# Análise comparativa entre os modais aéreo e rodoviário, sob a ótica de custo total.

**Bruno Antonio Senese (bruno_senese@yahoo.com.br)**
(orientador: Claudio Barbieri da Cunha)

***Resumo:*** *Este trabalho tem como objetivo comparar o modal aéreo com o rodoviário e achar o ponto de equilíbrio em valor agregado da carga e a distância mínima percorrida para que esse break-even ocorra. Pretende-se mostrar através de diversos cálculos e gráficos o resultado da comparação de vários cenários entre esses dois modais, e com isso achar o valor ideal para esta mudança. Será comprovado que, ao contrário do que ocorre hoje, produtos de médio valor agregado também podem ser transportados pelo modal aéreo. Para isso será utilizado o conceito de custo total.*
***Palavras-chave:*** *Custo total; aéreo x rodoviário; ponto de equilíbrio.*

## 1. Introdução

### 1.1. Apresentação do Caso

Ao se cogitar enviar uma carga pelo modal aéreo, pensa-se sempre em altos custos de transporte, e que esse modal deve ser utilizado apenas em extrema necessidade e urgência. Entretanto, o custo do frete é apenas um dos muitos custos envolvidos que se deve avaliar na hora de escolher qual será o modal em que a carga deve ser enviada.

Neste texto será apresentado e discutido mais especificamente o conceito de custo total, o qual permite computar não só o custo do frete, mas também todos os outros custos logísticos que muitas vezes são esquecidos, mal dimensionados ou suprimidos, como por exemplo, dos custos de estoque, do custo do capital investido, dos tempos de consolidação de carga, entre outros.

### 1.2. Objetivos

Este estudo tem como objetivo:

- Comparar o transporte aéreo com o rodoviário e mostrar através de uma análise de custo total que o transporte aéreo pode estar sendo subaproveitado erroneamente.
- Mostrar que se pode enviar a carga por via aérea, mesmo pagando um frete consideravelmente maior e ainda assim, obter vantagens financeiras.
- Demonstrar como se faz para calcular a curva que define o ponto de equilíbrio ou indiferença e que permite decidir qual modal utilizar.

### 1.3. Relevância do Tema

Amaral (2012) mostrou que em uma população de 73 grandes empresas de logística, um total de 41% desconheciam totalmente (ou tinham apenas uma noção vaga) da existência de compensações logísticas que ocorram numa análise de custo total. Outro ponto relevante da pesquisa mostrou que 59% dos profissionais pesquisados não sabiam que os *trade-offs* determinavam a formação do custo total, e que a redução de um dos custos logísticos, como o frete, por exemplo, pode aumentar e não diminuir o custo total.

Pode existir então, 59% de mercado potencial, o qual poderia mandar a sua carga por via aérea, mas por desconhecimento não o fazem, e com isso reduzem a sua margem de lucro e aumentam a sua quantidade de estoque desnecessariamente.

Atualmente cerca de 66% da produção de transporte no Brasil é feita via caminhões e carretas, as ferrovias transportam 19,4%, as hidrovias são responsáveis por 11,3%, os dutos 3,4%, já o setor aéreo é responsável por somente 0,05%, segundo dados do Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS, 2011). Porém, esses mesmos 0,05% em volume/peso são responsáveis por 17,45% de todo o valor movimentado o que dá uma média de US$114,10 por kg transportado (ILOS, 2011).

Pode-se citar como exemplo, uma grande indústria de cosméticos localizada em Cajamar – SP, distante 50 km do centro de São Paulo. Ela envia toda a sua carga com destino a Recife – PE somente por via terrestre, num percurso de cerca de 2.609 km. Percorrendo-se uma média de 600 km diários, e considerando-se a necessidade de intercalar um descanso de 12 horas (levando em conta a lei do motorista, em vigor desde o ano de 2012), tem-se um total de 106h de viagem (4,5 dias) até o seu destino que é o centro de distribuição em Recife – PE.

Com o transporte aéreo serão somente 9 horas de percurso total, somando-se o transporte terrestre do e para o aeroporto (nas duas cidades), o carregamento e descarregamento dos aviões, o trânsito da carga entre os TECA's (Terminais de Logística de Carga Aeroportuária). O tempo em que a carga ficará em trânsito será 13 vezes menor do que o terrestre. Nesse contexto, o que este trabalho pretende comprovar é que existem diversas situações e condições que se esta indústria mandasse os produtos por via aérea, ela se beneficiaria muito não só com o tempo de entrega menor, mas também pela redução de custo de estoque na origem e no destino, uma vez que ela só trabalha com produtos de alto valor agregado.

### 1.4. Análise do Mercado de Cargas Aéreas

De acordo com Silveira (2012) e Lewis e Cullinton (1956), o mercado de carga aérea é dividido da seguinte forma:

**Carga de Emergência:** Sensível ao tempo, sendo o custo do transporte irrelevante devido à urgência necessária. Alguns exemplos são órgãos para transplante e peças ou equipamentos essenciais para a linha de produção de alguma empresa.

**Carga Perecível:** Sensível ao tempo, mas com o transporte planejado. Esta característica pode ter caráter físico (flores, frutas e carnes especiais), ou econômico (jornais, roupas de moda, etc.).

**Carga de Competição:** Carga disputada entre o modal aéreo e os outros modais.

Independentemente do grupo em que a carga pertença, nota-se que apenas o transporte de bens com alto e altíssimo valor agregado é compreendido pelo modal aéreo, e sendo estes produtos muitas vezes transportados apenas de forma emergencial (por exemplo, quando há uma quebra na sua cadeia logística normal).

Neste estudo, será comprovado que a carga de competição de médio valor agregado, também pode ser transportada por via aérea, sem perder a competitividade econômica e financeira.

A Figura 1 ilustra uma pirâmide de distribuição de produtos pelo seu valor agregado de acordo com IBGE (2011).

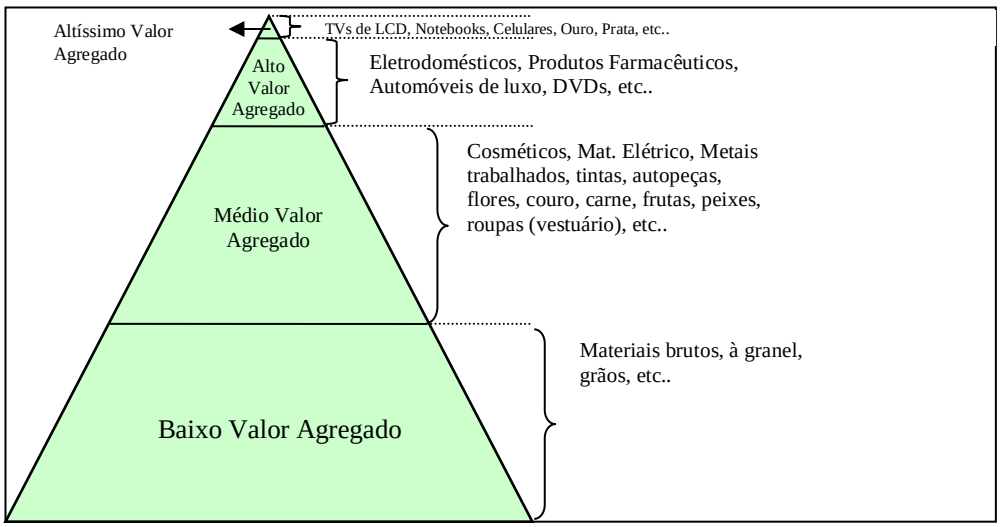



FIGURA 1 – Pirâmide de distribuição de produtos por valor agregado
Fonte: IBGE.

Pretende-se demonstrar que se pode transportar muito mais produtos do que é feito atualmente, possibilitando abrir um nicho novo de mercado, como visto na Figura 2.

