text{Exponencial}} + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} + \beta_3 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta * \text{Dummines Mês} + \beta * \text{Dummies de dia da semana} \quad (19)$$

$$\ln(\text{Custo por Ordem}) = \beta_1 * \text{Oferta}_{\text{Exponencial}} + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} + \beta_3 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta * \text{Dummines Mês} + \beta * \text{Dummies de dia da semana} \quad (20)$$

Os resultados das regressões estão expostos da Figura 13 a Figura 16 do anexo do presente documento.

Os valores de  $R^2$  encontrados foram de 81.53% para a regressão do Quota de Mercado e de 77.51% para a regressão do Custo por Ordem. Além disso, percebeu-se que as variáveis de Tendência, Volume de Busca, Dummy de Mês e Dummy de dia da semana não possuíram significância t em todas as equações, indicando a não importância das mesmas para a resolução do problema. Para esses casos foi retirada a variável da regressão.

As regressões foram aprovadas para o teste F de significância global: Quota de Mercado ( $F=73,65$ ) e Custo por Ordem ( $F=116,97$ ).

As regressões também foram aprovadas pelo teste de multicolinearidade:

**Tabela 6: VIF para regressão modelo de Quota de Mercado**

Variável	VIF	1/VIF
Tendência	2,73	0,365823
Volume de Busca	2,43	0,411687
Oferta	1,51	0,663932
m4	1,46	0,687269
m8	1,31	0,761359
m9	1,04	0,958251

**Tabela 7: VIF para regressão modelo de Custo por Ordem**

Variável	VIF	1/VIF
Tendência	2,32	0,431669
m3	1,96	0,509618
m4	1,85	0,539678
m8	1,72	0,582881
Oferta	1,65	0,60459
m1	1,55	0,647156
m6	1,2	0,834986
Custo por Ordem	1,17	0,855415
wd4	1,01	0,991028

O resultado do teste RESET se encontra na Tabela 8:

**Tabela 8: Teste RESET (Modelo Oferta)**

Variável dependente da regressão	RESET	P valor
Quota de Mercado	36,9517	0,0000
Custo por Ordem	1,7191	0,1898

Passada a parte de validação dos testes, deseja-se, então comparar estados iniciais e finais de Quota de Mercado, Custo por Ordem e Oferta. Então:

$$\ln(\text{Quota de Mercado}_{\text{final}}) = \beta_1 * (1 - e^{-0,5 * \text{Oferta}_{\text{final}}}) + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} + \beta_2 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta * \text{Dummines Mês} + \beta * \text{Dummies de dia da semana} \quad (21)$$

$$\ln(\text{Quota de Mercado}_{\text{inicial}}) = \beta_1 * (1 - e^{-0,5 * \text{Oferta}_{\text{inicial}}}) + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} + \beta_2 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta * \text{Dummines Mês} + \beta * \text{Dummies de dia da semana} \quad (22)$$

Considerando que as demais variáveis permanecem constantes, calcula-se a diferença entre as equações:

$$\ln(Cuota\ de\ Mercado_{final}) - \ln(Cuota\ de\ Mercado_{inicial}) = \beta_1 * (e^{-0,5*Oferta_{inicial}} - e^{-0,5*Oferta_{final}}) \quad (23)$$

$$Cuota\ de\ Mercado_{final} = Cuota\ de\ Mercado_{inicial} * e^{\beta_1 * (e^{-0,5*Oferta_{inicial}} - e^{-0,5*Oferta_{final}})} \quad (24)$$

Substituindo o valor de  $\beta_1$ :

$$Cuota\ de\ Mercado_{final} = Cuota\ de\ Mercado_{inicial} * e^{0,61 * (e^{-0,5*Oferta_{inicial}} - e^{-0,5*Oferta_{final}})} \quad (25)$$

Analogamente, encontra-se a equação que relaciona Custo por Ordem e Oferta:

$$Custo\ por\ Ordem_{final} = Custo\ por\ Ordem_{inicial} * e^{1,53 * (e^{-0,5*Oferta_{inicial}} - e^{-0,5*Oferta_{final}})} \quad (26)$$

#### 4.4 MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA

Para modelar o Quota de Mercado foram utilizadas as seguintes variáveis: Posição Média Hiperbólico, Taxa de Conversão, Tendência, Volume de Busca, Dummies de Mês e Dummies de dias da semana.

Primeiramente, realizou-se o teste de heteroscedasticidade de Breusch – Pagan (Tabela 9)

**Tabela 9: Teste Breusch – Pagan para Posição Média**

Variável Dependente da Regressão	X <sup>2</sup>
Quota de Mercado	6,39
Custo por Ordem	133,47

Portanto, nos dois casos rejeitamos a hipótese de homoscedasticidade dos erros. Utilizou-se, então, uma regressão linear com controle de autocorrelação e

heteroscedasticidade (Estimador de Variância de Newey-West). Além disso, com o objetivo de corrigir o problema da heteroscedasticidade utilizou-se a forma funcional logarítmica para o caso da variável dependente.

A matriz de correlação entre as variáveis citadas é apresentada na Tabela 10.

