

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



**José Leônidas de Menezes Cristino Filho**

Estudo da variabilidade dos custos com combustível das duas  
maiores companhias aéreas brasileiras

Trabalho de Graduação  
2015

**Civil-Aeronáutica**



José Leônidas de Menezes Cristino Filho

**Estudo da variabilidade dos custos com combustível das duas  
maiores companhias aéreas brasileiras.**

Orientador

Prof. Ph.D. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

**Engenharia Civil-Aeronáutica**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2015

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

**Divisão de Informação e Documentação**

Cristino Filho, José Leônidas

Estudo da variabilidade dos custos com combustível das duas maiores companhias aéreas brasileiras. /

José Leônidas de M. Cristino Filho.

São José dos Campos, 2015.

38f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil –

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2015. Orientadores: Prof. Ph.D. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira.

1. Combustível 2. Econometria 3. Transporte Aéreo I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Estudo da variabilidade dos custos com combustível das duas maiores companhias aéreas brasileiras.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

CRISTINO FILHO, José Leônidas. **Estudo da variabilidade dos custos com combustível das duas maiores companhias aéreas brasileiras.** 2015. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

**CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: José Leônidas de Menezes Cristino Filho

TÍTULO DO TRABALHO: Estudo da variabilidade dos custos com combustível das duas maiores companhias aéreas brasileiras

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2015

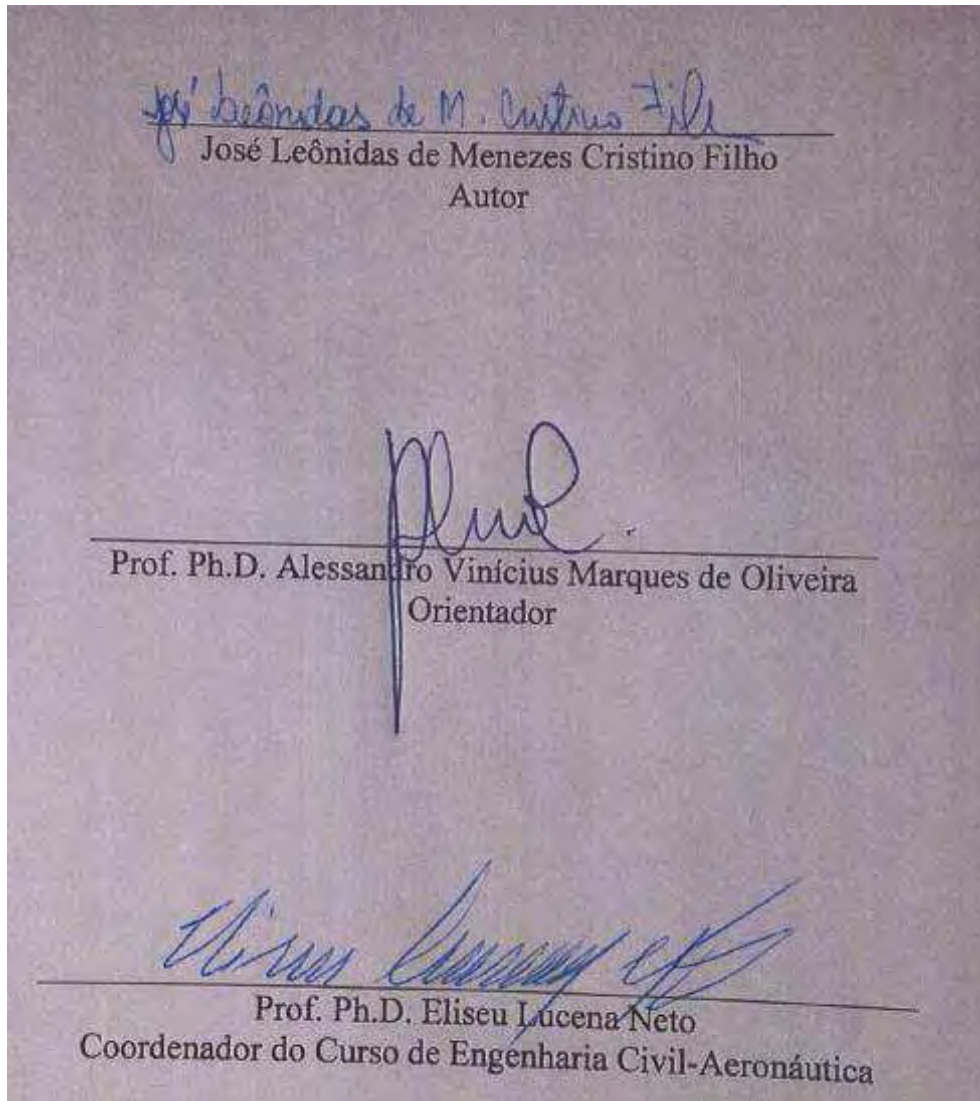
É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida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

---

José Leônidas de Menezes Cristino Filho  
Avenida Cotovia, 80, apartamento 14 – Indianópolis  
São Paulo – SP – Brasil. CEP: 04517-000

**ESTUDO DA VARIABILIDADE DOS CUSTOS COM COMBUSTÍVEL DAS DUAS  
MAIORES COMPANHIAS AÉREAS BRASILEIRAS**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



São José dos Campos, 23 de novembro de 2015

Dedico este trabalho a todos aqueles  
que, de alguma forma, me ajudaram a seguir  
em frente durante esses intensos anos no ITA.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente à minha família, que me guiou desde meus primeiros passos até que pudesse chegar ao dia em que entrego este trabalho final e realizo o sonho da graduação. É um grande privilégio, e não posso deixar de pontuar, estar entre os 15% de jovens brasileiros que possuem um diploma de Ensino Superior. Este privilégio me foi dado por puro acaso do destino e pelo notável esforço dos meus pais na minha educação. Devemos lutar todos os dias para que essa realidade mude e que outros, tão merecedores quanto eu, possam desfrutar de uma universidade acessível.

Não poderia deixar de fora meus queridos e verdadeiros amigos que levo no coração a cada passo que dou: tanto os meus amigos mais antigos, do meu amado Ceará, quanto os amigos mais novos que fiz durante os duros anos no H8. Aos primeiros, pela confiança, apoio, risadas, cervejas e alegrias serei eternamente grato! Os 6 anos longe não foram suficientes para nos afastar. Ao segundo grupo, por ter segurado a barra nos momentos difíceis, por compartilhar comigo momentos tão marcantes de nossas vidas agradeço imensamente. Levarei vocês para a vida. Devo um agradecimento especial aos amigos com quem morei nos apartamentos 110, 130, 133 e 141: a intensa convivência com vocês muito me ensinou sobre tolerância e espírito de grupo. Obrigado! E, obviamente, devo agradecer à minha namorada Bianca pelos puxões de orelha, pelo apoio e pelo amor que dividimos durante boa parte dessa jornada.

Aos mestres, que foram pacientes durante tantos anos no ITA, deixo meu sincero obrigado. Seus ensinamentos levarei comigo por toda a vida. Aqui falo dos grandes mestres que tive no ITA, que verdadeiramente admiro! Aos mestres que me ajudaram a chegar até aqui: devo um outro agradecimento inestimável. Vocês tiveram confiança em mim quando nem eu mesmo tive e me ajudaram a construir o caminho rumo ao meu grande sonho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma maneira, me ajudaram a trilhar os caminhos que me trazem até aqui. Não é por meio de palavras que conseguirei descrever o que sinto por cada um, espero que um dia possa retribuir o carinho e confiança de todos.

*“Don’t cry because it’s over,  
smile because it happened”*

Dr. Seuss



## **Resumo**

O mercado de aviação civil é conhecido pela alta competitividade. A guerra de preços não permite o repasse ao consumidor dos altos custos operacionais relacionados com a atividade, o que gera curtas margens de lucros para os acionistas das empresas do setor. O estudo e minimização dos custos é de essencial importância neste contexto. O maior custo das companhias aéreas brasileiras é com combustível – cerca de 36% –, cujo preço é extremamente volátil por se tratar de um derivado do petróleo. Para se protegerem dessas flutuações, as empresas aéreas utilizam políticas de hedge fazendo contratos no mercado de futuros. O presente Trabalho de Graduação busca compreender a relação entre os custos das duas maiores companhias aéreas brasileiras com o preço do querosene de aviação utilizando modelo econométrico de regressão linear. Os resultados encontrados mostram que a Gol possui custos com menor relação com o preço do QAV do que a TAM no período de 2001 a 2010.

## **Abstract**

The civil aviation market is known for its high competitiveness. The constant struggle to lower prices does not allow higher costs to be incremented to the final customer, which leaves short profit margins for the stockholders of these companies. Therefore, studying and reducing these costs is of the essence in this context. The greatest cost of airline careers is fuel – around 36% –, whose price is extremely volatile. In order to be protected from these fluctuations, airline careers use fuel hedging through future market contracts, among other mechanisms. This work aims to study the relation between the fuel costs of the two biggest airline companies in Brazil with the jetfuel price using econometric model. The results show the company Gol has costs less related to jetfuel than company TAM does within the period from 2001 to 2010.