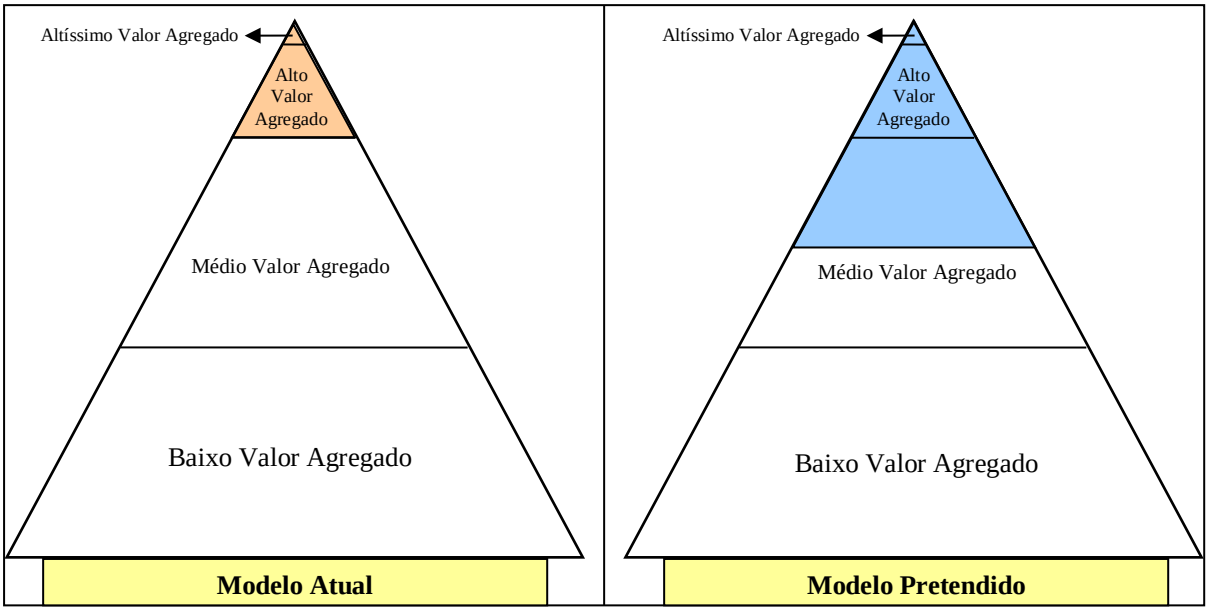



FIGURA 2– Pirâmide de distribuição de produtos por valor agregado
Fonte: Ilustração criada pelo autor.

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1. O conceito de Custo Total

Segundo Chopra (2003), o objetivo de uma cadeia de suprimentos é maximizar a rentabilidade de toda a cadeia. E que a rentabilidade é a diferença entre a receita gerada pelo consumidor e o custo total de todos os estágios desta cadeia de suprimentos.

Ballou (2006, pág. 51) corrobora esta ideia acrescentando que: “uma estratégia logística inclui três objetivos principais: redução de custos, redução de capital e melhoria dos serviços. A redução de custos é a estratégia voltada para o enxugamento dos custos variáveis relacionados ao transporte e armazenagem. A redução de capital é a estratégia voltada para o enxugamento do nível dos investimentos nos sistemas logísticos. E as estratégias de melhoria de serviços normalmente admitem que os lucros dependem do nível de serviços logísticos proporcionado”.

Com isso chega-se ao conceito de *trade-off*, que está diretamente ligado ao conceito de custo total, onde, o *trade-off* é uma troca de custos, prazos, e níveis de estoque. Já o custo total é o melhor ponto de compensação entre eles, ou seja, esse ponto resultante será o menor custo total obtido, e obviamente, o ponto de maior rentabilidade resultante.

De acordo com Mankiw (2006), as tomadas de decisão e o gerenciamento dos recursos são importantes, uma vez que recursos são escassos. Assim, em cada decisão devem-se considerar os custos e benefícios das alternativas, acarretando que se enfrentem trade-offs corriqueiramente.

Lewis e Cullinton (1956) demonstraram que mesmo o transporte aéreo tendo um maior custo, oferece benefícios através da compensação entre a velocidade do transporte ante o preço pago por ele. Os autores também defendem que a seleção, não só do transporte aéreo, mas de qualquer transporte, não deve ser considerada sozinha: "Pagar uma tarifa alta pode ser justificável se em troca do custo extra, for adquirido benefícios maiores". E quando discutem sobre o conceito de custo total, argumentam que alguns custos irão cair, enquanto outros irão subir.

Amaral (2012) também cita, em seu trabalho, Lewis e Cullinton (1956), que descrevem e avaliam positivamente o *trade-off* entre o transporte aéreo com a manutenção de inventários.

> No que tange à manutenção dos inventários, Lewis e Culliton *(Ibid.*, p. 61-62) mostram que o transporte aéreo pode oferecer a possibilidade de reduzir a quantidade de inventários. Como consequência dessa redução (proporcionada com um transporte de preço prêmio), reduz-se o custo de capital, de imposto, de seguros, de armazenagem, de obsolescência, de danificações e de furtos da manutenção de inventários. Um aspecto advertido pelos autores é que a ausência de informações adequadas dos custos de manutenção de inventários pode dificultar a real comparação entre os custos acrescentados no transporte aéreo e os custos eliminados na manutenção de inventários. (AMARAL, 2012, pág. 113).

### 2.2. O ponto de equilíbrio

Miller (1991b) propôs uma forma de mensurar o valor que iguala os impactos econômicos em diferentes cenários. Já Amaral (2012) interpretou esse modelo e conseguiu determinar o ponto de equilíbrio entre os modais, ou seja, o ponto em que não existe diferença entre ambos, e utilizando as seguintes variáveis: valor do frete (R$/kg transportado), custo do produto (R$/kg de valor agregado) e o impacto no resultado econômico (custo de capital investido e custo de manutenção de inventário).

Descreve-se, a seguir, na seção 3 o método de cálculo utilizado para a obtenção do ponto de equilíbrio, junto com um exemplo para facilitar a compreensão dos dados.

## 3. Modelo de calculo do custo total

### 3.1. Dados para o cálculo do ponto de equilíbrio

A Tabela 1 mostra todos os dados que deverão ser conhecidos e inseridos para o cálculo do ponto de equilíbrio, juntamente com um exemplo para tornar a fórmula mais compreensível.

TABELA 1 – Dados para o cálculo do ponto de equilíbrio

| Dados para o cálculo do ponto de equilíbrio | | Insumo A | |
|---|---|---|---|
| | | Rodoviário | Aéreo |
| a | Valor Unitário da Mercadoria (R$/kg) | R$ 100,00 | R$ 100,00 |
| b | Custo Unitário de Transporte (R$/kg) | R$ 0,2212 | R$ 1,8908 |
| c | Custo de Manutenção de Inventários (não Relacionado ao Capital)(% do valor da mercadoria) | 10% | 10% |
| d | Total de Dias de Estoque (dias) | 10 | 2 |
| e | Custo de Capital Investido nos Inventários (% a.a.) Juros do capital | 12,55% | 12,55% |
| f | Taxa de Impostos (%) | 34% | 34% |

Fonte: Amaral, 2012

a) **Valor Unitário da Mercadoria:** É o valor de mercado ou valor de venda que a mercadoria possui, dividido pelo seu peso em quilogramas, resultando no valor por kg.

b) **Custo unitário de transporte (em R$/kg):** São os valores do frete pagos por quilograma para uma carga ser transportada de um ponto X a um ponto Y pelos modais a serem comparados.

A metodologia de cálculo desses custos será descrita mais adiante nas seções 4.1 e 4.2.

c) **Custo de manutenção de inventários (não relacionados ao capital):** É a porcentagem do valor do produto que se gastaria para armazená-lo durante o período de um ano.

d) **Total de dias de estoque:** Deve-se aplicar neste campo a somatória (Eo + Et + Es + Ed) dos dias em que a carga permanece estocada nas seguintes situações:

Estoque na Origem (Eo): São os dias em que a carga fica estocada na origem. Geralmente é o tempo de espera da carga pela consolidação de grandes lotes de embarque. A Figura 3 mostra, como exemplo, um lote de embarque de 20 dias, sendo o lote médio (Q/2) o valor que se deve considerar para o cálculo do Eo.

Estoque em Trânsito (Et): É o tempo (em dias) de percurso entre a origem e o destino.

Estoque de Segurança (Es): É o adicional de dias de estoque necessário para suprir as variações de demanda ou de atrasos no recebimento do lote de carga.

Estoque no Destino (Ed): É o período médio de consumo da carga, sendo o lote médio (Q/2) o valor que se deve considerar para o cálculo do estoque no destino (Ed), como é mostrado na Figura 3..

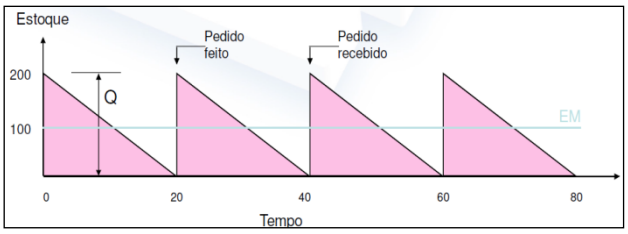


FIGURA 3 - Tempo de Estoque médio
Fonte: Yoshizaki e Leiras

e) **Custo do capital investido nos inventários:** É a taxa de juros cobrada pelo banco, para emprestar o capital que será investido nos inventários.

Caso a empresa possua capital próprio deverá ser aplicada a taxa de rendimento do mesmo.

f) **Taxa de impostos:** É o imposto de renda de uma empresa optante pelo modelo de recolhimento de tributos baseado no lucro real. São eles: I.R. (Imposto de renda), PIS/COFINS e CSLL. Que somados resultam em um total de 34% sobre o Lucro Bruto.

### 3.2. Determinação do ponto de equilíbrio

Serão descritas na Tabela 2 as etapas de cálculo para a obtenção do valor do ponto de equilíbrio. Os valores contidos na Tabela 2 foram anteriormente apresentados na Tabela 1. Os cálculos estão indicados na própria tabela.