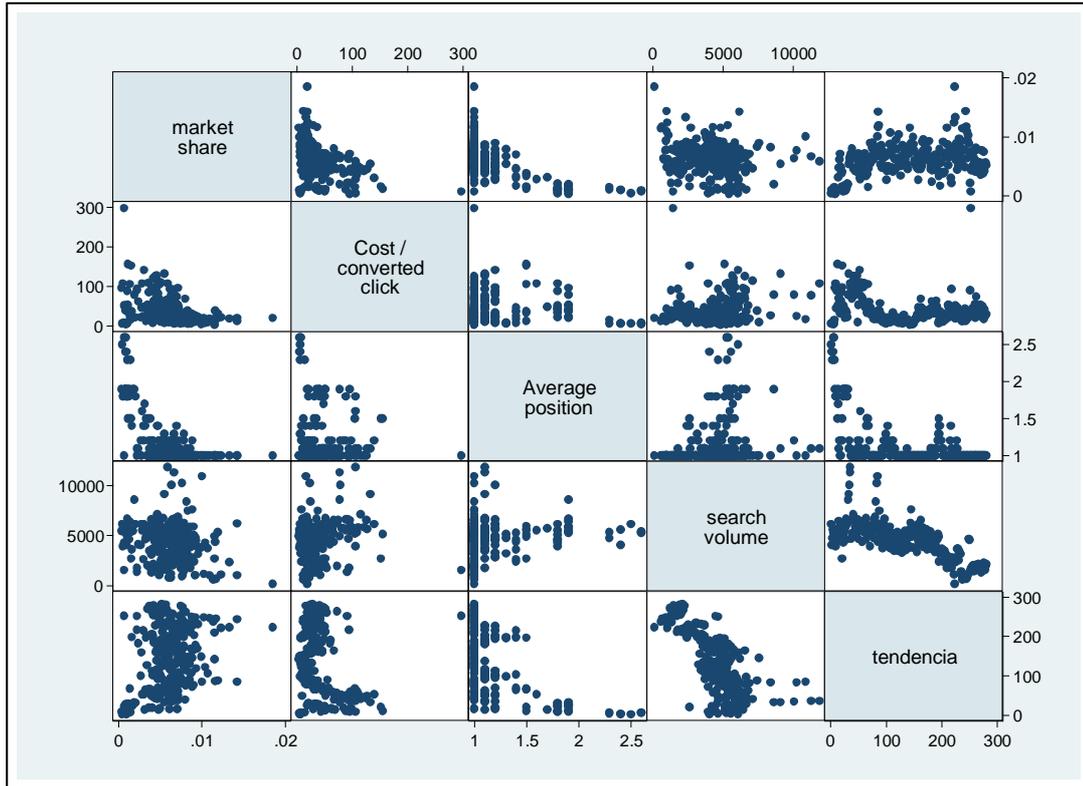
**Tabela 10: Matriz de correlações Posição Média**

	Mkt Share	Custo por Ordem	Posição Média	Volume de Busca	Tendência
Quota de Mercado	1				
Custo por Ordem	-0,3908	1			
Posição Média	-0,6157	-0,0254	1		
Volume de Busca	-0,1726	0,1915	0,2067	1	
Tendência	0,3363	-0,2661	-0,5115	-0,7496	1

A maior correlação entre as variáveis é -0,74596, não apresentando, portanto indícios de correlação forte entre as variáveis.

As relações apresentadas na Tabela 10 estão de acordo com as observações práticas do comportamento de anúncios em adwords. A principal conclusão é de que o Posição Média se relaciona de forma positiva com o Custo por Ordem e forma negativa com o Quota de Mercado, ou seja, quanto mais próximo da primeira posição o anúncio maior será o número de vendas e maior será o custo por venda.

A seguir utilizou-se a matriz de correlações de Pearson para investigar que tipo de relação possuem as variáveis entre si (Figura 8).



**Figura 8: Matriz de correlações de Pearson Posição Média**

A partir da Figura 8 e de comprovações práticas percebe-se que a Quota de Mercado e Custo por Ordem não são uma função linear de Posição Média. Será adotada então a forma funcional de uma hipérbole para a Posição Média.

Portanto, utilizou-se a seguinte formula funcional:

$$\ln(\text{Quota de Mercado}) = \beta_1 * \frac{1}{\text{Posição Média}} + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} + \beta_2 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta * \text{Dummies Mês} + \beta * \text{Dummies de dia da semana} \quad (27)$$

$$\ln(\text{Custo por Ordem}) = \beta_1 * \frac{1}{\text{Posição Média}} + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} + \beta_2 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta * \text{Dummies Mês} + \beta * \text{Dummies de dia da semana} \quad (28)$$

Os resultados das regressões estão expostos da Figura 17 a Figura 20 do Anexo presente documento. Os valores de  $R^2$  encontrados foram de 92,29% para a regressão do Quota de Mercado e de 71,76% para a regressão do Custo por Ordem. Além disso, as variáveis obtiveram boa significância do teste t (todos com mais de 95% de confiança).

As regressões foram aprovadas pelo teste F de significância global: Quota de Mercado (F=281,6104) e Custo por Ordem (F=85,6043).

As regressões também foram aprovadas pelo teste de multicolinearidade:

**Tabela 11: VIF para regressão Posição Média x Quota de Mercado**

Variáveis	VIF	1/VIF
Posição Média	1,23	0,81483
Taxa de Conversão	1,15	0,87299
Volume de Busca	1,09	0,9139
m5	1,05	0,95177
m9	1,03	0,96675

**Tabela 12: VIF para regressão Posição Média x Custo por Ordem**

Variáveis	VIF	1/VIF
Posição Média	1,55	0,644293
m3	1,48	0,675008
Taxa de Conversão	1,19	0,837885
m6	1,14	0,879276
m5	1,12	0,890265
m7	1,12	0,890308
m8	1,1	0,905603
m9	1,04	0,965715
wd4	1,01	0,987303

A seguir o teste RESET:

**Tabela 13: Teste RESET (Modelo Posição Média)**

Variável dependente da regressão	RESET	P valor
Quota de Mercado	119,1225	0,0000
Custo por Ordem	0,5045	0,4775

Apesar de o teste RESET dar indícios que o modelo está especificado incorretamente para o caso do Custo por Ordem, será adotada a forma funcional exposta dado que seu comportamento é condizente com o que é visto na prática.

A relação entre estados iniciais e finais ficará:

$$\ln(\text{Quota de Mercado}_{final}) = \beta_1 * \frac{1}{\text{Posição Média}_{final}} + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} + \beta_3 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta_5 * \text{Dummines Mês} + \beta_6 * \text{Dummies dedia da semana} \quad (29)$$

$$\ln(Quota\ de\ Mercado_{incial}) = \beta_1 * \frac{1}{Posição\ Média_{incial}} + \beta_2 * Taxa\ de\ Conversão + \beta_2 * Volume\ de\ Busca + \beta_4 * Tendencia + \beta * Dummines\ Mês + \beta * Dummys\ dedia\ da\ semana \quad (30)$$

Subtraindo as equações:

$$Quota\ de\ Mercado_{final} = Quota\ de\ Mercado_{incial} * e^{\beta_1 * \left( \frac{1}{Posição\ Média_{final}} - \frac{1}{Posição\ Média_{incial}} \right)} \quad (31)$$

Substituindo o valor de  $\beta_1$ :

$$Quota\ de\ Mercado_{final} = Quota\ de\ Mercado_{incial} * e^{2,62 * \left( \frac{1}{Posição\ Média_{final}} - \frac{1}{Posição\ Média_{incial}} \right)} \quad (32)$$