## Lista de Figuras

Figura 2.1: Composição média dos custos das companhias aéreas no período 2009-13. Fonte: ANAC.....	14
Figura 2.2: Evolução dos custos com combustível e representatividade no período 2009-13. Fonte: ANAC.....	15
Figura 2.3: Relação entre preço da passagem aérea média (yield nominal) e preço do QAV mensal entre 2002 e 2014. Fonte: ANAC e ANP.....	17
Figura 2.4: Caminho percorrido pelo Querosene de Aviação até as aeronaves. Fonte: Sindicom.....	18
Figura 2.5: Mapa da logística envolvida entre extração e distribuição do Querosene de Aviação. Fonte: Sindicom. ....	18
Figura 2.6: Market share das distribuidoras de QAV no Brasil entre 2011 e 2013. Fonte: ANP. ....	19
Figura 2.7: Comparação de preços do querosene de aviação (USD/galão americano excluindo impostos) em diversos aeroportos no mundo. Fonte: ABEAR. ....	19
Figura 2.8: Composição do Preço ex-refinaria (Paridade de importação). Fonte: ABEAR.....	20
Figura 2.9: Valores de ICMS por Unidade Federativa (valores de 2013). Fonte: ABEAR. ....	22
Figura 2.10: Evolução do preço nominal do QAV (R\$/L) semanalmente. Fonte: ANP.....	23
Figura 2.11: Evolução do preço do QAV real (a valor presente dez/2014) mensal. Fonte: ANP. ....	23
Figura 2.12: Evolução do preço mensal do QAV relativo ao barril de petróleo. Fonte: ANP. ....	24
Figura 3.1: Comparação de custos com combustível da TAM e GOL. Gráfico criado pelo autor.....	27
Figura 3.2: Comparação dos custos com combustível com o preço do QAV. Gráfico criado pelo autor. ....	27
Figura 3.3: Gráfico da regressão linear entre Custo Combustível TAM e Preço QAV. Gráfico criado pelo autor. ....	28
Figura 3.4: Resultados da regressão com custos da TAM. Fonte: Stata. ....	28
Figura 3.5: Gráfico da regressão linear entre Custo Combustível GOL e Preço QAV. Gráfico criado pelo autor. ....	29
Figura 3.6: Resultados da regressão com custos da GOL. Fonte: Stata. ....	30
Figura 3.7: Gráfico da regressão linear entre os logaritmos naturais do Custo Combustível TAM e do Preço QAV. Gráfico criado pelo autor. ....	31
Figura 3.8: Resultados da regressão linear com logaritmo natural dos custos TAM. Fonte: Stata. ....	31
Figura 3.9: Gráfico da regressão linear entre os logaritmos naturais do Custo Combustível GOL e do Preço QAV. Gráfico criado pelo autor. ....	32
Figura 3.10: Resultados da regressão linear com logaritmo natural dos custos GOL. Fonte: Stata. ....	32

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Custos anuais do mercado de aviação comercial por natureza de custo e respectivas taxas de crescimento. Fonte: ANAC.....	16
Tabela 4.1: Valores médios anuais (R\$/L) dos custos das companhias aéreas com combustível e variação do custo da GOL com relação à TAM. Tabela criada pelo autor.....	33
Tabela 4.2: Valores de Beta para regressões nos cinco biênios entre 2001 e 2010. Tabela criada pelo autor. ....	34
Tabela 4.3: Valores de R <sup>2</sup> para regressões nos cinco biênios entre 2001 e 2010. Tabela criada pelo autor. ....	34
Tabela 4.4: Valores de P-Valor para regressões nos cinco biênios entre 2001 e 2010. Tabela criada pelo autor. ....	34
Tabela 4.5: Informações sobre hedge contidas nos relatórios a investidores da Gol. Fonte: Relatórios anuais das companhias aéreas. ....	35

## **Sumário**

1	Introdução.....	12
2	Contextualização .....	14
3	Resultados.....	25
4	Discussão e Implicações.....	33
5	Conclusões e Trabalhos Futuros.....	37
	Referências Bibliográficas.....	38

# 1 Introdução

O mercado de aviação civil tem mostrado grande volatilidade dos seus resultados financeiros desde a flexibilização das leis do setor. O aumento da competitividade e consequente guerra de preços no setor aliado a uma estrutura de custos rígida são fatores que tornaram a lucratividade das companhias aéreas curta nos últimos anos.

Outra questão central quando analisando os custos das companhias aéreas é a previsibilidade destes. Em média, 36% dos custos das linhas aéreas vem do consumo de Querosene de Aviação, produto derivado do fracionamento do petróleo, pelas aeronaves. Esse custo é fortemente indexado ao barril de petróleo e, portanto, suscetível a flutuações de curto prazo.

Para se proteger dessas flutuações as empresas fazem operações de hedge, uma ferramenta contratual utilizada para reduzir sua exposição aos custos de combustível. Essa estratégia pode ser muito eficaz para i) manter previsibilidade de custos no longo prazo ou ii) evitar aumento iminente nos preços de combustível.

## 1.1 Motivação

As companhias aéreas fazem em todo o mundo esforços consideráveis para reduzir custos operacionais. Estes custos, entretanto, correspondem a, em média, 18% das despesas de empresas deste tipo, de modo que a margem para aumento de produtividade somente por alavancas operacionais é muito curta.

Já os combustíveis, como mencionado anteriormente, correspondem a cerca de 36% das despesas das companhias aéreas brasileiras, sendo o hedge a estratégia mais utilizada para controlar destes custos.

Daí vem a motivação deste Trabalho. Num mercado competitivo como de aviação comercial, o controle dos custos com combustível é uma importante alavanca para manter o fluxo de caixa de uma companhia aérea.

## **1.2 Objetivo**

Este trabalho tem por objetivo estudar a relação dos custos com combustível das principais companhias aéreas brasileiras com os preços do Querosene de Aviação, apontando os momentos em que houve maior descolamento destas duas variáveis.

Para identificar essa correlação, fez-se uma regressão linear com os custos de compra de combustível da TAM e da GOL como variável dependente e preço do Querosene de Aviação (QAV) como independente.

## **1.3 Organização do texto**

O texto organiza-se em 5 capítulos, sendo o primeiro de introdução. No segundo capítulo, aborda-se todo o aspecto que dá base conceitual ao Trabalho, em especial dos aspectos relativos ao Querosene de Aviação: como este impacta os custos das companhias aéreas, como é feita a precificação do combustível e aspectos gerais do mercado deste insumo.

No terceiro capítulo apresenta-se os resultados das regressões lineares do custo do combustível das companhias aéreas como variável dependente e o preço do QAV como independente, além da análise de elasticidade. No capítulo seguinte faz-se a discussão e implicações dos resultados utilizando também resultados de regressões bienais com os mesmos dados, fechando-se com as conclusões no capítulo 5.

## 2 Contextualização

### 2.1 O Combustível no Mercado de Aviação Comercial

O querosene de aviação – QAV – é o combustível mais utilizado pelas aeronaves no seu abastecimento. Este é componente importante dos custos das companhias aéreas e seu estudo é de grande valor para o entendimento do mercado de aviação comercial.

#### 2.1.1 Representação nos custos das companhias aéreas

O combustível representa importante parte dos custos das companhias aéreas. A Figura 2.1 mostra a discriminação da composição média dos custos com combustível das companhias aéreas no período de 2009 a 2013.

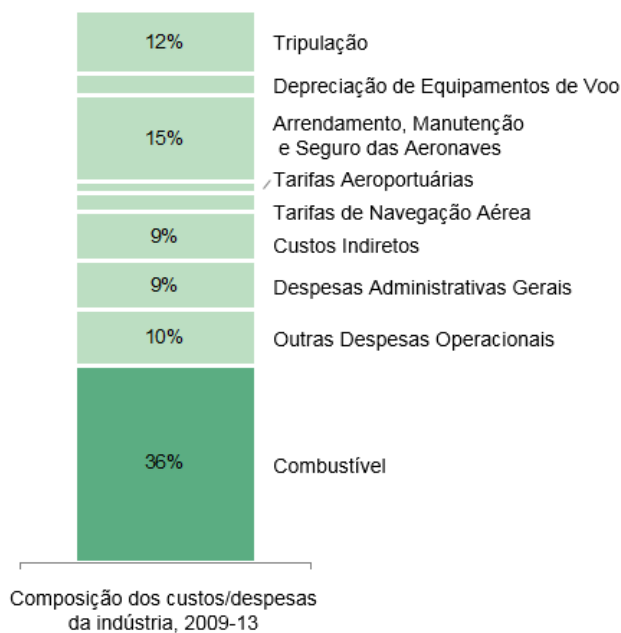
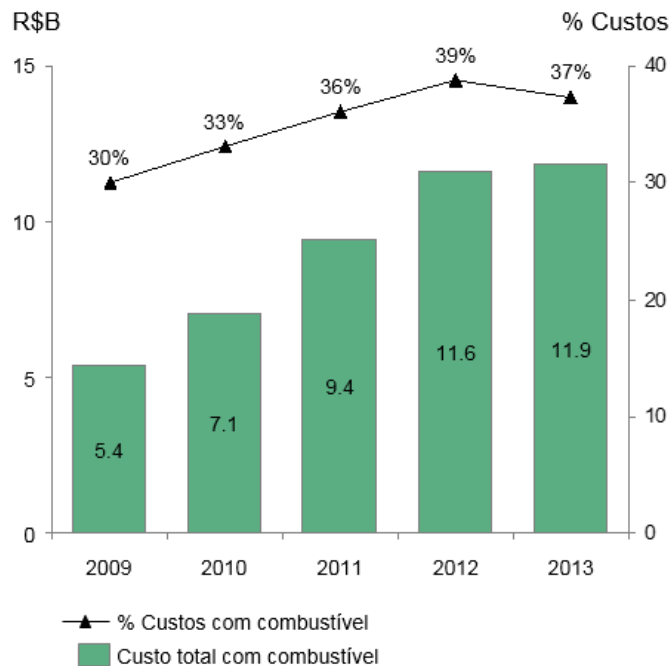


Figura 2.1: Composição média dos custos das companhias aéreas no período 2009-13. Fonte: ANAC.