TABELA 2 – Dados para o cálculo do ponto de equilíbrio

| Determinação do ponto de equilíbrio | | |
|---|---|---|
| Itens | | Insumos A e B |
| ac | Custo de Transporte no Modal Rodoviário (R$/quilograma) | R$ 0,22 |
| ad | Custo de Transporte no Modal Aéreo (R$/quilograma) | R$ 1,89 |
| ***ae*** | ***Diferença no Custo de Transporte descontado do Imposto sobre o Lucro (R$/quilograma) \|[(ac – ad) x (1 – f)]\|*** | ***R$ (1,10)*** |
| af | Custo de Manut. Inventários não Relacionado ao Capital Diário descontado do Imposto sobre o Lucro (%) [(c / 365) x (1 – f)] | 0,0181% |
| ag | Diferença na Quantidade de Dias que os Inventários são Mantidos (dias) | 8 |
| ***ah*** | ***Diferença no Custo Manut. Inventários não Relacionado ao Capital descontado do Imposto sobre o Lucro (%) (af x ag)*** | ***0,14%*** |
| ai | Custo de Manut. Inventários Relacionado ao Capital Diário (%) (e / 365) | 0,03% |
| aj | Diferença na Quantidade de Dias que os Inventários são Mantidos (dias) | 8 |
| ***ak*** | ***Diferença no Custo Manut. Inventários Relacionado ao Capital (%) (ai x aj)*** | ***0,28%*** |
| ***al*** | ***Ponto de Equilíbrio (R$) [ae / (ah+ak)]*** | ***R$ 262,54*** |

Fonte: Amaral, 2012

Nesse exemplo mostrado na Tabela 2 se chegou à conclusão que o ponto de equilíbrio dos fatores apresentados gerou um ponto de equilíbrio de R$ 262,54. Ou seja, qualquer produto que tenha valor agregado maior que R$262,54 deve ser transportado por via aérea a fim de se obter a melhor rentabilidade e menor custo total; em contrapartida, se o produto possuir um valor agregado menor do que R$262,54 o mesmo deverá ser transportado por via terrestre para maximizar seus resultados.

## 4. Análise dos modais

### 4.1. O modal rodoviário

Sendo o modal rodoviário responsável por mais de 66% de todo o transporte nacional (ILOS, 2011), o mesmo será utilizado como base para as comparações. O veículo escolhido para os cálculos é a carreta de 5 eixos com capacidade para 25 toneladas (t) de carga. Foi

selecionado este tipo de veículo, por ser o mais comum no transporte de materiais de médio e alto valor agregado, geralmente produtos com baixa densidade de carga, em distâncias longas, comparáveis com o modal aéreo.

Os valores de quilometragem e o custo final (em R$/km) serão variáveis conforme a distância do ciclo origem/destino. Essa produtividade foi medida com um percurso mínimo de 300 km (600 km de ciclo) e incrementos de 50 km, até um máximo de 4800 km (8400 km de ciclo). A Tabela 3 indica todos os tempos de trânsito que foram considerados e que incorrem sobre a carreta, tais como: carga, descarga, conferência, etc. Essa tabela foi gerada a partir de dados coletados em transportadoras que trabalham com esse tipo de mercadoria.

TABELA 3 – tempo de ciclo com carga de retorno.

| | **Ciclo de uma carreta** | **Tempos em Horas** |
|---|---|---|
| **T Carga Ida** | Carga na Fábrica | 1:00 |
| **T Viagem Ida** | Percurso Fábrica – Cliente | variável |
| **T Descarga Ida** | Espera + Conferência + Descarga | 1:30 |
| **T Busca** | | 0:00 |
| **T Carga Volta** | Carga no Cliente | 1:00 |
| **T Viagem Volta** | Percurso Cliente – Fábrica | variável |
| **T Descarga Volta** | Espera + Conferência + Descarga | 1:30 |

Fonte: Tabela criada pelo autor / dados coletados em campo.

A partir dos dados da Tabela 3, foi obtida, na Tabela 4, a produtividade unitária de cada carreta. Esta produtividade unitária foi calculada a partir da quantidade de horas que a carreta roda por dia, multiplicando-se pelos dias úteis de trabalho da mesma.

O número de horas por dia e os dias úteis que a carreta pode rodar estão diretamente ligados ao número de motoristas (um ou dois) e principalmente (após 17 de junho de 2012), à nova lei do motorista, que dentre outras regras, restringe a um máximo de 8h (com um motorista) e 16h (com dois motoristas) de trabalho diário, isto sem considerar as horas extras que os mesmos podem fazer; no entanto, como as análises serão feitas com a finalidade de planejamento de qual modal adotar, não serão computadas as horas extras nos cálculos, deixando-as para uma eventual necessidade na execução.

No exemplo da Tabela 4, a produtividade mensal da carreta foi calculada com uma base de dois motoristas trabalhando 12h/dia, 22 dias mensais e uma média horária de 50km/h.

TABELA 4 – Exemplo de produtividade unitária com base em um ciclo de 2000km.

| **Produtividade Unitária (Punit):** | | |
|---|---|---|
| Punit: | 264:00 | h/mês*veículo |
| | 45:00 | h/ciclo |
| Punit: | 5,86 | |
| **Punit:** | **5,00** | **ciclos/mês*veículo** |

Fonte: Tabela criada pelo autor.

A Tabela 5 detalha todas as variáveis utilizadas para calcular o custo da carreta.

Essa tabela foi dividida em três grandes categorias de custos: custos fixos, custos variáveis e custos financeiros. Os custos financeiros foram subdivididos em: depreciação; remuneração do capital investido e impostos; lucro e ICMS.

TABELA 5 – Exemplo de composição do custo por quilometro (R$/Km)

| COMPOSIÇÃO DO CUSTO DA CARRETA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VEÍCULO / EQUIPAMENTO: | CARRETA - 5 eixos | | | | |
| COMPOSIÇÃO DO CUSTO: | CUSTO ESTIPULADO PARA ROTAS A SEREM REALIZADAS A PARTIR DAS REGIÕES SUL E SUDESTE | | | | |
| MÉDIA KM (mês / ano): | 18.818 | | 225.812 | | |
| GRUPOS | ÍTENS | | QUANTIDADE | VALOR REFERENCIAL R$ | R$ / KM |
| ÓLEOS | Óleo Diesel (custo/litro) | | | 2,499 | 1,515 |
| | Performance (km/litro) | | 1,65 | | |
| | Óleo Motor (35 litros a cada 30.000 km) | 30.000 | 35 | 8,35 | 0,010 |
| | Óleo Motor - reposição (10 litros) | 30.000 | 10 | 8,35 | 0,003 |
| | CAIXA / DIFERENCIAL (46 litros a cada 80.000 km) | 80.000 | 46 | 8,35 | 0,005 |
| PNEUS / CÂMARAS | Pneus FR 85 Pirelli 295.80.22,5 (s/ custo frete) | | 18 | 1.198,00 | |
| | Recapagens a frio | | 18 | 373,00 | |
| | Custo total com pneus - considerando vida útil com uma recapagem (em km) | 230.000 | | 28.278,00 | 0,123 |
| | | | | SUB-TOTAL (R$) | 1,655 |
| | | | | SUB-TOTAL GRUPO 1 | 1,655 |
| MANUTENÇÃO | Despesas médias mensais oficina (mão-de-obra / peças) | | | 3.690,00 | 0,196 |
| LAVAGEM / LUBRIFICAÇÃO | Quantidade de operações mensais - lavagem com água quente | | 2 | 650,00 | 0,069 |
| LICENCIAMENTO | IPVA - Custo anual | 1% | | 385.000,00 | 0,017 |
| | AET - Licença anual de transito | | | 3.150,00 | 0,014 |
| SEGUROS | Responsabilidade civil Obrigatório (custo anual) | | | 721,00 | |
| | Responsabilidade civil Terceiros (custo anual) | | | 3.084,17 | |
| | Casco (cavalo/carreta) 6% do bem com bônus (custo anual) | 6% | | 34.980,00 | |
| | Seguros - Total custo mensal | | | 3.232,10 | 0,172 |
| DESPESAS MOTORISTA | Salário bruto | | | 3.942,00 | 0,209 |
| | Encargos diretos | 69,90% | | 2.755,46 | 0,146 |
| | FAP | 4,89% | | 192,76 | 0,010 |
| | Benefícios (Plano de Saúde) | 2,29% | | 90,27 | 0,005 |
| | Custos adicionais (gastos com admissões contratações) | 2,04% | | 80,42 | 0,004 |
| | Reclamatórias trabalhistas | 10,98% | | 432,83 | 0,023 |
| ALUGUEL EQUIP.GPS | Custo mensal/leasing | | | 315,27 | 0,017 |
| COMUNICAÇÃO MÓVEL | Custo manutenção da comunicação mensal GPS | | | 680,00 | 0,036 |
| CUSTO FINANCEIRO | 30 dias | 1,00% | | | 0,026 |
| CUSTO ADMINISTRATIVO | % sobre faturamento | 5,00% | | | 0,129 |
| | | | | SUB-TOTAL (R$) | 1,074 |
| | | | | SUB-TOTAL GRUPO 1 + 2 | 2,729 |
| DEPRECIAÇÃO | Quilometragem anual | | 225.812 | | |
| | Vida útil de 8 anos (96 meses) | 8 | 1.806.498 | | |
| | Custo veículo novo (R$) | | 385.000,00 | 4.010,42 | 0,213 |
| | Custo implemento (Sider) sem pneus | | 198.000,00 | 2.062,50 | 0,110 |
| | Valor residual do conjunto (após 8 anos de uso) | 30% | 174.900,00 | -1.821,88 | -0,097 |
| | Depreciação mensal | | | 4.251,04 | 0,226 |
| | | | | SUB-TOTAL (R$) | 0,226 |
| | | | | SUB-TOTAL GRUPO 1 + 2 + 3 | 2,955 |
| REMUNERAÇÃO CAPITAL INVESTIDO | 0,95 % do capital investido (ressarcimento custo financeiro médio do Investimento) | 0,95% | | 5.538,50 | 0,294 |
| IMPOSTOS | Pis, Cofins, IR e CSLL (- créditos) | 8,8% | | | 0,286 |
| | | | | SUB-TOTAL (R$) | 0,580 |
| | | | | SUB-TOTAL GRUPO 1 + 2 + 3 + 4 | 3,535 |
| LUCRO | Lucro | 15,00% | | | 4,065 |
| ICMS | ICMS | 12,0% | | | 0,554 |
| | | | | SUB-TOTAL (R$) | 4,619 |
| | | CUSTO TOTAL DO KM RODADO - | GRUPOS 1 + 2 + 3 + 4 + 5 | (R$) | 4,619 |