Analogamente, encontra-se a equação que relaciona Posição Média com Custo por Ordem:

$$Custo\ por\ Ordem_{final} = Custo\ por\ Ordem_{incial} * e^{2,20 * \left( \frac{1}{Posição\ Média_{final}} - \frac{1}{Posição\ Média_{incial}} \right)} \quad (33)$$

A segunda parte da modelagem baseada em Posição Média é relacionar a posição ideal para o anúncio com o valor de Oferta. Sabendo que a posição do anúncio é definida pelo Classificação do Anúncio, uma regressão associando Posição Média e Classificação do Anúncio foi criada de maneira a relacionar Posição Média com Oferta ( $Oferta = \frac{Classificação\ do\ Anúncio}{Índice\ de\ Qualidade}$ ). Para essa modelagem utilizou-se as seguintes variáveis: Posição Média, Classificação do Anúncio, Volume de Busca, Tendência, Dummy de mês e Dummy de dia da semana.

Analisa-se a matriz de correlações:

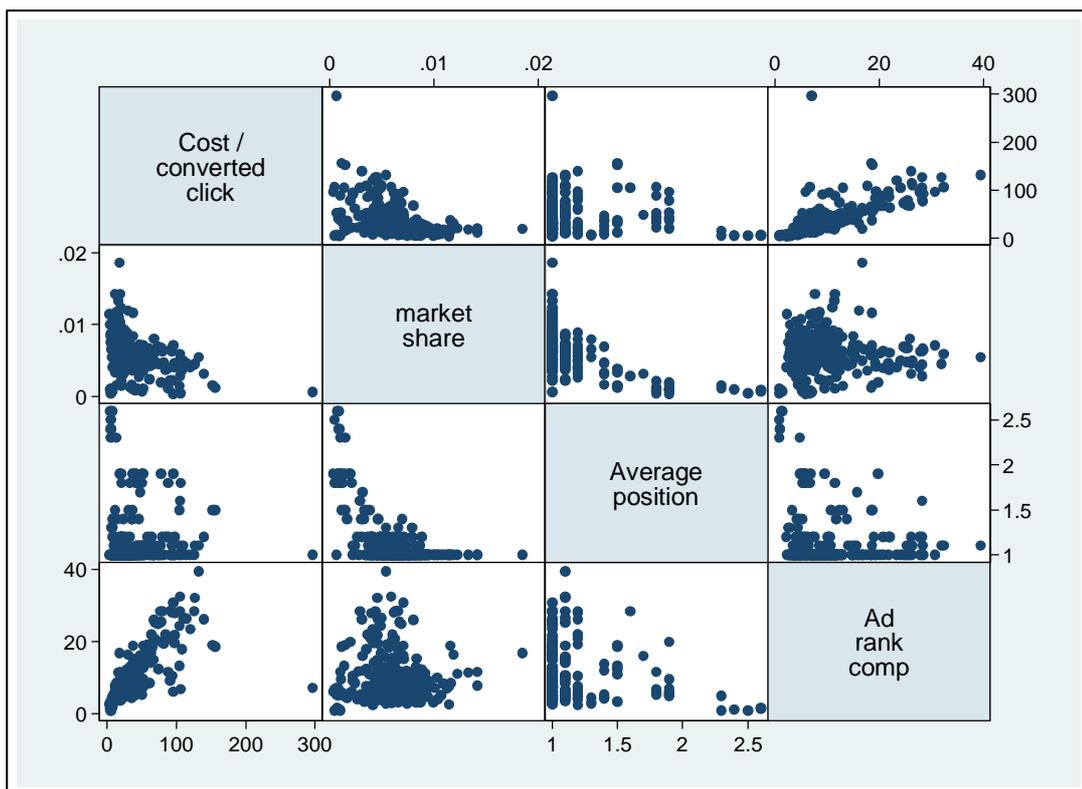
**Tabela 14: Matriz de correlação Classificação do Anúncio x Posição Média**

	Posição Média	Classificação do Anúncio	Tendência
Posição Média	1		
Classificação do Anúncio	-0,2129	1	
Tendência	-0,5099	-0,2555	1

Através dos valores expostos, conclui-se que não existem indícios para haver uma correlação forte entre as variáveis.

A correlação entre a variável Classificação do Anúncio e a variável Posição Média é -0,2129. O sinal negativo apresentado está coerente com a maneira de posicionamento do Google no qual anunciantes com alto Classificação do Anúncio possuem um baixo Posição Média.

A Figura 9 apresenta a matriz correlações de Pearson, que será utilizada para investigar a forma funcional de cada variável:



**Figura 9: Matriz de correlações de Pearson Classificação do Anúncio**

Utilizou-se a forma funcional raiz quadrática para o Classificação do Anúncio. A forma funcional final da regressão foi a seguinte:

$$\begin{aligned}
 & \text{Posição Média} & (34) \\
 & = \beta_1 * \text{Classificação do Anúncio} + \beta_2 * \text{Taxa de Conversão} \\
 & + \beta_3 * \text{Volume de Busca} + \beta_4 * \text{Tendencia} + \beta_5 \\
 & * \text{Dummies Mês} + \beta_6 * \text{Dummies dia da semana}
 \end{aligned}$$

O resultado detalhado da regressão encontra-se no Anexo desse trabalho (Figura 21 e Figura 22). Portanto, a equação final que relacionam os estados iniciais e finais de Posição Média e Classificação do Anúncio é a seguinte:

O valor de  $R^2$  foi de 0,7942, porem alguns de seus estimadores não alcançaram significância e foram removidos da equação, restando apenas os estimadores com 95% de significância.

O teste F de significância global foi  $F = 91,8386$ , indicando que a variável dependente pode ser explicada conjuntamente pelas variáveis independentes.

O resultado para o teste de multicolinearidade seguem na Tabela 15.

**Tabela 15: VIF para regressão Classificação do Anúncio x Posição Média**

Variáveis	VIF	1/VIF
Classificação do Anúncio	2,12	0,471714
Tendência	1,79	0,55992
m4	1,66	0,602887
m8	1,55	0,646632
m6	1,44	0,694308
m1	1,3	0,768948
m5	1,07	0,934194
wd4	1,02	0,979814

Todos os valores de VIF foram menor que 10, indicando que não há indícios de multicolinearidade na regressão.