Combustível é o maior custo das companhias aéreas e sua representatividade vem aumentando desde 2009, conforme mostra a Figura 2.2.





**Figura 2.2: Evolução dos custos com combustível e representatividade no período 2009-13. Fonte: ANAC.**

Os custos nominais com combustível têm aumentado, o que é esperado, uma vez que nesse período houve também aumento do número de voos anualmente. Entretanto, o crescimento da representatividade do combustível nos custos das companhias aéreas não é óbvio.

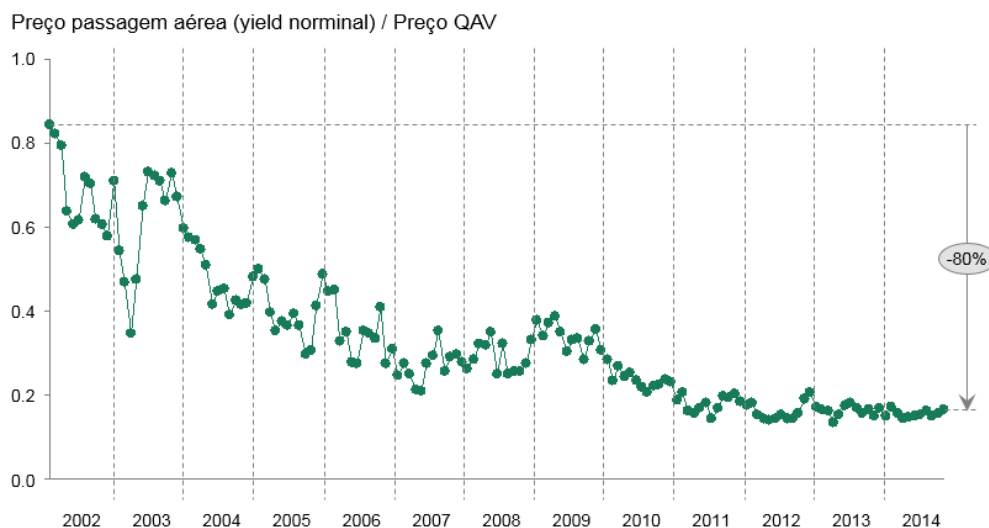
O aumento da competitividade pode explicar esse aumento. Os custos operacionais das companhias aéreas vêm diminuindo num esforço de manterem-se competitivas no mercado. Os esforços de aumento de produtividade não possuem impacto, entretanto, no preço do combustível, cujo único mecanismo de controle é o hedge. A Tabela 2.1 mostra os valores anuais de custo com cada tipo de gasto e seus respectivos CAGRs (Compound Annual Growth Rate – Taxa de crescimento anual agregada)

**Tabela 2.1: Custos anuais do mercado de aviação comercial por natureza de custo e respectivas taxas de crescimento.**  
**Fonte: ANAC.**

Natureza do custo	Custo anual (R\$ milhões)					CAGR
	2009	2010	2011	2012	2013	
Tripulação	2,1	2,6	3,5	3,4	3,1	10%
Combustível	5,4	7,1	9,4	11,6	11,9	22%
Depreciação de equip. de voo	0,7	0,9	1,1	1,3	1,2	15%
Arrend., manut. e seguro das aeronaves	3,5	3,1	3,4	4,2	5,4	11%
Tarifas aeroportuárias	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	25%
Tarifas de navegação aérea	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	13%
Custos indiretos	1,5	2,0	2,4	2,7	2,8	16%
Despesas administrativas gerais	1,8	1,9	2,3	2,9	2,3	7%
Outras despesas operacionais	1,9	2,6	2,6	2,2	3,3	15%

Os dois gastos que mais aumentaram entre 2009 e 2013 foram tarifas aeroportuárias (25%) e combustível (22%), enquanto o terceiro tem taxa consideravelmente menor que os outros dois (16%). O primeiro custo está diretamente ligado às concessões aeroportuárias recentemente realizadas pelo Governo, em que os aeroportos reestruturaram suas fontes de receita, proveniente em maior parte das tarifas cobradas das companhias aéreas, além do aumento de volume de pousos e decolagens ter aumentado, aumentando também o montante pago em tarifas aeroportuárias.

A crescente competição no mercado de aviação comercial tem criado preços cada vez menores para o consumidor. Uma importante pergunta a ser feita quando analisando a relação das companhias aéreas e o combustível é se as empresas repassam variações no preço de QAV ao consumidor. A Figura 2.3 mostra a evolução da razão mensal entre o yield da tarifa aérea nominal (valor médio pago por passageiro em cada quilômetro voado) e o preço nominal do combustível.



**Figura 2.3: Relação entre preço da passagem aérea média (yield nominal) e preço do QAV mensal entre 2002 e 2014.**  
**Fonte: ANAC e ANP.**

A razão é claramente inversa, com diminuição de 80% na relação desde 2002, o que implica que o aumento da competição tem efeito maior sobre o preço da passagem que as variações no preço do combustível. Uma análise mais refinada para compreender como o repasse de preços se comporta seria retirar o efeito do aumento da competitividade no mercado.

## 2.1.2 Cadeia de suprimentos

A cadeia de suprimentos do QAV é complexa assim como a de grande parte dos derivados do petróleo. O combustível é extraído pela Petrobrás em forma de petróleo e refinado em uma de suas refinarias. Hoje, em média 75% do QAV é produzido nacionalmente enquanto o restante vem de importações.

Mesmo sendo 75% de origem nacional, cerca de 90% do combustível é refinado no Brasil. Das refinarias, o querosene é levado às distribuidoras por diferentes modais até os aeroportos, onde o abastecimento das aeronaves se consuma. A Figura 2.4 mostra esse caminho, enquanto a Figura 2.5 dispõe geograficamente as instalações e rotas do QAV pelo Brasil.

Os canais de distribuição se dão por três empresas principalmente: BR Aviation, Raízen e Air BP. Esta entrou apenas recentemente no mercado brasileiro depois da tentativa de compra da Jacta pela Shell ser rejeitada no CADE. Os ativos tiveram de ser revendidos e a empresa britânica British Petroleum adquiriu-os através da sua subsidiária Air BP.



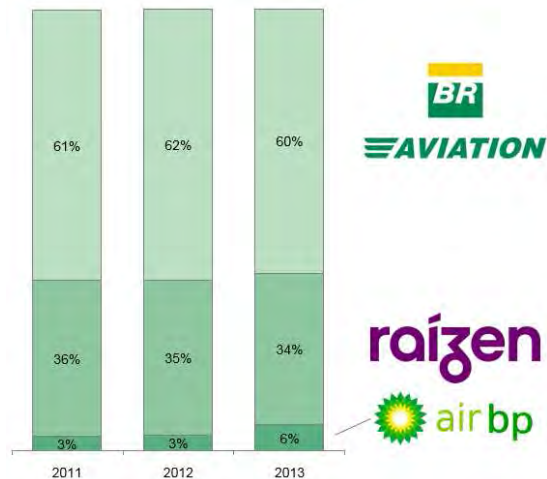


Figura 2.6: Market share das distribuidoras de QAV no Brasil entre 2011 e 2013. Fonte: ANP.

## 2.2 Preço do Querosene de Aviação

### 2.2.1 Precificação

A maneira como é feita a precificação do QAV no Brasil pela Petrobras é tema controverso. De acordo com a IATA, o combustível no Brasil é o segundo mais caro do mundo e, segundo a ABEAR (Associação Brasileira de Empresas Aéreas), isso se deve em grande parte ao preço artificialmente manipulado pela estatal brasileira para compensar as perdas da venda de gasolina abaixo do preço internacional. A Figura 2.7 compara preços de diversos aeroportos no mundo mostrando que alguns aeroportos brasileiros figuram entre os que fornecem os combustíveis mais caros.