Fonte: Dados coletados em campo.

A partir da união de todas essas variáveis, foi gerado o gráfico da Figura 4, de custo total unitário por quilômetro, que demonstra que, à medida que o percurso entre origem e destino aumenta, a produtividade da carreta também aumenta, diminuindo o custo por quilometro rodado em decorrência da diluição dos custos fixos associados.

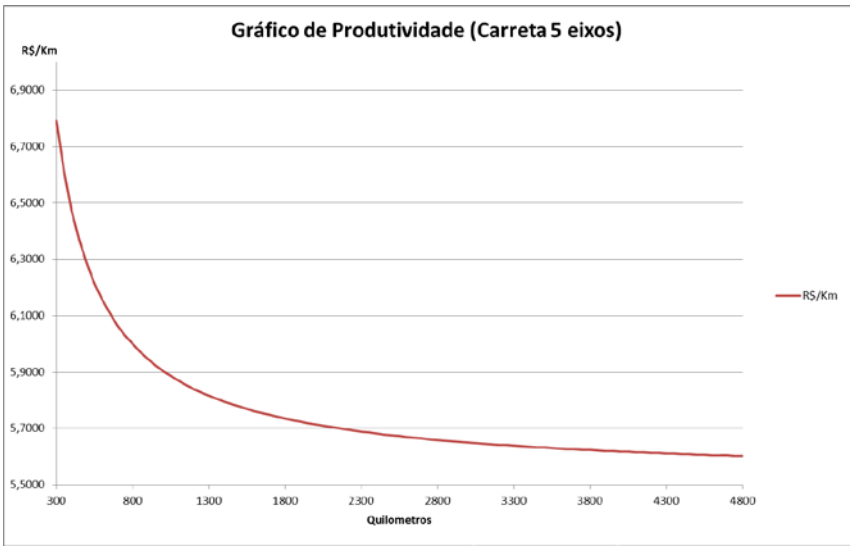



FIGURA 4 – Gráfico de produtividade da carreta.
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor.

## 4.2. O Modal Aéreo

É considerado apenas o transporte aéreo com aeronaves dedicadas, ou seja, aeronaves de carga, uma vez que as aeronaves de passageiros que levam cargas em seus porões abrangem outro perfil de serviço de transporte de carga e também de cliente, usualmente restringindo-se a pequenas encomendas, tendo em vista o espaço limitado nos porões de carga das aeronaves que transportam passageiros.

Considerou-se fazer este estudo com a aeronave McDonnell Douglas MD-11F, que é a aeronave do seu porte com melhor aproveitamento para o transporte de carga em comparação com os modelos 767 e 737 da Boeing. Foi escolhido o MD-11F, por ser a aeronave mais utilizada atualmente para esse tipo de transporte.

Senese (2012) mostrou que a divisão de custos que incorrem sobre o modal aéreo são muito similares aos do modal terrestre, e são divididos da mesma forma, como: custos fixos, variáveis, financeiros, administrativos, etc.

Os dados coletados para a análise entre os modais foram retiradas de uma empresa de consultoria aeronáutica chamada *Aerostrategy* e os custos referentes ao combustível, taxas de pouso, salário das tripulações e demais, foram coletados em campo e aplicados na Tabela 6.

A Tabela 6 mostra um exemplo de divisão de custos do MD-11F voando-se 2000 horas por ano.

TABELA 6: Custos do MD-11F com 2000 horas voadas por ano

| Descrição | R$/Km | % | Tipo |
|---|---|---|---|
| Combustível | 32,47 | 56,6% | Variável |
| Manutenção | 8,86 | 15,5% | Variável |
| Leasing/Financiamento | 4,68 | 8,2% | Fixo |
| Custos Administrativos | 3,65 | 6,4% | Fixo |
| Taxas de Voo | 2,90 | 5,0% | Variável |
| Salário Pilotos/Manutenção | 1,96 | 3,4% | Fixo e Variável |
| Custo de Compra (outros) | 1,28 | 2,2% | Fixo |
| Custo de Movimentação TECA | 0,81 | 1,4% | Variável |
| Despesas da Tripulação | 0,29 | 0,5% | Variável |
| Treinamento | 0,10 | 0,2% | Fixo |
| Benefícios (Plano de Saúde) | 0,10 | 0,2% | Fixo |
| Seguro | 0,10 | 0,2% | Fixo |
| Outros | 0,17 | 0,3% | Fixo |
| Fixos | 10,07 | 17,6% | |
| Variáveis | 47,28 | 82,4% | |
| Total do custo em R$/Km: | 57,36 | 100% | |
| Lucro | 8,60 | 15,0% | |
| ICMS | 2,75 | 4,0% | |
| **Total em R$/Km:** | **68,71** | | |

Fonte: *Aerostrategy*, Tabela criada pelo autor

Outra similaridade, é que à medida que uma aeronave aumenta suas horas voadas, ou seja, a sua produtividade, seus custos por hora voada caem, como visto na Figura5 onde foram comparadas três tipos diferentes de aeronaves, voando entre 500 e 4000 horas por ano. Além disso, quanto maior é o tamanho da aeronave, menor será seu custo por tonelada. Como visto na Figura 6 onde, o MD-11F que transporta 90,7 toneladas (t). leva vantagem sobre o Boeing 767-300F que leva 55,6 t e o Boeing 737-400SF que transporta 22 t. Verifica-se também que os resultados das Figuras 5 e 6, são muito similares ao da Figura 4, onde o aumento da produtividade gera uma redução de custo por tonelada quilometro. Comprovando o comportamento similar dos modais.

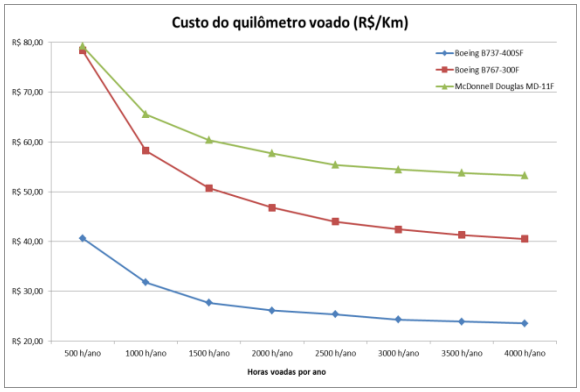



FIGURA 5 - Custo do quilometro voado.
Fonte: Tabela criada pelo autor

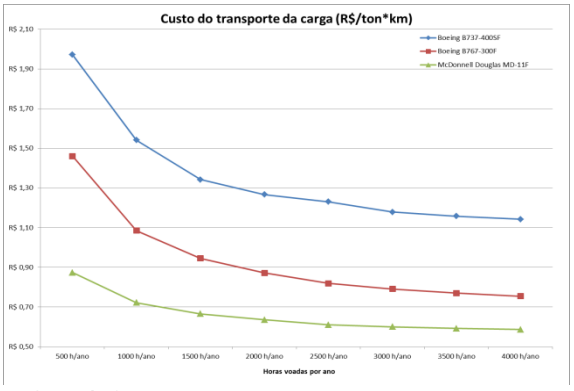



FIGURA 6 - Custo do transporte da carga
Fonte: Tabela criada pelo autor

Para o cálculo da produtividade da aeronave considerada foram utilizados os tempos de ciclo descritos na Tabela 7.