O valor encontrado para o teste de Breusch-Pagan foi de Chi quadrado = 62,69 e P valor de 0,0000, indicando que existe heteroscedasticidade. O problema foi resolvido utilizando o estimador de variância de Newey-West na regressão

O valor para o teste de RESET foi de 20,9541 e 0,000 para o seu P valor, indicando que não existe erro de especificação incorreta na regressão.

$$Posição Média_{final} = Posição Média_{inicial} + \beta_1 * \left( \sqrt{Ad Rank_{final}} - \sqrt{Clasificación do Anúncio_{inicial}} \right) \quad (35)$$

Dado que  $Clasificación do Anúncio = Oferta * Índice de Qualidade$ , então:

$$Posição Média_{final} = Posição Média_{inicial} + \beta_1 * \sqrt{Índice de Qualidade} * \left( \sqrt{Oferta_{final}} - \sqrt{Oferta_{inicial}} \right) \quad (36)$$

Substituindo o valor de  $\beta_1$ :

$$Posição Média_{final} = Posição Média_{inicial} - 0.1580 * \sqrt{Índice de Qualidade} * \left( \sqrt{Oferta_{final}} - \sqrt{Oferta_{inicial}} \right) \quad (37)$$

## 5 OTIMIZAÇÃO

A segunda etapa do presente trabalho é criar uma ferramenta, com base nas equações geradas na Sessão 4, que consiga, dado um valor máximo de Custo por Ordem admitido, definir o Oferta de cada uma das palavras-chaves de um portfolio de modo a maximizar o número total de vendas geradas por elas.

Para a construção da ferramenta utilizou-se o Software Excel e sua solução de problema de programação matemática (Solver). Como se trata de um problema não linear utilizou-se o método de “Gradiente Reduzido Generalizado”.

### 5.1 MODELOS BASEADO EM OFERTA

A Figura 10 apresenta a ferramenta de otimização de investimentos baseado em Oferta.

	Inicial	Final	(%)
VENDAS TOTAIS	1346	1346	0.0%
CPO (BRL)	BRL 21.34	BRL 21.34	0.0%

keyword	Search Volume	Max CPC (inicial)	Max CPC (final)	(%)	Market Share (inicial)	Mkt_Share (final)	(%)	CPO(i)	CPO (f)	(%)
[decolar]	100000	BRL 0.55	BRL 0.55	0%	0.0055	0.0055	0%	R\$ 20.00	BRL 20	0%
[passagens aereas]	50000	BRL 0.49	BRL 0.49	0%	0.0025	0.0025	0%	R\$ 10.00	BRL 10	0%
[decolar.com]	30000	BRL 0.47	BRL 0.47	0%	0.0083	0.0083	0%	R\$ 40.00	BRL 40	0%
[passagem aerea]	30000	BRL 0.84	BRL 0.84	0%	0.0056	0.0056	0%	R\$ 15.00	BRL 15	0%
[tam]	20000	BRL 0.79	BRL 0.79	0%	0.0072	0.0072	0%	R\$ 12.00	BRL 12	0%
[gol]	10000	BRL 0.26	BRL 0.26	0%	0.0029	0.0029	0%	R\$ 22.00	BRL 22	0%
[avianca]	5000	BRL 0.70	BRL 0.70	0%	0.0049	0.0049	0%	R\$ 30.00	BRL 30	0%
[delta airlines]	5000	BRL 0.51	BRL 0.51	0%	0.0033	0.0033	0%	R\$ 25.00	BRL 25	0%
[reserva de hotéis]	5000	BRL 1.22	BRL 1.22	0%	0.0082	0.0082	0%	R\$ 13.00	BRL 13	0%

Figura 10: Ferramenta de otimização baseado em Oferta

As células A7 a A15 são um exemplo de um portfólio de palavras-chave de anúncios Google. Para cada uma dessas palavras as variáveis Oferta, Quota de Mercado e Custo por Ordem para a situação atual estão detalhadas nas colunas C, F e I.

A Quota de Mercado e o Custo por Ordem final estão dispostos nas colunas G e J e são calculados a partir das equações 16 e 17 de acordo com a nova Oferta definida.

O número de vendas total é calculado através da seguinte equação:

$$\text{Número de vendas} = \sum_{i=1}^N \text{Volume de Busca}_i * \text{Quota do Mercado}_i \quad (38)$$

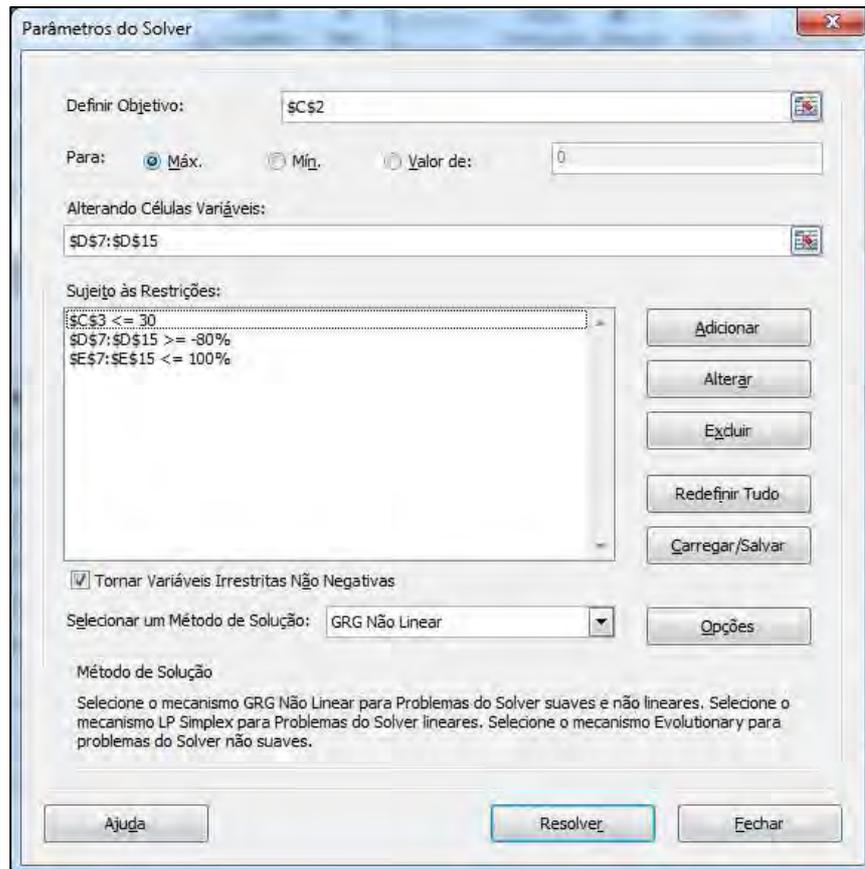
O número de vendas para a situação inicial e a situação final é apresentado nas células B2 e C2, respectivamente.