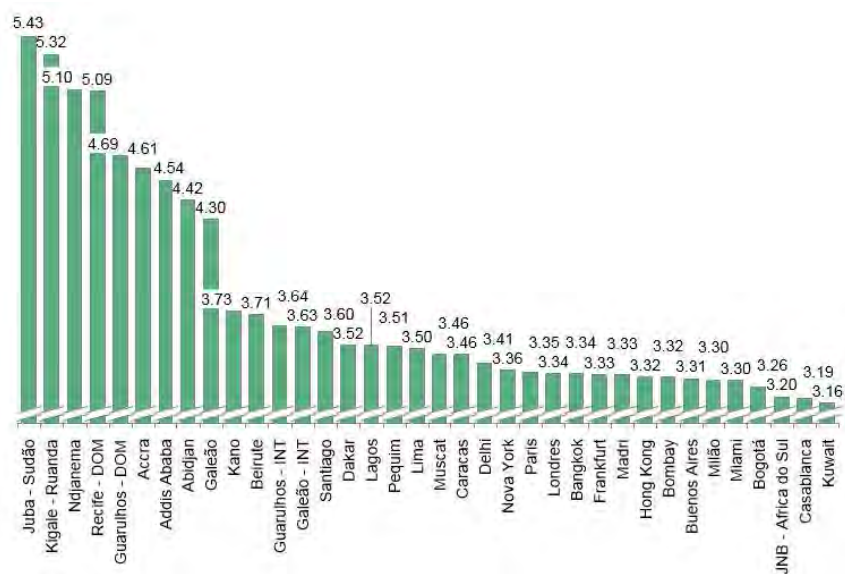


Figura 2.7: Comparação de preços do querosene de aviação (USD/galão americano excluindo impostos) em diversos aeroportos no mundo. Fonte: ABEAR.

De acordo com Rodrigues e Hermann (1990), o preço de um derivado do petróleo é formado pelos seguintes itens:

- Preço de Realização: É o custo de produção do item em questão, indexado aos preços médios mensais no mercado US Gulf e à cotação do dólar. A composição desse preço se distribui em quatro grupos.
  1. Grupo I: custo das matérias primas
  2. Grupo II: custo de pessoal
  3. Grupo III: custos indiretos
  4. Grupo IV: depreciação e remuneração da atividade de refino
- Imposto único (IU): taxa aplicada sobre o preço de realização cuja receita é distribuída igualmente entre os Estados. A soma deste valor com o preço de realização forma o preço ex-refinaria (ERP)
- Encargos Fiscais e Parafiscais: ICMS, contribuição à Previdência, PIS/PASEP, IOF e outros impostos. A soma dos três itens forma o preço de faturamento, de venda aos distribuidores.
- Taxa de Comercialização: Remuneração dos distribuidores e revendedores. A soma dos quatro valores compõe o preço final ao consumidor, no caso do QAV, as companhias aéreas.

A Figura 2.8 mostra a composição desse preço, baseado no preço padrão Platts US Gulf. Em 2011, a diferença entre o ERP e do preço do Golfo dos Estados Unidos chegou a 52 centavos (dólar por galão) e, segundo o presidente da IATA Brasil, Carlos Ebner, cada centavo de dólar gera uma variação 16 milhões de dólares no mercado nacional.

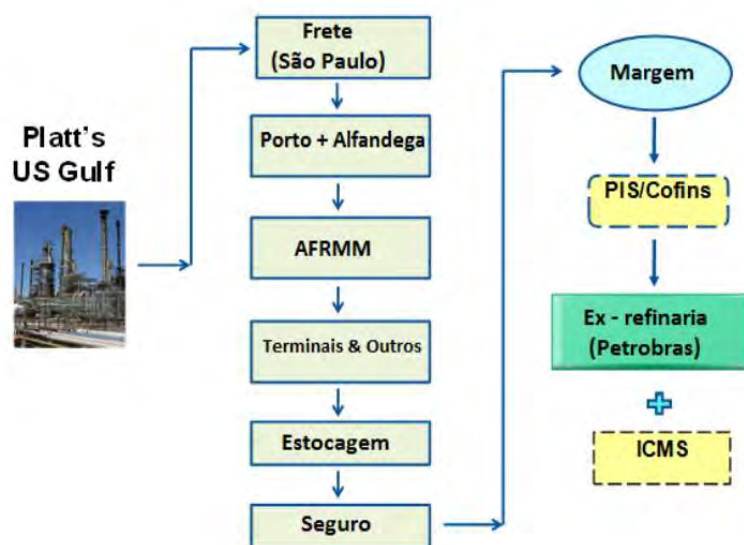


Figura 2.8: Composição do Preço ex-refinaria (Paridade de importação). Fonte: ABEAR.

### **2.2.2 Impostos**

Os impostos também figuram entre os temas mais recorrentes nos pleitos das companhias aéreas. Em especial, o ICMS (Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação) gera um aumento no preço final do QAV muito significativo para a competitividade das companhias aéreas brasileiras.

De acordo com Vieira (2014), o ICMS tem alíquotas que variam entre 4% e 25% a depender do Estado. A ABEAR (Associação Brasileira das Empresas Aéreas), em 2014, lançou uma carta aos candidatos à presidência onde, dentre outras medidas, pediu a unificação do ICMS nacionalmente para 6%. Esta diferença entre a taxa sobre o QAV gera diferentes custos de abastecimento nas diferentes unidades federativas. Para fugir dos altos custos de ICMS nos estados onde a taxa é maior, as companhias aéreas fazem o chamado fuel tankering, adotando rotas que privilegiem o abastecimento em aeroportos com menores impostos e, assim, reduzindo custos com combustível.

Recentemente muitos estados reduziram suas alíquotas de ICMS para estimular o tráfego aéreo nos seus principais aeroportos. Um exemplo de sucesso foi o Distrito Federal que ganhou 206 voos novos após a redução do imposto de 25% para 12%. Esse movimento gerou crescimento no consumo de 28,1% de QAV no aeroporto, mantendo praticamente a mesma arrecadação de ICMS por este canal. A Figura 2.9 mostra os valores de ICMS por Estado em 2013.

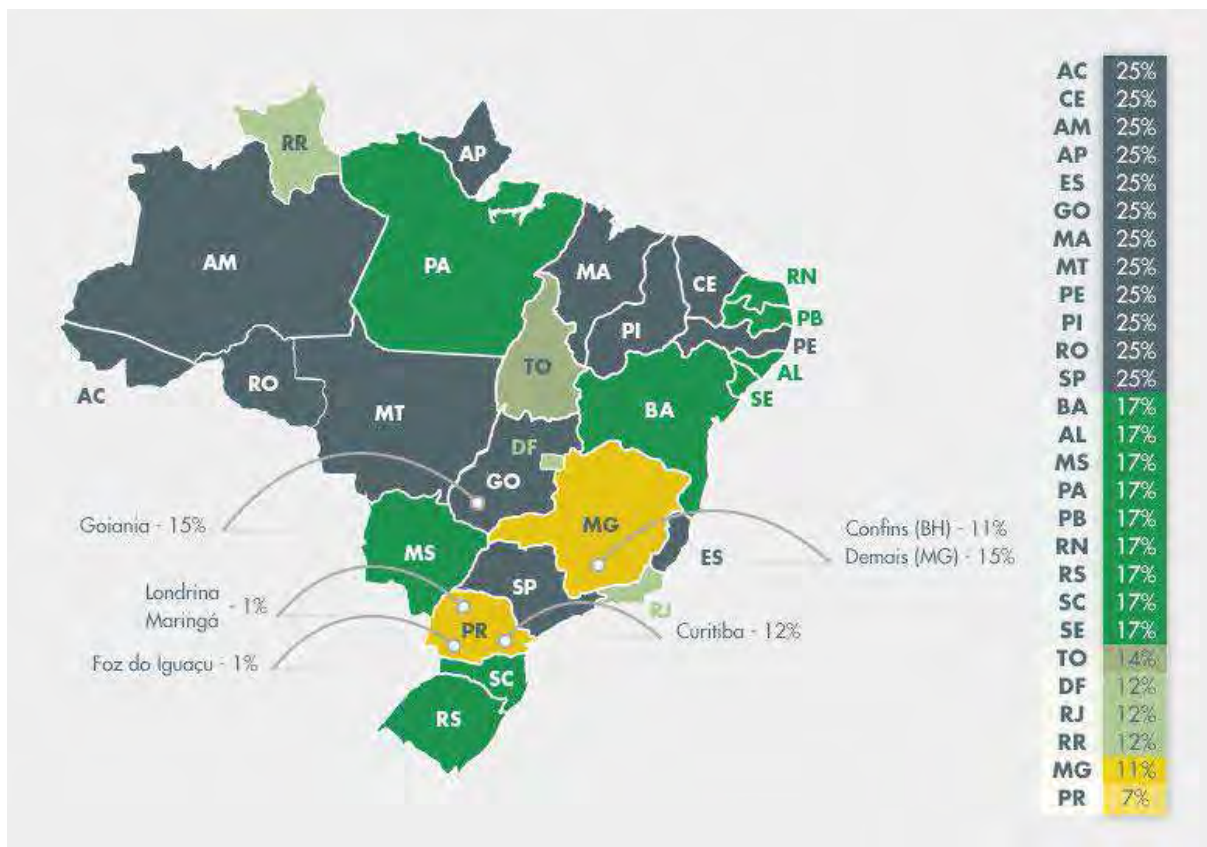


Figura 2.9: Valores de ICMS por Unidade Federativa (valores de 2013). Fonte: ABEAR.