Esses tempos foram retirados do manual do fabricante chamado: *Boeing Airport Planning for MD-11 aircraft*. Esse manual contêm todos os tempos de ciclo de solo,

juntamente com as ações requeridas para a operação da aeronave quando em operação de carregamento e descarregamento.

TABELA 7 – Tabelas com as descrições das ações e tempos de transito da carga.

| MD-11F | Descrição | Tempos |
|---|---|---|
| **T Carga** | Carrega a Aeronave | 02:00 |
| **T Viagem** | Autorização de voo, Acionamento e Taxi-out | 00:20 |
| | Voo | Variável |
| | Pouso, taxi-inn, parada e corte dos motores | 00:10 |
| **T Descarga** | Descarrega a Aeronave | 02:00 |
| **T Total** | Total de tempo de solo: | 04:30 |

Fonte: Boeing: Airplane caracteristics for airport planning

## 4.3. Delimitação das variáveis estudadas

Descreve-se, a seguir, a delimitação das variáveis, uma vez que não será possível abranger todas as possibilidades e nem todas as variantes do método de custo total.

### 4.3.1. Custo de manutenção de inventários (não relacionados ao capital)

Em uma análise de mercado feita com algumas transportadoras, foi apurado que os valores de custo de manutenção de inventários não relacionados ao capital, praticados pelo mercado podem variar de 10% a 16% do valor da mercadoria ao ano, dependendo dos custos fixos e variáveis da empresa e da localização da mesma (uma vez que, geralmente, empresas com localização centrais têm custos de aluguéis maiores) e também esse percentual varia de acordo com o valor agregado da mesma.

### 4.3.2. Custo do capital investido nos inventários

Foram apuradas juntamente ao setor bancário, duas taxas que se aplicam a esta finalidade. A primeira é referente ao empréstimo de dinheiro para capital de giro, a qual é de 0,99% ao mês, equivalente a 12,55% ao ano; e a segunda é para empréstimos para as demais finalidades, tendo sido apurada a taxa de 1,99% ao mês, ou e 26,68% ao ano.

Caso a empresa possua capital próprio, deverá ser aplicada a taxa de rendimento caso esse valor investido em estoque ficasse em uma aplicação financeira como, por exemplo, um CDB, que gira em torno de 8% ao ano ou em títulos do governo, que hoje gera um retorno de 10,75% ao ano (taxa SELIC março/2014).

### 4.3.3. Tempo de viagem

Os tempos de viagem da carreta foram baseados em duas situações:

1ª: Com dois motoristas rodando 8 horas cada, totalizando 16 horas diárias de percurso.

2ª: Com dois motoristas rodando 6 horas cada, totalizando 12 horas diárias de percurso.

Foi considerado o tempo de descanso de 11 horas entre as jornadas, conforme a nova lei do motorista. (Lei 12.619/12, de 17 de junho de 2012).

A velocidade média utilizada foi de 50km/h e foi obtida no portal guia do transportador (www.guiadotrasnportador.com.br) onde o mesmo aplica esta velocidade para percursos a partir de cidades do sul e sudeste.

Com isso, multiplicando-se a velocidade média pelas horas trabalhadas, foram obtidas duas distâncias que serão percorridas diariamente: 600km/dia (no caso de 12 horas de jornada com dois motoristas) e 800km/dia (no caso de 16 horas de jornada também com dois motoristas).

## 5. Aplicação do método

Esta seção descreve a aplicação do método de custo total. Será visto abaixo a aplicação do método com quatro cenários diferentes. A seção 5.3 demonstrará um exemplo de custo total, juntamente com a análise comparativa entre os modais terrestre e o aéreo.

### 5.1. Os cenários

A partir dos dados descritos na seção 4, foram elaborados 4 cenários, descritos na Tabela 8.

Esses cenários foram criados a partir das combinações de dados coletados em campo, os quais representam as situações mais aplicadas no dia a dia das transportadoras que efetuam o cálculo de custo total para a decisão de qual modal utilizar.

A junção desses dados gerou do cenário mais pessimista para o transporte pelo modal aéreo (cenário 1), onde este possui as menores taxas de juros e a maior produtividade da carreta, até o mais otimista, onde o ponto de equilíbrio será o mais baixo de todos (cenário 4), devido as maiores taxas de juros e a menor produtividade da carreta. E de acordo com as informações coletadas, o cenário de número 3 foi destacado, pois é o que melhor representa a realidade destas transportadoras.

TABELA 8 – Cenários aplicados nos exemplos

| Cenário | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Taxa de Juros do capital investido | 12,55% a.a. | 26,68% a.a. | 12,55% a.a. | 26,68% a.a. |
| Tempo de Viagem (h/dia) | 16 | 16 | 12 | 12 |
| Tempo de Viagem (Km/dia) | 800 | 800 | 600 | 600 |
| Custo de Manutenção de Estoque | 10% a.a. | 16% a.a. | 10% a.a. | 16% a.a. |

Fonte: Tabela criada pelo autor

A fim de facilitar os cálculos, foi definido que a distância de coletar a carga e consolidar no CD (centro de distribuição) ou na indústria, no caso do transporte rodoviário, será a mesma de coletar a carga e consolidá-la no aeroporto. Ficando assim equidistantes todas as etapas de coleta e entrega nas extremidades de ambos os modais.

A distância mínima calculada, foi de 300 km (pois abaixo disso, fica muito difícil operar uma aeronave) e um máximo de 4800 km a qual foi a maior distância terrestre verificada entre as cidades estudadas.

Não será computado o estoque de segurança, uma vez que esse item é influenciado pelos mais diversos fatores e as diferentes políticas de estoque aplicadas a cada produto.

## 5.2. O fator de conversão das distâncias

De acordo com a geografia brasileira, a distribuição heterogênea de muitas cidades ao longo da costa e juntamente com a arquitetura das rodovias, foi verificado que a distância efetivamente percorrida no transporte rodoviário é significativamente maior do que as distâncias percorridas pelo modal aéreo. Foi feita uma tabela comparativa entre as distâncias das duas cidades estudadas (Tabela 9) e dividindo-se uma distância pela outra, gerou-se um fator. O mesmo foi aplicado na hora de computar os tempos de ciclo dos modais.

O fator de conversão entre a distância terrestre e a aérea foi descrito na Tabela 9.

TABELA 9 – Tabela de fator de conversão da distância aérea para a terrestre.

| Origem | Destino | Terrestre | Aéreo | Fator |
|---|---|---|---|---|
| POA | NAT | 4057 | 3152 | 1,287 |
| POA | SLI | 4054 | 3132 | 1,294 |
| POA | BEL | 4022 | 3192 | 1,260 |
| POA | BSB | 2123 | 1604 | 1,324 |
| POA | CNF | 1728 | 1341 | 1,289 |
| POA | GRU | 1145 | 866 | 1,322 |
| POA | GIG | 1575 | 1121 | 1,405 |
| POA | VIX | 2086 | 1337 | 1,560 |
| POA | CWB | 751 | 534 | 1,406 |
| POA | SVD | 3109 | 2312 | 1,345 |
| | | | média: | 1,349 |

| Origem | Destino | Terrestre | Aéreo | Fator |
|---|---|---|---|---|
| GRU | NAT | 2902 | 2287 | 1,269 |
| GRU | SLI | 2948 | 2329 | 1,266 |
| GRU | BEL | 2926 | 2460 | 1,189 |
| GRU | BSB | 1006 | 854 | 1,178 |
| GRU | CNF | 623 | 494 | 1,261 |
| GRU | GIG | 430 | 336 | 1,280 |
| GRU | CGD | 1002 | 907 | 1,105 |
| GRU | VIX | 944 | 729 | 1,295 |
| GRU | CWB | 407 | 359 | 1,134 |
| GRU | POA | 1145 | 866 | 1,322 |
| GRU | SVD | 1972 | 1449 | 1,361 |
| | | | média: | 1,242 |

Fonte: Google Maps e Jeppesen FliteStar

### 5.3. Análise comparativa entre os modais

Uma vez descritos os dois modais e seus custos, apresenta-se aqui um exemplo comparativo entre os modais rodoviário e aéreo para a ligação entre a cidade de São Paulo e Porto Alegre, considerando os quatro cenários diferentes apresentados na seção 5.1.

Serão feitas as análises comparativas e de sensibilidade dos parâmetros usados.

As simulações compreenderão: taxas de juros relacionadas ao capital investido nos estoques, tempo e distância de viagem, custo de manutenção do estoque (não relacionado ao capital), como ilustrado na Tabela 8.

Mais especificamente, considera-se uma transportadora de médio porte baseada na cidade de Guarulhos, que deve enviar diariamente uma carga com o peso médio de 5t, da cidade de Guarulhos, para seu centro de distribuição na cidade de Porto Alegre. Porém, a fim de buscar baratear o valor do frete a ser cobrado, ela consolida sua carga em uma carreta de 25t e a envia direto ao seu destino, gerando um tempo de consolidação de carga de 5 dias. Levando-se em considerações, as premissas citadas anteriormente, o tempo médio de viagem entre São Paulo (Guarulhos) e Porto Alegre será de 32h (rodando-se 12h/dia). No destino, a carga recebida é consumida em 6 dias, o que gera um estoque médio de 3 dias. O expedidor deverá ter então, um estoque total de 10 dias para suprir esta operação.