O Custo por Ordem total do portfólio é calculado através da seguinte equação:

$$\begin{aligned} & \text{Custo por Ordem} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^N \text{Volume de Busca}_i * \text{Quota do Mercado}_i * \text{Custo por Ordem}_i}{\sum_{i=1}^N \text{Volume de Busca}_i * \text{Quota do Mercado}_i} \end{aligned} \quad (39)$$

Os Valores de Custo por Ordem para a situação inicial e a situação final são apresentados nas células B3 e C3, respectivamente.

Utilizou-se, então a ferramenta Solver de programação matemática do Excel:



**Figura 11: Solver (Método e restrições)**

Definiu-se como célula objetivo o número de vendas final e as células sujeitas a variações foram as de Oferta final. Além disso, duas restrições foram adicionadas ao sistema:

$$-80\% * Oferta_{inicial} \leq Oferta_{final} \leq 100\% * Oferta_{inicial} \quad (40)$$

$$Custo\ por\ Ordem_{final} \leq Custo\ por\ Ordem_{limite} \quad (41)$$

Por ultimo, definiu-se o valor máximo de Custo por Ordem admitido para o portfolio de palavras-chave. Os resultados para essa metodologia são detalhados na sessão 6.

## 5.2 MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA

A Figura 12 apresenta a ferramenta de otimização de investimentos baseado em Posição Média.

keyword	Search Volume	Max CPC(i)	Max CPC(f)	(%)	Avg. Position(i)	Avg. Position(f)	(%)	Mkt_Share(i)	Mkt_Share (f)	(%)	CPO(i)	CPO (f)	(%)
[decolar]	100000	BRL 0.55	BRL 0.55	0%	1.0	1.0	0%	0.0055	0.0055	0%	BRL 30.43	BRL 30.43	0%
[passagens aereas]	50000	BRL 0.49	BRL 0.49	0%	1.0	1.0	0%	0.0025	0.0025	0%	BRL 19.61	BRL 19.61	0%
[decolar.com]	30000	BRL 0.47	BRL 0.47	0%	1.0	1.0	0%	0.0083	0.0083	0%	BRL 11.06	BRL 11.06	0%
[passagem aerea]	30000	BRL 0.84	BRL 0.84	0%	1.0	1.0	0%	0.0056	0.0056	0%	BRL 34.84	BRL 34.84	0%
[tam]	20000	BRL 0.79	BRL 0.79	0%	1.0	1.0	0%	0.0072	0.0072	0%	BRL 43.96	BRL 43.96	0%
[gof]	10000	BRL 0.26	BRL 0.26	0%	1.2	1.2	0%	0.0029	0.0029	0%	BRL 20.72	BRL 20.72	0%
[avianca]	5000	BRL 0.70	BRL 0.70	0%	1.0	1.0	0%	0.0049	0.0049	0%	BRL 24.22	BRL 24.22	0%
[delta airlines]	5000	BRL 0.51	BRL 0.51	0%	1.0	1.0	0%	0.0033	0.0033	0%	BRL 20.72	BRL 20.72	0%
[reserva de hotéis]	5000	BRL 0.50	BRL 0.50	0%	1.0	1.0	0%	0.0041	0.0041	0%	BRL 13.61	BRL 13.61	0%

Figura 12: Ferramenta de otimização baseado em Posição Média

Nesse caso, a Posição Média é uma variável intermediária definida pela equação 28. A Posição Média, por sua vez, define os valores de Quota de Mercado e Custo por Ordem por meio das equações 23 e 24.

As restrições para esse problema de otimização são definidas abaixo:

$$\text{Posição Média}_{final} \geq 1 \quad (42)$$

$$\text{Posição Média}_{final} \geq -80\% \quad (43)$$

$$\text{Custo por Ordem}_{final} \leq \text{Custo por Ordem}_{limite} \quad (44)$$

Os resultados para essa metodologia são detalhados na sessão 6.

## 6 ESTUDO DE CASO

### 6.1 MODELO BASEADO NA MÉDIA DE CUSTO POR ORDEM (MÉTODO 1)

O modelo baseado na média de Custo por Ordem define o ajuste de Oferta igualando a diferença percentual entre o Custo por Ordem da palavra-chave e a média do Custo por

Ordem a diferença percentual entre o  $Oferta_{final}$  e o  $Oferta_{inicial}$ , segundo a equação abaixo:

$$\frac{Oferta_{final} - Oferta_{inicial}}{Oferta_{inicial}} \quad (45)$$

$$= \frac{Custo\ por\ Ordem_{palavra-chave} - Custo\ por\ Ordem_{TOTAL}}{Custo\ por\ Ordem_{TOTAL}}$$

$$Oferta_{final} = \frac{Oferta_{final} * Oferta_{palavra-chave}}{Custo\ por\ Ordem_{TOTAL}} \quad (46)$$

A grande desvantagem na adoção desse modelo é não saber o impacto no número de vendas devido à mudança de Oferta, pois uma palavra-chave pode possuir um Custo por Ordem um pouco acima da média e possuir um número de vendas muito superior à média. A diminuição da Oferta impactará diretamente o número de vendas do portfolio. Nesse caso, portanto, uma diminuição da Oferta para outras palavras-chave seria a solução que poderia maximizar o número de vendas.

Outro problema decorrente ao uso desse modelo é o aumento excessivo do valor de Oferta, para alguns casos observa-se que a palavra-chave já se encontra com todas as variáveis otimizadas (Posição Média, CTR, Taxa de Conversão), porém a decisão é pelo aumento do Oferta. O modelo não consegue identificar casos em que uma palavra já está em um estado ótimo de rentabilidade.