### 2.2.3 Evolução de preços no Brasil

Em 27 de julho de 1998 foram publicadas as Portarias Interministeriais 3, 4 e 5, rompendo com a estrutura de preços anteriormente vigente. A de número 3, especificamente, estabeleceu o regime de preços liberados para o petróleo e criou parâmetros de controle dos preços dos seus derivados – QAV inclusive – conforme explicado no subcapítulo 2.2.1, no que ficou conhecida como Lei do Petróleo.

A liberação de preços gerou posterior aumento no preço do QAV. A Figura 2.10 mostra os preços semanais nominais do QAV comercializado no Brasil e a Figura 2.11, os preços a valor presente de dezembro de 2014 dos mesmos preços. Interessante notar no segundo gráfico que, logo após a liberação dos preços houve ligeira queda do valor real do litro de QAV, levando a posterior aumento do preço que, excluindo-se pequenas oscilações, manteve-se em alta até o fim de 2014. É clara, ainda, uma grande descontinuidade na série histórica de preços entre 2008



e 2009, resultado da crise dos subprimes. No segundo gráfico, nota-se ainda uma queda no preço no fim do ano de 2001, consequência dos atentados de 11 de setembro.



**Figura 2.10: Evolução do preço nominal do QAV (R\$/L) semanalmente. Fonte: ANP.**



**Figura 2.11: Evolução do preço do QAV real (a valor presente dez/2014) mensal. Fonte: ANP.**

Na tentativa de analisar o racional de variação dos preços do QAV, uma maneira de observá-lo é olhando como varia a relação deste preço com o preço do barril de petróleo, conforme mostrado na Figura 2.12. É interessante observar uma tendência de oscilação em torno de uma média, com ligeira tendência de queda da relação. Uma segunda derivada desta

análise seria entender o que motiva o descolamento dos preços do combustível ao do barril de petróleo, como no fim de 2008, como consequência da crise mencionada anteriormente.

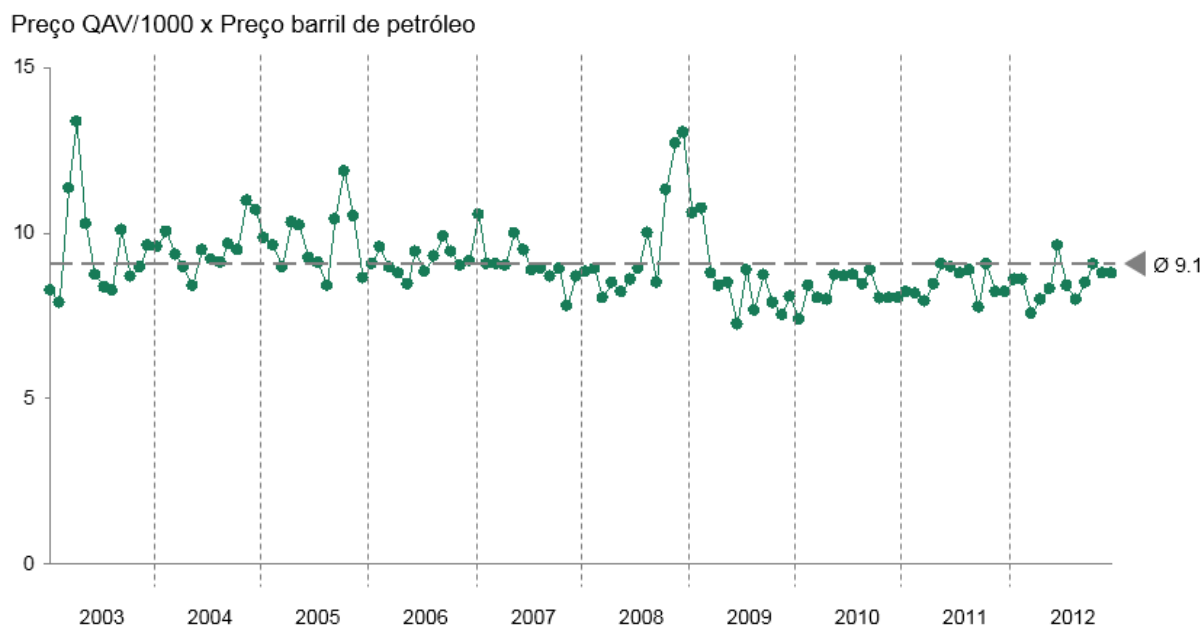


Figura 2.12: Evolução do preço mensal do QAV relativo ao barril de petróleo. Fonte: ANP.

## 3 Resultados

### 3.1 Modelo de Regressão Linear

O modelo de regressão linear é amplamente utilizado em modelagens econométricas pelo fato de abordar uma relação matemática simples entre uma variável a ser estudada (dependente) e outras variáveis que descrevem um sistema (independentes). No caso de o modelo abranger apenas uma variável independente – como é o caso deste Trabalho – a regressão é chamada de linear simples.

O modelo de regressão linear simples tem por equação geral:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$$

sendo  $Y_i$  o valor da variável dependente da  $i$ -ésima observação,  $X_i$  o da independente,  $\beta_0$  o coeficiente associado à esta variável e

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i = Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i$$

o resíduo gerado pela  $i$ -ésima observação.

Uma importante aplicação deste método, além da predição de resultados, é a análise do  $R^2$  – número que indica quão ajustados estão os dados no modelo. No caso deste Trabalho, em que se utiliza como variáveis dependentes o custo do combustível para a GOL e para a TAM relacionando com a mesma variável independente – preço do QAV –, a comparação entre os dois valores de  $R^2$  permite compreender qual das duas companhias tem seus custos mais descolados do preço do QAV e, logo, sugere prática mais agressiva de hedge.

### 3.2 Dados

A base de dados utilizada para compor as variáveis das regressões contém os custos unitários com combustível das duas companhias aéreas retirados do Plano de Contas da ANAC, o IPCA acumulado para trazer a valor presente os valores nominais e o preço nominal do QAV circulado no Brasil. A granularidade das informações é mensal e abrange dados de 1997 a 2010 – exceto no caso da Gol, companhia que só foi criada em 2001.

#### 3.2.1 Custos das companhias aéreas com combustíveis

O Plano de Contas da ANAC faz a seguinte descrição dos dados de custos com combustível das companhias aéreas:

“Representa o consumo calço a calço por tipo de equipamento, apropriado nas operações produtivas e improdutivas, incluindo impostos, taxas e despesas diretamente envolvidas com o mesmo. A apropriação deverá ser efetuada considerando o tipo de equipamento.

03 - Registra despesas brutas havidas com combustíveis e lubrificantes consumidos por aeronaves em voo.”

Ou seja, existem três vieses no custo com combustível quando comparado com o preço do QAV: a inclusão dos custos com lubrificante, os custos logísticos e os impostos incidentes sobre a comercialização desses produtos. Os dois primeiros são de difícil mensuração, visto que são custos difusos e o principal imposto incidente sobre a comercialização do QAV, como mencionado no Capítulo 2, é o ICMS e possui alíquotas diferentes em cada unidade federativa.

A única maneira pragmática de incluir o ICMS no modelo seria adotar uma alíquota média e descontar do custo mensal das companhias. Neste caso, não haveria diferença no cálculo do  $R^2$  e do p-valor, teria alteração apenas na comparação bruta dos valores. Para não gerar mais um ruído nos dados coletados, optou-se por não incluir esse imposto no modelo.

### **3.2.2 Preço do Querosene de Aviação**

Os dados do preço do QAV são fornecidos pela ANP (Agência Nacional do Petróleo) em forma de série histórica mensal de 1997 a 2014. A comercialização do QAV se dá das refinarias para as distribuidoras ou por meio de importação. O preço na série histórica é uma ponderação de todos esses valores.

## **3.3 Resultados das Regressões Lineares**

Antes de apresentar os resultados das regressões propriamente ditas, é interessante analisar graficamente a comparação entre os custos com combustível de GOL e TAM e a destes com o preço do QAV como mostram as Figura 3.1 e Figura 3.2. Como esperado, os valores do preço do QAV são, via de regra, menores que os custos devido aos fatores citados no item 3.2.1.