Se a carga fosse enviada pelo modal aéreo, a mesma demoraria 6h totais. E o expedidor poderia mandar o lote de 5t diariamente, além do estoque também ser consumido diariamente. Com esta redução de lead time será necessário o total de 1 dia de estoque para suprir esta operação.

Se esta diferença de estoque for aplicada na fórmula de custo total, teremos os seguintes resultados apresentados na tabela 10:

TABELA 10 – Resultado dos cenários na Rota São Paulo (GRU) – Porto Alegre (POA).

| Cenário | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Ponto de Equilíbrio (R$/Kg) | R$ 228 | R$ 117 | R$ 206 | R$ 106 |

Fonte: Tabela criada pelo autor.

Comprova-se então, que na hipótese, mais realista, que se a carga custar R$206/kg ou superior para ser levada pelo modal aéreo, e abaixo de R$206/kg compensará sempre levá-la de rodoviário.

O gráfico da Figura 7 foi gerado a partir das mesmas condições explicadas no exemplo acima, porém, foram aplicadas diversas distâncias a esses cenários. O mesmo demonstra que

quanto maior for a distância percorrida, menor será o valor agregado da carga que poderá ser transportada por via aérea.

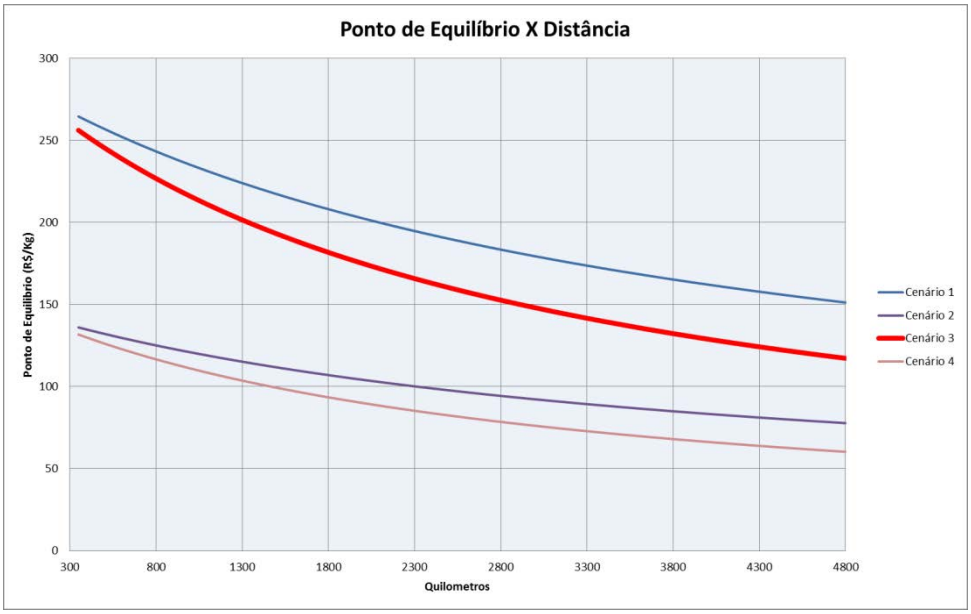



FIGURA 7 – Gráfico do ponto de equilíbrio X distância com 5 dias de consolidação na origem.
Fonte: Gráfico gerado pelo autor.

Os fatores que se verificou serem fundamentais para a determinação do ponto de equilíbrio foram: os dias de consolidação da carga na origem (a qual passou a ser enviada diariamente pelo modal aéreo e não mais semanalmente como feito pelo terrestre) e a diminuição dos lotes de consumo no destino, uma vez que os mesmos passaram a ser consumidos em horas e não mais em dias.

Se no caso do exemplo anterior, a transportadora aguardar 10 dias (e não mais cinco) a consolidação do lote de embarque da carreta, ter-se-á a seguinte situação:

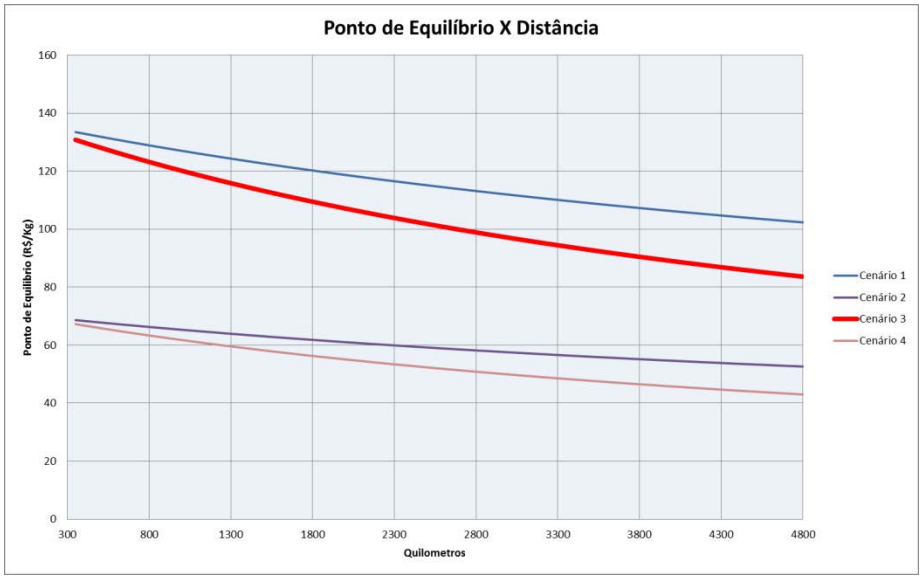


FIGURA 8 – Gráfico do ponto de equilíbrio X distância com 10 dias de consolidação na origem.
Fonte: Gráfico criado pelo autor.

A comparação entre o gráfico das Figuras 7 e 8 evidenciou uma redução média de 39% no valor agregado da carga do modal aéreo para o rodoviário para o aumento de 5 dias de consolidação de carga para o transporte terrestre. As maiores reduções (49,55%) aconteceram nas menores distâncias, pelo fato de serem muito sensíveis à mudança de tempo de trânsito total. O gráfico da Figura 9 mostra esses percentuais e a distribuição conforme o aumento da quilometragem.

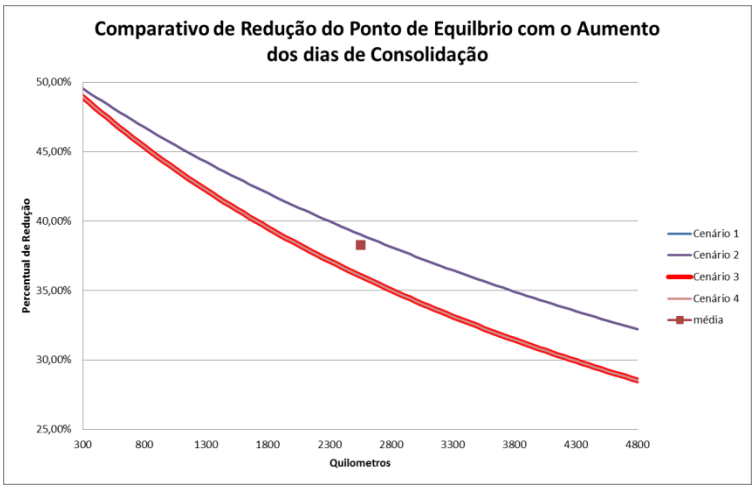


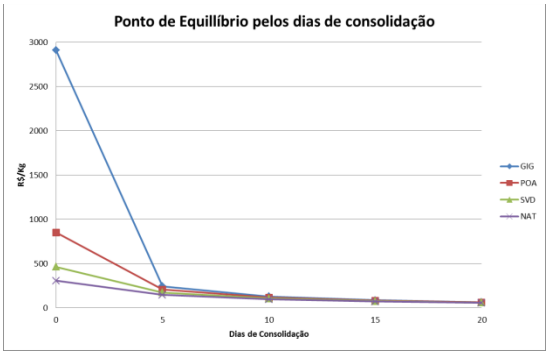

FIGURA 9 – Gráfico de redução do ponto de equilíbrio com o aumento dos dias de consolidação
Fonte: Gráfico criado pelo autor.

A Tabela 11 sumariza os resultados para a condição de 0 a 20 dias de consolidação da carga, isto é, como no exemplo anterior, deve-se aguardar a formação do lote completo para depois enviá-la por via terrestre, em comparação a enviá-la todos os dias pelo transporte aéreo. Entretanto agora será avaliado impacto causado no valor do ponto de equilíbrio gerado pela diferença de dias de consolidação de carga, onde a condição (0 dias) corresponde a enviar lotes completos todos os dias e a condição (20 dias) corresponde aguardar 20 dias para enviar um lote completo entre a cidade de São Paulo (ponto 0 km) até as demais cidades descritas na Tabela 11 a mesma foi baseada no cenário 3.