## 6.2 MODELO BASEADO EM OFERTA (MÉTODO 2)

O modelo de ajuste de Oferta foi testado rodando o Solver em 5 diferentes situações de Custo por Ordem admitido: -20%, -10%, 0%, +10%, +20%. Os resultados estão expostos na Tabela 16.

**Tabela 16: Resultados do modelo baseado em Oferta**

Custo por Ordem	Vendas
-20%	-4,89%
-10%	-0,11%
0%	3,69%

10%	6,80%
20%	9,40%

Percebeu-se que 26% das palavras-chave tiveram a Oferta aumentada em 100% (limite estabelecido para máxima variação positiva) e que 10% das palavras-chave tiveram a Oferta diminuído em 20% (limite estabelecido para máxima variação negativa). O motivo para que ocorram mudanças tão agressivas é que, apesar de haver sido utilizada uma forma funcional exponencial com o intuito de evitar que um aumento indiscriminado da Oferta gera-se um aumento significativo do Custo por Ordem ou da Quota de Mercado, o modelo tenta, insistentemente, aumentar a Oferta de palavras-chave que possuem um alto valor de Volume de Busca, mas que já possui suas principais variáveis (Posição Média, CTR e Taxa de Convesão) otimizadas.

### 6.3 MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA (MÉTODO 3)

O modelo de ajuste de Oferta foi testado rodando o Solver em 5 diferentes situações de Custo por Ordem admitido: -20%, -10%, 0%, +10%, +20%, porém o modelo não conseguiu atingir os valores de máximo Custo por Ordem admitido para os valores de +10% e +20% . Nesses casos, um aumento dos valores de Oferta não gerava uma melhoria na Posição Média, dado que todos os anúncios já estavam na posição 1,0. Dessa maneira, o Solver encerrou sua solução, impondo um limite para a otimização. Os resultados estão expostos na Tabela 17.

**Tabela 17: Resultados do modelo baseado em Posição Média**

<b>Custo por Ordem</b>	<b>Vendas</b>
-20%	-7,54%
-10%	+1,85%
0%	8,80%
+10% (atingiu 6%)	11,93%
+10% (atingiu 6%)	11,93%

O modelo baseado no Posição Média possui a vantagem de levar em consideração uma das principais métricas responsáveis por mudanças no Custo por Ordem e no Quota de Mercado.

## 6.4 COMPARAÇÃO DOS MODELOS

Realizou-se uma análise comparativa para o caso em que o Custo por Ordem máximo admitido é igual ao Custo por Ordem atual. Os resultados para os três métodos apresentados estão presentes na Tabela 18.

**Tabela 18: Resultados comparativos entre os métodos**

Palavra-chave	Variação percentual do Oferta		
	Método 1	Método 2	Método 3
1	-16%	-12%	0%
2	30%	100%	0%
3	130%	100%	0%
4	-27%	-38%	0%
5	-42%	-80%	0%
6	23%	100%	84%
7	5%	55%	0%
8	23%	100%	0%
9	87%	100%	0%
10	-8%	12%	0%
11	-11%	6%	0%
12	78%	100%	0%
13	-44%	-80%	-6%
14	0%	38%	0%
15	81%	100%	0%
16	12%	76%	0%
17	76%	100%	0%
18	99%	100%	0%
19	-49%	-80%	-11%
20	-20%	-20%	0%
21	41%	100%	0%
22	-47%	-80%	-15%
23	-33%	-55%	21%
24	-24%	-30%	21%

Palavra-chave	Variação percentual do Oferta		
	Método 1	Método 2	Método 3
25	996%	100%	296%
26	15%	70%	0%
27	-45%	-80%	-4%
28	80%	100%	0%
29	22%	100%	152%
30	8%	79%	0%

Percebe-se uma semelhança entre os resultados gerados a partir do método 1 e os resultados gerados a partir do método 2. Os sinais das variações percentuais são quase todos os mesmos, indicando que a decisão para aumentar ou diminuir o Oferta é a mesma nos dois métodos. As variações em modulo, porém, são em média 32% mais intensas no método 1.

As variações percentuais de Oferta do método 3 foram bem distintas dos outros métodos. Apenas algumas palavras-chaves desse método sofreram alteração de Oferta. Isso se deve principalmente ao fato de esse método levar em conta o Posição Média não aumentar o Oferta para uma palavra-chave quando a mesma já possui o Posição Média igual a 1. Essa característica é bem marcante nesse método e reflete também nos resultados do portfolio como um todo. Na comparação entre a Tabela 16 e a Tabela 17 percebe-se um crescimento constante em torno de 3% no número de vendas para cada 10% de aumento no Custo por Ordem máximo admitido, enquanto que no método 3 o crescimento é interrompido no 6% do Custo por Ordem, pois nesse cenário todas as posições já estão em 1.0.

Uma desvantagem dos modelos 2 e 3 é o fato de que os coeficientes encontrados foram calculados em base a uma palavra-chave. Dessa maneira, é assumido que o comportamento das palavras-chave é o mesmo. Na pratica, nota-se que as palavras-chaves possuem comportamentos distintos, pois cada uma delas possui uma concorrência diferente. No entanto, para palavras-chaves que possuem concorrência semelhante as equações podem ser aplicadas.

## 7 CONCLUSÕES

No presente trabalho foi destacada a importância de uma abordagem matemática para a resolução do problema da otimização de investimento em anúncios pagos do Google.

Uma vez que o tema é considerado novo e possui alta complexidade, poucas empresas que necessitam do serviço despendem tempo para a resolução do problema, contratando uma empresa para a realização do serviço.

O tema é ideal para uma análise matemática, já que o marketing online, diferentemente do marketing off-line, consegue nos fornecer todos os dados da interação com o cliente final, desde a visualização do anúncio até a realização da compra. Apesar disso, a criação dessa metodologia foi complicada por não haver literatura divulgada sobre o assunto. Portanto, durante a execução das análises não se tinha a certeza que a metodologia proposta resolveria o problema.

A integração entre a modelagem econométrica e a programação matemática tornou possível testar as equações encontradas em cenários de crescimento ou de redução de custos. Aliando ao conhecimento prático sobre o assunto, foi possível determinar que os modelos 1 e 2 possuem limitações claras na sua implementação. Ambos propõem aumento de Oferta quando a Posição Média principal variável afetada pela variação do Oferta, já se encontra em 1.0. Além disso, o modelo 1 não se adapta às necessidades do momento da empresa, que pode optar pela redução de custos ou por ser mais agressivo em seu crescimento e admitir um Custo por Ordem mais alto. A metodologia 3 é, dentre as metodologias expostas, a que produziu melhores resultados. Limitou o aumento de Oferta para as palavras-chave que tinham uma Posição Média maior que 1.0.