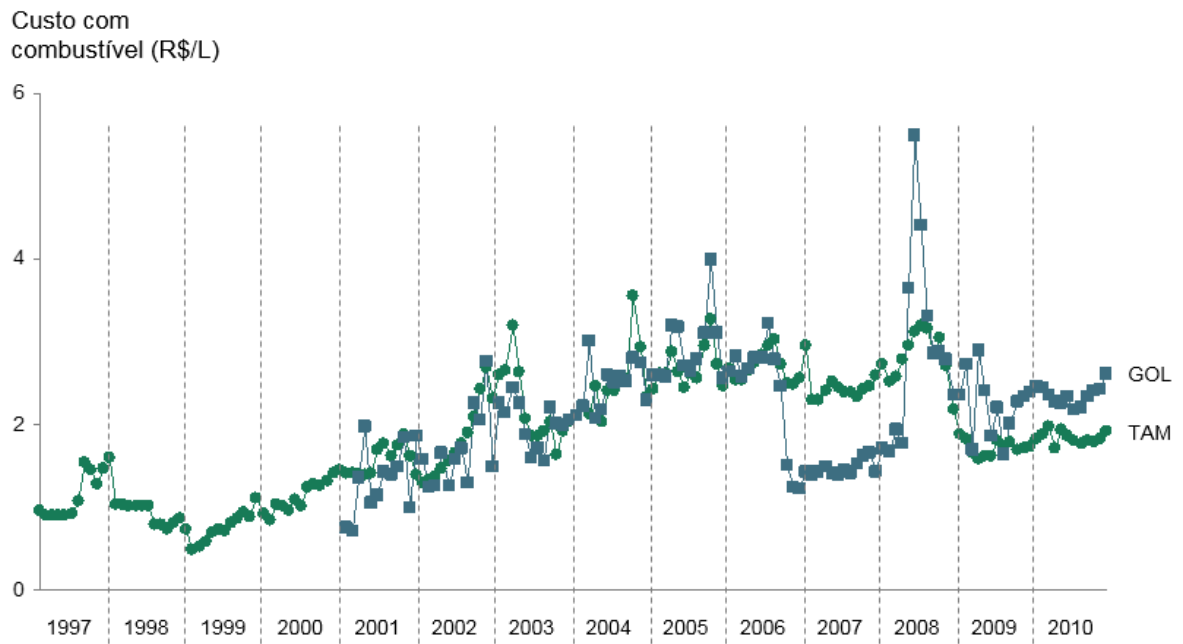


Figura 3.1: Comparação de custos com combustível da TAM e GOL. Gráfico criado pelo autor.

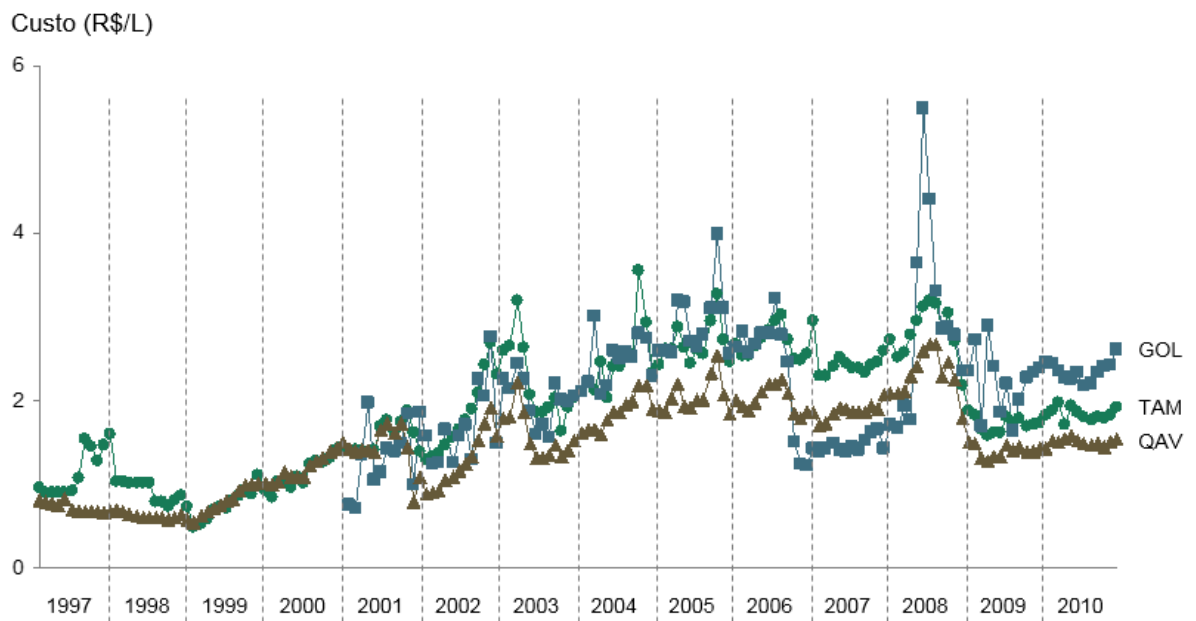


Figura 3.2: Comparação dos custos com combustível com o preço do QAV. Gráfico criado pelo autor.

### 3.3.1 Custo com combustível TAM

A primeira regressão foi realizada com o custo do combustível da TAM e o preço do QAV. A Figura 3.3 mostra o gráfico resultante da regressão e a Figura 3.4, os resultados encontrados utilizando o software Stata13, que é utilizado em todas as regressões deste Trabalho.

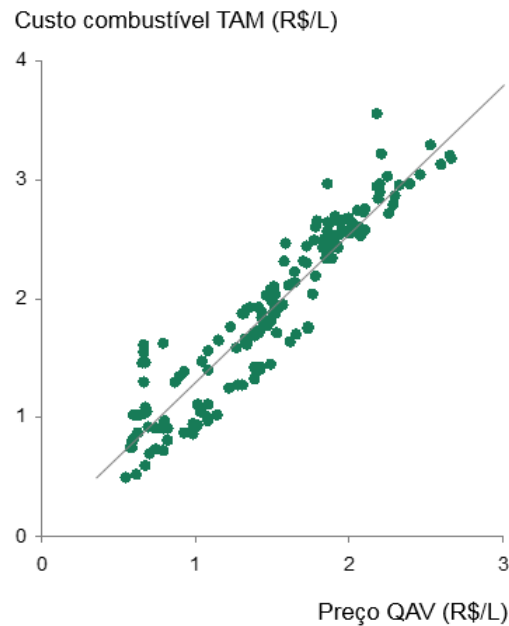


Figura 3.3: Gráfico da regressão linear entre Custo Combustível TAM e Preço QAV. Gráfico criado pelo autor.

fuelTAM	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
jetfuel	1.275765	.0359395	35.50	0.000	1.204807	1.346722
_cons	-.0066068	.0563544	-0.12	0.907	-.1178705	.1046568

Included instruments: jetfuel

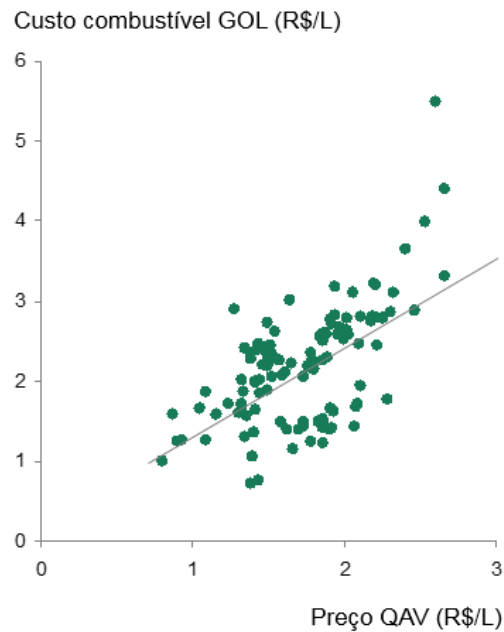
(1)	
fuelTAM	
jetfuel	1.0035*** [0.030]
Adj_R2	0.8828
RMSE	0.2473
F	1260.075
N_Obs	168

Figura 3.4: Resultados da regressão com custos da TAM. Fonte: Stata.

Nesta regressão a hipótese nula é a não relação entre os custos com combustível da TAM e o preço do QAV. Como mostrado na Figura 3.4, o p-valor é zero, que é menor que o 0,05 comumente adotado como menor nível de significância para que não se rejeite a hipótese nula, logo pode-se rejeitar a hipótese nula o que implica que existe significância estatística na relação das duas variáveis. Além disso, o parâmetro  $R^2$  de 0,08828 é consideravelmente alto, o que é um indicativo que os dados se encaixam bem no modelo.

### 3.3.2 Custo com combustível GOL

A segunda regressão foi realizada com o custo do combustível da GOL e o preço do QAV. A Figura 3.5 mostra o gráfico resultante da regressão e a Figura 3.6, os resultados encontrados.



**Figura 3.5:** Gráfico da regressão linear entre Custo Combustível GOL e Preço QAV. Gráfico criado pelo autor.

fuelGOL	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
jetfuel	1.142871	.1388284	8.23	0.000	.8679533 1.417789
_cons	.2025263	.2456558	0.82	0.411	-.2839391 .6889917

Included instruments: jetfuel

	(1) fuelGOL
jetfuel	0.9070*** [0.112]
Adj_R2	0.3594
RMSE	0.5817
F	67.770
N_Obs	120

Figura 3.6: Resultados da regressão com custos da GOL. Fonte: Stata.