TABELA 11 – Tabela de ponto de equilíbrio pelos dias de consolidação.

| GRU 0 km | GIG 450 km | POA 1150km | SVD 2000km | NAT 3000km |
|---|---|---|---|---|
| 0 dias | R$ 2913 | R$ 851 | R$ 464 | R$ 307 |
| 5 dias | R$ 246 | R$ 206 | R$ 173 | R$ 147 |
| 10 dias | R$ 128 | R$ 117 | R$ 107 | R$ 97 |
| 15 dias | R$ 87 | R$ 82 | R$ 77 | R$ 72 |
| 20 dias | R$ 66 | R$ 63 | R$ 60 | R$ 57 |

Fonte: Tabela criada pelo autor.



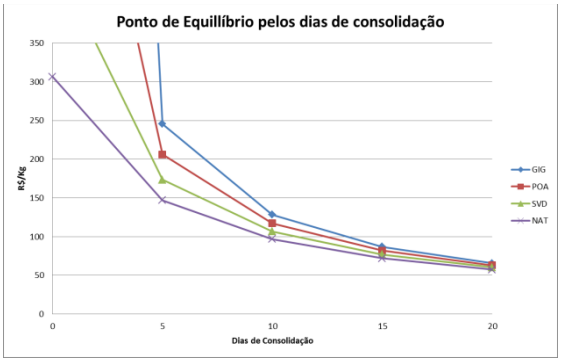




FIGURA 10 e 11 – Gráfico do ponto de equilíbrio pelos dias de consolidação.
Fonte: Gráfico gerado pelo autor.

A grande discrepância de valores no ponto zero do eixo X (dias de consolidação) ocorre porque neste ponto não foi acrescido nenhum dia de consolidação, sendo comparado apenas o estoque em transito (Et) e o estoque no destino (Ed), e devido a tarifa do aéreo ser consideravelmente maior, obtém-se estes altos valores no ponto zero. Pode-se comprovar isto comparando o gráfico da Figura 10 com o gráfico da Figura 12, onde os resultados dos valores do eixo X de ambos os gráficos no ponto zero mostram um valor muito discrepante dos demais. Já nos demais pontos do eixo X dos gráficos das Figuras 10 e 11, onde há a consolidação, os valores apresentam uma queda gradual no valor agregado da carga, chegando a uma faixa de valores de R$50 a R$70 reais o quilograma, o que já abrange uma gama de produtos que não se utilizam do modal aéreo como meio de transporte (ILOS, 2011) como: metais trabalhados, peças usinadas, alguns tipos de tintas e de produtos químicos, equipamentos e reagentes para laboratórios, suprimentos hospitalares, muitos tipos de peças de reposição, equipamentos para fabricação de vidros, alguns tipos de vidro, peças industriais, e uma abrangente gama de produtos com médio valor agregado.

Pela lei do motorista, pode ser acrescida em 2 horas extras a jornada de trabalho de cada motorista. Porém pela lei trabalhista, esta hora extra deve ser acrescida de um adicional de 50% sobre o valor pago sobre a hora trabalhada. Com isso foram feitas mais duas comparações aplicando-se agora estas duas horas adicionais sobre a jornada de trabalho, gerando os seguintes cenários adicionais.

TABELA 12 – Cenários aplicados nos exemplos

| Cenário | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|
| Taxa de Juros do capital investido | 12,55% a.a. | 26,68% a.a. | 12,55% a.a. | 26,68% a.a. |
| Tempo de Viagem (h/dia) | 20 | 20 | 10 | 10 |
| Tempo de Viagem (Km/dia) | 1000 | 1000 | 500 | 500 |
| Custo de Manutenção de Estoque | 10% a.a. | 16% a.a. | 10% a.a. | 16% a.a. |
| Número de Motoristas | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Horas extras Mensais totais | 88 | 88 | 44 | 44 |
| Quilômetros rodados por mês (média) | 20.472 | 20.472 | 10.236 | 10.236 |

Fonte: Tabela criada pelo autor

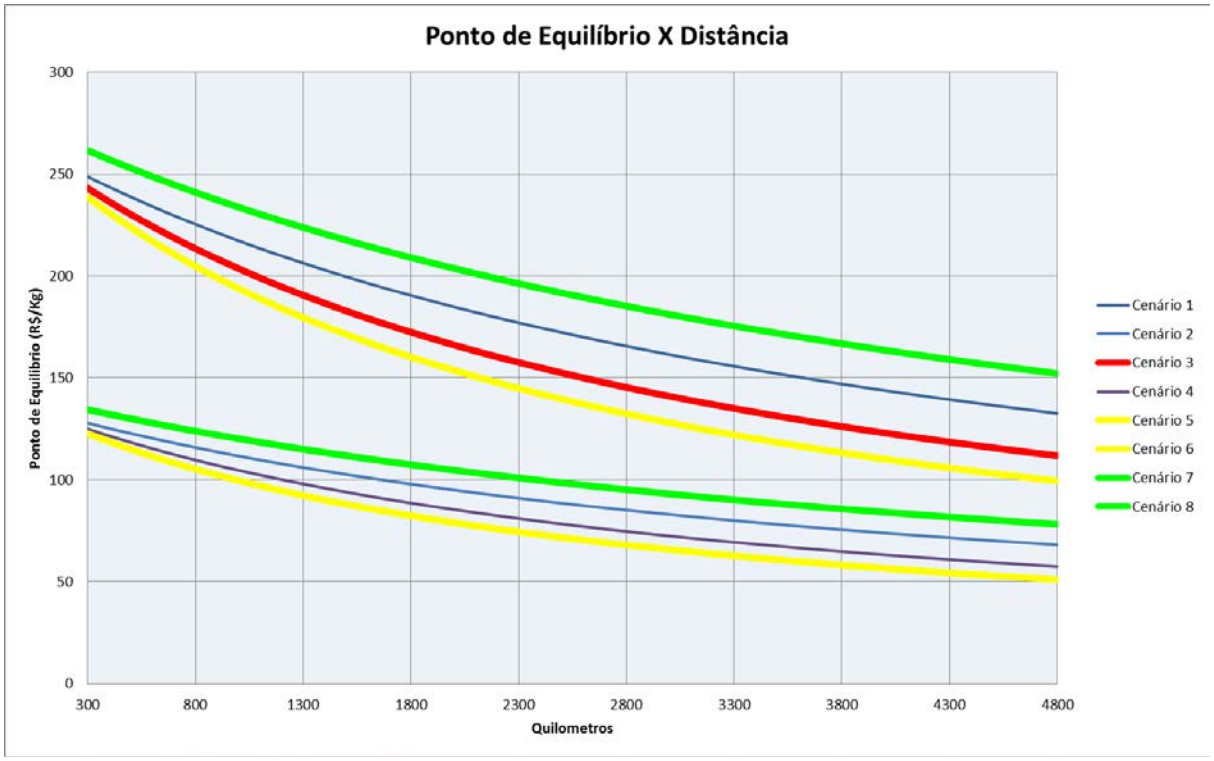



FIGURA 12 – Gráfico do ponto de equilíbrio X distância com 5 dias de consolidação na origem e cenários adicionais.
Fonte: Gráfico gerado pelo autor.

As linhas em verde no gráfico da Figura 12 (cenários 7 e 8) mostram que se forem utilizados dois motoristas e cada um efetuar as duas horas extras permitidas por lei, obtêm-se um ganho de produtividade no transporte terrestre, aumentando o valor no ponto de equilíbrio. Porém foi verificado que a carreta rodará em média 20.472 km mensais (248.904 km anuais) o que é muito acima da média verificada no mercado e pouco provável de se conseguir obter uma produtividade desta proporção.

Já as linhas amarelas para cenários 5 e 6 representam apenas um motorista efetuando as duas horas extras diárias permitidas por lei, e como visto no gráfico da Figura 12 essas linhas demonstraram que o fato de rodar apenas 500km diários e ainda ser acrescido em 50% as horas extras gerou uma perda de produtividade acentuada para o modal rodoviário diminuindo o valor do ponto de equilíbrio. Além disso, foi verificado que a carreta rodou em média 10.236 km por mês (122.832 km por ano), deixando de ser produtiva por mais algumas horas do dia para aumentar a sua produtividade.

Outro ponto relevante é a comparação do ponto de equilíbrio exclusivamente da carga em trânsito, o qual é diretamente influenciado pelos tempos de ciclo do transporte rodoviário. Esta comparação é importante, pois não considera os estoques na origem, destino e dias de consolidação, e serve como um parâmetro da tendência de queda do ponto de equilíbrio pela

distância percorrida, para a partir daí, inserir as demais variáveis e efetuar as comparações com os valores completos de estoque.

Porém, deve-se ter em mente que os valores do ponto de equilíbrio serão muito maiores.