Esse estudo foi baseado em estimadores pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários. O fato é que as hipóteses iniciais do MQO, em especial a hipótese de que os resíduos não tem correlação com as variáveis independentes, podem não estar sendo cumpridas. Esse problema pode gerar um possível viés e inconsistência dos parâmetros estimados. Apesar disso, esse método de estimação mostrou-se muito adequado para o estudo, mas entende-se que existe a possibilidade de aprimorar o método de estimação dos modelos.

## 8 REFERÊNCIAS

**Webshoppers**, 2014. “Relatório Webshoppers 2014 30ª edição”. Disponível em: [http://img.ebit.com.br/webshoppers/pdf/WebShoppers2014\\_2oSeme.pdf](http://img.ebit.com.br/webshoppers/pdf/WebShoppers2014_2oSeme.pdf). Acesso em 18/11/2014.

**Devore**, J. L., 2006, “Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, 6th Edition”, California Polytechnic State University, Estados Unidos

**Camato**, 2014. “Tecnologia Inteligente”. Disponível em: <http://www.camato.de/br/tecnologia.html>. Acesso em 18/11/2014.

**Smartsuite**, 2014, “Bid Management”. Disponível em: <http://smartsuite.com.br/bid-management>. Acesso em 17/11/2014.

**STATA**, 2014, “Stata 13 documentation”. Disponível em: <http://www.stata.com/features/documentation/>. Acesso em 17/11/2014.

## ANEXOS

### MODELO BASEADO EM MAX CPC

Total (centered) SS	=	114.8258144					Number of obs =	281
Total (uncentered) SS	=	7905.366632					F( 7, 273) =	73.65
Residual SS	=	21.20141145					Prob > F =	0.0000
							Centered R2 =	0.8154
							Uncentered R2 =	0.9973
							Root MSE =	.2787
Inmarketsh~e	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]			
maxcpc hiper	.6085652	.1148792	5.30	0.000	.3824035	.8347268		
clickconversion~e	35.05547	2.49996	14.02	0.000	30.13382	39.97711		
tendencia	.0032596	.0004536	7.19	0.000	.0023666	.0041526		
search volume	.000071	.0000161	4.42	0.000	.0000393	.0001027		
m4	-.6964023	.1615883	-4.31	0.000	-1.01452	-.3782847		
m8	.3393379	.0487548	6.96	0.000	.2433547	.4353211		
m9	.2867663	.0547506	5.24	0.000	.1789794	.3945533		
_cons	-7.679734	.1950424	-39.37	0.000	-8.063712	-7.295756		

Figura 13: Regressão Oferta x Quota de Mercado

max cpc hiper	0.4214***
	[0.080]
ClickConversionRate	1.2028***
	[0.086]
tendencia	0.4596***
	[0.064]
search volume	0.3098***
	[0.070]
month==January	-0.0198***
	[0.005]
month==May	0.0374***
	[0.005]
month==November	0.0031***
	[0.001]
R-squared	0.8153
RMSE	0.2787
F	73.6528
F_PValue	0.0000
RESET	36.9517
RESET_PValue	0.0000

Figura 14: Elasticidades da regressão Oferta x Quota de Mercado

lncostconv~k	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
maxcpchiper	1.531526	.168628	9.08	0.000	1.199539	1.863513
clickconve~e	-26.96905	2.971228	-9.08	0.000	-32.81867	-21.11942
tendencia	-.0031494	.0004589	-6.86	0.000	-.0040529	-.0022459
m1	-.4107896	.1036073	-3.96	0.000	-.6147672	-.2068121
m3	-.2768049	.1177678	-2.35	0.019	-.5086611	-.0449488
m4	-1.504421	.2889524	-5.21	0.000	-2.073298	-.9355445
m6	-1.004442	.0616426	-16.29	0.000	-1.125801	-.8830827
m8	-.633423	.099172	-6.39	0.000	-.8286685	-.4381776
wd4	-.1232209	.0611855	-2.01	0.045	-.2436803	-.0027614
_cons	3.941153	.1944008	20.27	0.000	3.558425	4.32388

Total (centered) SS	=	168.1028336	Number of obs	=	281
Total (uncentered) SS	=	3270.942796	F( 9, 271)	=	116.97
Residual SS	=	37.79750784	Prob > F	=	0.0000
			Centered R2	=	0.7752
			Uncentered R2	=	0.9884
			Root MSE	=	.3735

Figura 15: Regressão Oferta x Custo por Ordem

max cpc hiper	1.0606***	[0.117]
ClickConversionRate	-0.9254***	[0.102]
tendencia	-0.4441***	[0.065]
month==April	-0.0439***	[0.011]
month==February	-0.0276**	[0.012]
month==January	-0.0428***	[0.008]
month==June	-0.1072***	[0.007]
month==May	-0.0699***	[0.011]
weekday==Sunday	-0.0180**	[0.009]
R-squared	0.7751	
RMSE	0.3735	
F	116.9749	
F_Pvalue	0.0000	
RESET	1.7191	
RESET_Pvalue	0.1898	

Figura 16: Elasticidades da regressão Oferta x Custo por Ordem

## MODELO BASEADO EM POSIÇÃO MÉDIA

lnmarketsh~e	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
averagepos~r	2.624415	.1093345	24.00	0.000	2.409176	2.839654
searchvolume	.0000147	6.39e-06	2.30	0.022	2.12e-06	.0000273
clickconve~e	29.13613	2.04157	14.27	0.000	25.11704	33.15522
m9	.1963972	.0408405	4.81	0.000	.1159975	.2767969
m5	-.1416748	.0263375	-5.38	0.000	-.1935236	-.0898261
_cons	-8.728445	.1050567	-83.08	0.000	-8.935262	-8.521627

Total (centered) SS	=	114.8258144	Number of obs	=	281
Total (uncentered) SS	=	7905.366632	F( 5, 275)	=	281.61
Residual SS	=	8.845486393	Prob > F	=	0.0000
			Centered R2	=	0.9230
			Uncentered R2	=	0.9989
			Root MSE	=	.1793