De forma semelhante à regressão anterior, o p-valor desta é zero, o que nos permite rejeitar a hipótese nula. Neste caso, entretanto, tem-se R<sup>2</sup> de 0,3594, consideravelmente menor que o do modelo anterior.

### 3.4 Resultados das Análises de Elasticidade

Uma segunda análise interessante é a de elasticidade das duas variáveis. A partir dela, pode-se prever o impacto sob o custo com combustível das companhias da variação no preço do QAV. Para estabelecer este impacto, faz-se uma regressão linear semelhante à realizada em 3.3 com os logaritmos naturais dos custos e do preço do QAV.

Neste caso, ter-se-á uma equação na forma da seguinte:

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_i) + e_i$$

Derivando a equação em relação a  $X_i$ ,

$$\frac{d(\ln(Y_i))}{dX_i} = \frac{(\beta_0 + \beta_1 \ln(X_i) + e_i)}{dX_i}$$

$$\frac{1}{Y_i} \frac{dY_i}{dX_i} = \beta_1 \frac{1}{X_i}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{dY_i}{Y_i}}{\frac{dX_i}{X_i}} = \beta_1$$



Ou seja, na regressão dos logaritmos naturais, o coeficiente  $\beta_1$  representa a relação entre as variações relativas da variável independente e da variável dependente.

### 3.4.1 Custo com combustível TAM

A primeira regressão para cálculo da elasticidade foi feita para os custos com combustível da TAM. A Figura 3.7 mostra o gráfico resultante da regressão e a Figura 3.8 os resultados encontrados.

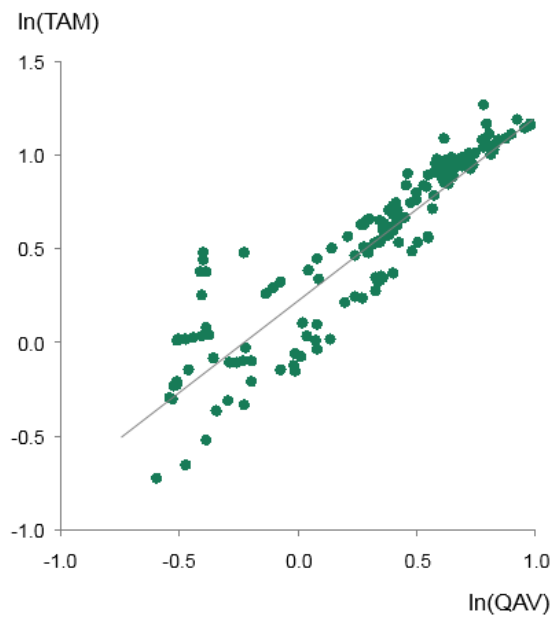


Figura 3.7: Gráfico da regressão linear entre os logaritmos naturais do Custo Combustível TAM e do Preço QAV. Gráfico criado pelo autor.

fuelTAME	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
jetfuel	.7581016	.0261734	28.96	0.000	.706426	.8097771
_cons	-.5769382	.0410407	-14.06	0.000	-.6579672	-.4959093

Included instruments: jetfuel

Figura 3.8: Resultados da regressão linear com logaritmo natural dos custos TAM. Fonte: Stata.

Neste caso, o coeficiente  $\beta_1$  vale 0,7681016, que significa que uma variação de 1% no preço do QAV impacta em uma mudança de 0,768% nos custos da TAM com combustível.

### 3.4.2 Custo com combustível GOL

A segunda regressão para cálculo da elasticidade foi feita para os custos com combustível da GOL. A Figura 3.9 mostra o gráfico resultante da regressão e a Figura 3.10 os resultados encontrados.

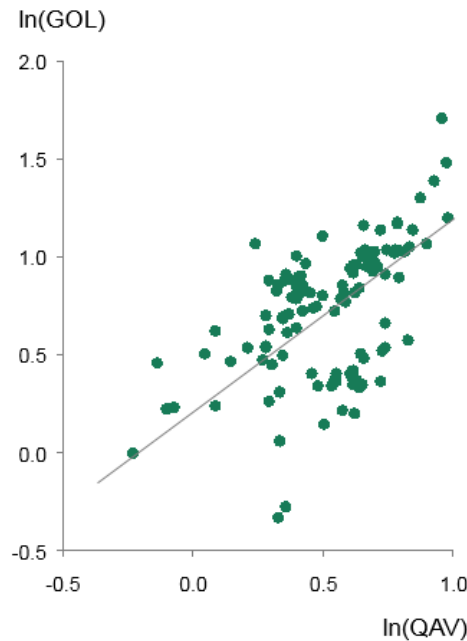


Figura 3.9: Gráfico da regressão linear entre os logaritmos naturais do Custo Combustível GOL e do Preço QAV. Gráfico criado pelo autor.

fuelGOLE	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
jetfuel	.4918081	.0677154	7.26	0.000	.3577132 .625903
_cons	-.1269287	.1198219	-1.06	0.292	-.3642087 .1103513

Included instruments: jetfuel

Figura 3.10: Resultados da regressão linear com logaritmo natural dos custos GOL. Fonte: Stata.

Neste caso, o coeficiente  $\beta_1$  vale 0,4918081, que significa que uma variação de 1% no preço do QAV impacta em uma mudança de 0,492% nos custos da GOL com combustível.

## 4 Discussão e Implicações

De forma global pode-se analisar o  $R^2$  das duas companhias nas regressões, sendo possível inferir que a GOL tem custos menos relacionados com o preço do QAV, o que é um indício de que a estratégia de hedge desta companhia aérea gera custos mais voláteis. A Tabela 4.1 mostra os custos unitários com combustível das companhias aéreas por ano, indicando que a GOL teve custos, entre 2001 e 2010, em média, 1% menores do que os da TAM, com uma tendência reversa em 2009 e 2010.

**Tabela 4.1: Valores médios anuais (R\$/L) dos custos das companhias aéreas com combustível e variação do custo da GOL com relação à TAM. Tabela criada pelo autor.**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Média
TAM	1,56	1,82	2,20	2,48	2,68	2,68	2,46	2,82	1,71	1,84	2,23
GOL	1,33	1,68	2,01	2,47	2,92	2,39	1,47	2,90	2,23	2,36	2,18
Var. (%)	-14%	-8%	-9%	0%	9%	-11%	-40%	3%	30%	28%	<b>-1%</b>

Este resultado indica que, apesar da estratégia de hedge mais agressiva da GOL ter gerado, entre 2001 e 2010, maiores oscilações nos custos com combustível, o resultado agregado nos 10 anos foi de custo médio menor em 1% que de sua principal concorrente. Este percentual, entretanto, é muito pequeno para se tomar qualquer conclusão, uma vez que os cálculos dos custos unitários com combustível levam em conta outros fatores que não são claros.

A discussão dos resultados das regressões lineares torna-se mais rica na medida em que os resultados sejam vinculados a dados de relatórios de relação com investidores das duas companhias aéreas contempladas neste Trabalho. Para que essa vinculação seja feita com mais propriedade, é preciso que a regressão seja quebrada em regressões mais granulares. De modo que ainda haja relevância estatística, utiliza-se regressões bienais no período de 2001 a 2010, período em que se tem dados de custo do combustível tanto da GOL quanto da TAM.

As Tabelas Tabela 4.2, Tabela 4.3 e Tabela 4.4 mostram os valores de  $\beta$ ,  $R^2$  e p-valor para as 5 regressões bienais. O primeiro resultado que chama a atenção é o p-valor da GOL no biênios 2001-02 e 2009-10 ser maior que 0,05, indicando que não há relevância estatística e,

portanto, não é possível rejeitar a hipótese nula. Além disso, o p-valor para as regressões da TAM são todos menores que 0,05 e, portanto, pode-se rejeitar a hipótese nula.

**Tabela 4.2: Valores de Beta para regressões nos cinco biênios entre 2001 e 2010. Tabela criada pelo autor.**

$\beta$	2001-02	2003-04	2005-06	2007-08	2009-10
TAM	0,77	1,46	1,11	0,93	1,20
GOL	0,52	1,02	2,45	3,11	0,62

**Tabela 4.3: Valores de R<sup>2</sup> para regressões nos cinco biênios entre 2001 e 2010. Tabela criada pelo autor.**

R <sup>2</sup>	2001-02	2003-04	2005-06	2007-08	2009-10
TAM	0,42	0,82	0,90	0,83	0,75
GOL	0,12	0,60	0,52	0,71	0,03

**Tabela 4.4: Valores de P-Valor para regressões nos cinco biênios entre 2001 e 2010. Tabela criada pelo autor.**

P-Valor	2001-02	2003-04	2005-06	2007-08	2009-10
TAM	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
GOL	0,098	0,000	0,000	0,000	0,428

A análise do  $\beta$  é interessante para demonstrar quão forte é a interação entre o custo com combustível e o preço do QAV. Um alto valor de  $\beta$  significa que uma pequena variação no preço do QAV gera uma grande variação nos custos com combustível das companhias o que pode traduzir ou uma má proteção contra os preços ou um hedge muito agressivo.