O gráfico da Figura 12 demonstra que à medida que a distância aumenta o tempo em trânsito da carga no transporte rodoviário também aumenta, enquanto que no transporte aéreo, esse tempo permanece quase constante como demonstra o gráfico da Figura 13.

Nota-se que até 1000 km há uma queda acentuada de valores e depois há uma redução gradativa e constante nesta redução. Foi observado que isto ocorre basicamente por causa do aumento de produtividade do transporte aéreo, o qual tem um tempo de ciclo de solo grande (4h30min) e isto impacta diretamente em etapas muito curtas (de 300km a 800km), mas permanece praticamente constante em todas as distâncias como visto no gráfico da Figura 13. Outro fator relevante, é que a partir de 1000 km, o transporte aéreo passa a ter mais horas de voo do que ciclos, além do maior consumo de combustível ocorrer em etapas curtas.

Tem-se então uma melhora na produtividade deste transporte. Ballou (2005) comprovou que o transporte aéreo se torna efetivo a partir de 600mi ou 965km (muito próximo do observado no gráfico da Figura 12).

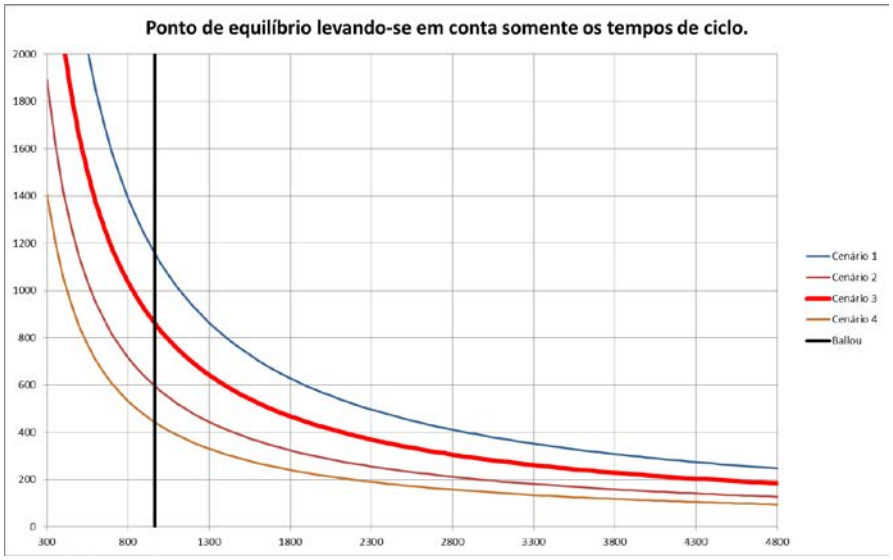



FIGURA 13 – Gráfico comparativo do ponto de equilíbrio entre os modais levando-se em conta somente os tempos de ciclo.
Fonte: Gráfico criado pelo autor.

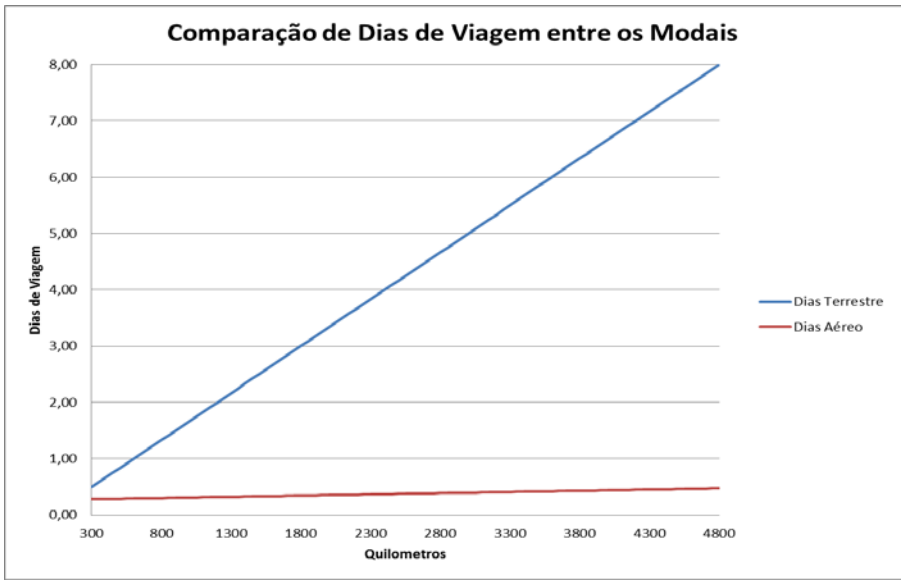



FIGURA 14 – Comparação de dias de viagem entre os modais.
Fonte: Gráfico criado pelo autor.

## 6. Considerações Finais

Diferentemente do que se aplica no dia a dia, esta abordagem do custo total, mostrou que todos os fatores envolvidos na obtenção do ponto de equilíbrio são sensíveis sempre ao fator tempo, uma vez que todas as variáveis envolvidas nos cálculos utilizam esse fator para serem calculadas, como: a taxa de juros mensal, a diferença de quilômetros é calculada sobre a produtividade de cada modal, o estoque em trânsito que é em função do tempo de viagem e o consumo do estoque no destino que é em função do *lead time* dos lotes de embarque.

Outro ponto verificado é que devido aos cálculos serem muito sensíveis a qualquer pequena variação de tempo, muitas empresas ficam receosas quanto à validade desses resultados ou não acreditam que eles realmente apresentam melhorias financeiras, como dito por Amaral (2012), e com isso preferem sempre mandar por via terrestre pelo fato de ser o transporte mais usual, além dos custos serem aparentemente menores. Porém, ao esperar a carga ser consolidada, a indústria perde vendas e fica com um estoque muito maior em todas as variáveis do modal, além dos lotes de embarque que deverão ser maiores devido ao fato do tempo de consolidação, e sendo assim, a cadeia produtiva tem que onerar uma grande quantidade de capital investido nestes lotes e estoques, como dito por Lewis e Cullinton (1956).

Um fator importante a favor do modal aéreo, é que teoricamente qualquer pedido feito no dia anterior, estará em sua porta na manhã seguinte, independente da distância que o cliente está da origem do produto, uma vez que a produtividade deste modal é praticamente

constante para todas as distâncias estudadas, como foi comprovado pelo gráfico da Figura 13. Outro ponto positivo é que os produtos terão uma rentabilidade maior devido ao aumento no giro, além de um tempo de ciclo menor, diminuindo-se assim, os riscos de perda de produto por avaria, roubo ou por perda de validade.

E como visto anteriormente, sendo a média atual transportada no Brasil de US$114,10 por kg, aproximadamente R$230, e comparando-a com os valores encontrados, onde foram obtidos resultados que chegaram a R$42/kg.

Chega-se à conclusão que nos cenários apresentados neste trabalho, o modal aéreo não é utilizado propriamente, e que existe um grande mercado potencial para esse modal.

Para finalizar, deve-se ressaltar que o presente trabalho teve por objetivo comparar o ponto de equilíbrio entre os modais aéreo e terrestre em alguns cenários pré-estabelecidos. Não foram consideradas outras variáveis que se analisadas mais profundamente também gerariam diferenças no valor do ponto de equilíbrio, como a diferença nos lotes de compra, onde o mesmo seria feito de forma diferente para cada modal e situação, e como mencionado no capítulo anterior uma vez que se pode mandar pequenos lotes no modal aéreo, ante grandes lotes no modal terrestre, o capital investido nestas mercadorias à mais, seriam transformadas em lucro para a cadeia produtiva.

## 7. Bibliografia

AMARAL, Juliana. **Trade-offs de Custos Logísticos**. São Paulo, 2012.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de Suprimentos**: Planejamento, Organização e Logística Empresarial. Tradução: Elias Pereira 4 ª Ed. São Paulo. Bookman, 2005.

THE BOEING COMPANY. ***Airplane caracteristics for airport planning***. MD-11. Seattle. Boeing Comercial Airplane division, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto interno bruto dos municípios brasileiros**. São Paulo 2014. Disponível em :<www.ibge.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2014.

LEWIS, H.T.; CULLITON, J.W. ***Characteristics of air freight and its market. In****:* LEWIS, H.T. *et al.* ***The Role of Air Freight in Physical Distribution.*** Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1956.

MANKIW, N.G. ***Principles of Economics,*** 4th edition, South-Western College Pub.
McDonnell Douglas - FLIGHT PLANNING AND PERFORMANCE MANUAL. Seattle-EUA. 1988-2005

MILLER, T.C. ***The international modal decision***. Distribution**.** Radnor, v. 90, n. 11, p. 82-92, 10/1991b.

SENESE, Bruno. **Business Plan – Brazil Logistics**. São Paulo, 2012.

SILVEIRA, Leandro. **Modelo Empírico de Determinação de Presença de Aeronaves Cargueiras em Rotas Aéreas***:* O Caso VarigLog. São José dos Campos, 2007.

SMITH, Peter. ***Air Freight: Operations Economics and Marketing***. 1st 21d. London: Faber, 1974.