Figura 17: Regressão Posição Média x Quota de Mercado

average position h~r	2.4117***
	[0.100]
search volume	0.0641**
	[0.028]
ClickConversionRate	0.9997***
	[0.070]
month==November	0.0021***
	[0.000]
month==July	-0.0146***
	[0.003]
<hr/>	
R-squared	0.9229
RMSE	0.1793
F	281.6104
F_PValue	0.0000
RESET	119.1225
RESET_PValue	0.0000

**Figura 18: Elasticidades da regressão Posição Média x Quota de Mercado**

		Number of obs =	281
		F( 9, 271) =	85.60
		Prob > F =	0.0000
Total (centered) SS =	168.1028336	Centered R2 =	0.7177
Total (uncentered) SS =	3270.942796	Uncentered R2 =	0.9855
Residual SS =	47.45760511	Root MSE =	.4185
<hr/>			
lncostconv~k	Coef.	Robust Std. Err.	t P> t  [95% Conf. Interval]
averagepos~r	2.199018	.3181735	6.91 0.000 1.572612 2.825425
clickconve~e	-26.31646	3.593767	-7.32 0.000 -33.39171 -19.2412
m3	1.098995	.1321712	8.31 0.000 .838782 1.359208
m5	.2176625	.0495267	4.39 0.000 .1201565 .3151686
m6	-.8482497	.0709874	-11.95 0.000 -.9880067 -.7084927
m7	.9384755	.0994757	9.43 0.000 .7426321 1.134319
m8	-.5371311	.066155	-8.12 0.000 -.6673742 -.4068881
m9	-.3978327	.1134593	-3.51 0.001 -.6212065 -.1744589
wd4	-.1494778	.073557	-2.03 0.043 -.2942936 -.0046619
_cons	2.150708	.3214021	6.69 0.000 1.517945 2.78347

**Figura 19: Regressão Posição Média x Custo por Ordem**

averageposition hi~r	2.0156***
	[0.292]
ClickConversionRate	-0.9030***
	[0.123]
month==February	0.1095***
	[0.013]
month==July	0.0225***
	[0.005]
month==June	-0.0906***
	[0.008]
month==March	0.1035***
	[0.011]
month==May	-0.0593***
	[0.007]
month==November	-0.0042***
	[0.001]
weekday==Sunday	-0.0218**
	[0.011]
<hr/>	
R-squared	0.7176
RMSE	0.4185
F	85.6043
F_PValue	0.0000
RESET	0.5045
RESET_PValue	0.4775

**Figura 20: Elasticidades da regressão Posição Média x Custo por Ordem**

## REGRESSÃO CLASSIFICAÇÃO DO ANÚNCIO COMPETITOR X POSIÇÃO MÉDIA

averagepos~n	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
adrankcomp~z	-.1579541	.0203887	-7.75	0.000	-.1980938	-.1178143
tendencia	-.0024841	.0002316	-10.72	0.000	-.0029401	-.0020281
m1	-.3278746	.0453839	-7.22	0.000	-.417223	-.2385262
m4	.5393355	.0995999	5.42	0.000	.3432508	.7354202
m5	-.1165534	.0139882	-8.33	0.000	-.1440922	-.0890145
m6	-.3815245	.0376894	-10.12	0.000	-.4557244	-.3073245
m8	-.3687234	.0430407	-8.57	0.000	-.4534587	-.2839882
wd4	-.0558548	.0218649	-2.55	0.011	-.0989008	-.0128089
_cons	2.077838	.1072453	19.37	0.000	1.866701	2.288974

Total (centered) SS	=	25.66727036	Number of obs	=	281
Total (uncentered) SS	=	390.0463734	F( 8, 272)	=	91.84
Residual SS	=	5.280923681	Prob > F	=	0.0000
			Centered R2	=	0.7943
			Uncentered R2	=	0.9865
			Root MSE	=	.1393

Figura 21: Regressão Classificação do Anúncio Competitor Raiz x Posição Média

adrankcomp raiz	-0.4106***
	[0.052]
tendencia	-0.3076***
	[0.027]
month==April	-0.0307***
	[0.004]
month==January	0.0135***
	[0.003]
month==July	-0.0106***
	[0.001]
month==June	-0.0358***
	[0.003]
month==May	-0.0357***
	[0.004]
weekday==Sunday	-0.0072**
	[0.003]
R-squared	0.7942
RMSE	0.1393
F	91.8386
F_PValue	0.0000
RESET	20.9541
RESET_PValue	0.0000

Figura 22: Elasticidades da regressão Classificação do Anúncio Competitor Raiz x Posição Média

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 25 de novembro de 2014	3. REGISTRO N° DCTA/ITA/TC-113/2014	4. N° DE PÁGINAS 55
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Metodologia para otimização de anúncios pagos do Google			
6. AUTOR(ES): <b>Israel Sales Ramos</b>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Regressões Lineares, Econometria, Modelagem, Séries Temporais, Bid Management, Otimização de Bid, Google Adwords.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Econometria; Carteira de projetos; Otimização; Análise de séries temporais; Internet; Marketing; Administração.			
10. APRESENTAÇÃO: <b>X Nacional Internacional</b> ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira. Publicado em 2014.			
11. RESUMO: <p>Este Trabalho de Graduação visa à criação de uma nova metodologia de otimização de investimentos em anúncios pagos do Google, baseado na escolha da melhor oferta para cada uma das palavras-chave de um determinado portfólio de anúncios. O Trabalho é dividido em duas etapas: a modelagem econométrica da influencia da oferta de cada palavra-chave sobre sua eficiência e a otimização da oferta no contexto global de um portfólio de palavras-chave.</p> <p>A modelagem foi desenvolvida por meio de rotinas computacionais do Software STATA de forma a obter equações que relacionem a oferta da palavra-chave com o seu custo por venda e com o seu Quota de Mercado. Foi utilizado, também, programação não-linear para decidir, a nível de portfólio, qual a melhor oferta para cada palavra-chave.</p> <p>Ao final, foi feita uma comparação entre duas diferentes abordagens: uma utilizando apenas a oferta como critério de otimização e a outra utilizando a oferta e a posição média do anúncio para a tomada de decisão.</p>			
12. GRAU DE SIGILO: <b>(X) OSTENSIVO ( ) RESERVADO ( ) CONFIDENCIAL ( ) SECRETO</b>			