Em 2001, o Governo Federal eliminou os subsídios ao combustível, que permitiu que o preço dos combustíveis flutuasse, gerando aumento de 30% nos preços do mercado interno. Essa flutuação explica os valores de p-valor no primeiro biênio analisado, uma vez que a Gol iniciou suas operações em 2001, ainda sem experiência na execução de hedge de combustíveis, que pode ter ocasionado num descolamento dos custos com o preço do combustível, devido a sua imprevisibilidade. A TAM, como empresa mais experiente, conseguiu executar melhor seu hedge, porém, com R<sup>2</sup> consideravelmente menor e p-valor ligeiramente maior do que dos biênios posteriores.

A Gol, em seus demonstrativos financeiros, cita: “Em setembro de 2003, implementamos um programa de hedge de combustível e variação cambial, baseado nas melhores práticas de mercado adotadas por outras companhias aéreas de baixo custo bem-sucedidas, pelo qual firmamos contratos de hedge de preços do combustível e variação cambial com várias partes, visando à proteção contra a variação de preços do combustível que adquirimos”. Ou seja, a partir de 2003 que as estratégias de hedge foram coordenadas seguindo benchmarks internacionais, fato este que corrobora com os dados das regressões no biênio de 2001-02.

Os baixos valores de  $R^2$  da Gol no primeiro e quinto biênios geraram impacto negativo no  $R^2$  global da regressão. Se fossem utilizados apenas os anos entre 2003 e 2008 o  $R^2$  seria bastante maior. No caso do último biênio a explicação mais clara vem a crise de 2008, que gerou grande volatilidade no dólar e preço do barril de petróleo. Para melhor entender como a estratégia de hedge pode ter influenciado o custo com combustível, a Tabela 4.5 mostra as informações sobre hedge da Gol contidas nos relatórios a investidores no período estudado. Não foram encontrados relatórios anteriores a 2005.

**Tabela 4.5: Informações sobre hedge contidas nos relatórios a investidores da Gol. Fonte: Relatórios anuais das companhias aéreas.**

<b>Data do relatório</b>	<b>Informação sobre hedge</b>
dez/2009	22% da necessidade prevista de combustível para 2010 cobertas com hedge
dez/2008	20% da necessidade prevista de combustível para 2009 cobertas com hedge
dez/2007	29% e 7% da necessidade prevista de combustível para 2008 cobertas com hedge para o primeiro e segundo bimestres do ano respectivamente
dez/2006	87% e 75% e 21% da necessidade prevista de combustível para 2007 cobertas com hedge para o primeiro, segundo e terceiro bimestres do ano respectivamente
mar/2006	30% da necessidade prevista de combustível para 2006 cobertas com hedge
mar/2005	60% da necessidade prevista de combustível para os 90 dias seguintes cobertas com hedge

A TAM informa apenas que costuma fazer hedge entre 30% e 80% das necessidades futuras de combustível (rolling 24-months), respeitando sempre esses valores como máximo e mínimo. Descreve também que essa política começou a ser adotada desde 2004.

As informações da Gol não são suficientes para inferir sobre o que gerou a mudança na relevância estatística no biênio de 2009-10. Parece haver, entretanto, uma desaceleração das operações de hedge, uma vez que em 2007 chegou-se a ter 87% do combustível do bimestre protegido e em 2010 haveria apenas 22%. Os valores de 2007 também são mais próximos dos valores tipicamente praticados pela TAM. Uma análise completa precisaria levar em conta contratos de hedge de curto prazo e a maneira como os contratos são negociados.

## 5 Conclusões e Trabalhos Futuros

O trabalho procurou estudar a relação entre os custos com combustível e o preço deste das duas maiores companhias aéreas do Brasil através de análise econométrica – regressão linear – utilizando como variável independente o preço do Querosene de Aviação e como variável dependente os custos das companhias aéreas com combustível. Os resultados encontrados mostram que a Gol possui custos com menor relação com o preço do QAV do que a TAM no período de 2001 a 2010.

Essa menor relação se deve principalmente aos biênios de 2001-02 e 2009-10 em que o p-valor da regressão não foi suficiente para o descarte da hipótese nula. O primeiro biênio foram os primeiros dois anos da Gol no mercado e, conseqüentemente, ainda havia imaturidade nas políticas de hedge. A TAM se mostrou mais robusta no hedge, com menores variações na relação com o QAV entre os biênios.

Acredito que o trabalho possa motivar futuras discussões sobre o impacto do preço dos combustíveis nos custos das companhias aéreas. Este trabalho focou na relação entre os custos das companhias aéreas e o preço do combustível, uma próxima derivada seria aumentar a granularidade e analisar os impactos diretos das políticas de hedge mês a mês. Essa informação, entretanto, é confidencial das companhias aéreas, de modo que este estudo teria que ser realizado internamente por estas.

Futuros trabalhos podem seguir diferentes caminhos no estudo dos custos das companhias aéreas com combustível. Dois assuntos que estão em pauta no mercado podem ser temas de estudos: a maneira como a Petrobras precifica o QAV e a unificação do ICMS nacionalmente. O primeiro teria impactos claros sobre o preço final do combustível e, por conseguinte, amorteceria os já altos custos das companhias aéreas. O segundo tem impacto direto no preço bruto do QAV e também mudaria a maneira como as companhias aéreas planejam suas rotas, uma vez que não precisariam mais abastecer em específicos aeroportos para reduzir custos com combustível. Mudanças na precificação do QAV e nos impostos teriam impactos na oferta do transporte aéreo e esse impacto pode ser previsto através de futuros trabalhos.

# Referências Bibliográficas

ABEAR – Associação Brasileira das Empresas Aéreas: <http://www.agenciaabear.com.br/>

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil: <http://www.anac.gov.br/>.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis:  
<http://www.anp.gov.br/>

Carter, D., Rogers, D. A., & Simkins, B. J. (2004). Does fuel hedging make economic sense? The case of the US airline industry. *The Case of the US Airline Industry* (16 de setembro, 2002). AFA.

Cobbs, R., & Wolf, A. (2004). Jet fuel hedging strategies: Options available for airlines and a survey of industry practices. Manuscrito não publicado, [http://www.kellogg.northwestern.edu/research/fi'mrc/papers/jet fuel. pdf](http://www.kellogg.northwestern.edu/research/fi'mrc/papers/jet%20fuel.pdf).

Gol Linhas Aéreas Inteligentes S.A.: <http://voegol.com.br/>

Lim, S. H., & Hong, Y. (2014). Fuel hedging and airline operating costs. *Journal of Air Transport Management*, 36, 33-40.

Rodrigues, A. P., & HERMANN, J. (1990). Alguns comentários sobre os critérios de formação de preços dos derivados de petróleo. *Revista Brasileira de Energia*, 1(2), 7-27.

SINDICOM – Sindicato das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes: <http://www.sindicom.com.br/>.

Strambi, M. P. (2012). A Efetividade das Políticas de Hedge de Combustível nas Companhias Aéreas Brasileiras. Trabalho de Monografia – Universidade de São Paulo.

TAM S.A.: <http://tam.com.br/>

Vieira, A. R. P. (2012). Diversidade das Alíquotas do ICMS de Combustível para Aviação Nacional. Universidade de São Paulo Apóstolo.



## FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO  TC	2. DATA  23 de novembro de 2015	3. REGISTRO N°  DCTA/ITA/TC-086/2015	4. N° DE PÁGINAS  38
5. TÍTULO E SUBTÍTULO:  Estudo da variabilidade dos custos com combustível das duas maiores companhias aéreas brasileiras.			
6. AUTOR(ES):  <b>José Leônidas de Menezes Cristino Filho</b>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES):  Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR:  Hedge; Econometria; Combustível; Transporte Aéreo; Querosene de Aviação.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO:  Operações de linhas aéreas; Administração de transportes; Custos; Transporte aéreo; Econometria; Transportes.			
10. APRESENTAÇÃO:  ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Alessandro Vinícius Marques de Oliveira. Publicado em 2015.			
11. RESUMO:  O mercado de aviação civil é conhecido pela alta competitividade. A guerra de preços não permite o repasse ao consumidor dos altos custos operacionais relacionados com a atividade, o que gera curtas margens de lucros para os acionistas das empresas do setor. O estudo e minimização dos custos é de essencial importância neste contexto. O maior custo das companhias aéreas brasileiras é com combustível – cerca de 36% –, cujo preço é extremamente volátil por se tratar de um derivado do petróleo. Para se protegerem dessas flutuações, as empresas aéreas utilizam políticas de hedge fazendo contratos no mercado de futuros. O presente Trabalho de Graduação busca compreender a relação entre os custos das duas maiores companhias aéreas brasileiras com o preço do querosene de aviação utilizando modelo econométrico de regressão linear. Os resultados encontrados mostram que a Gol possui custos com menor relação com o preço do QAV do que a TAM no período de 2001 a 2010.			
12. GRAU DE SIGILO:  <input checked="" type="checkbox"/> OSTENSIVO <input type="checkbox"/> RESERVADO <input type="checkbox"/> CONFIDENCIAL <input type="checkbox"/> SECRETO			

