

Capítulo IV

Logísticas |

MAXIMIZAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO AO LUCRO NO TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO FÍSICA DE PRODUTOS DE VÁRIAS ORIGENS A MUITOS DESTINOS: UMA FERRAMENTA PRÁTICA

Carlos José Claudino Filho

CAF – Consultoria Empresarial

João Neiva de Figueiredo

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Universidade Federal de Santa Catarina

Rafael Carlos Vélez Benito

Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar

Universidade do Vale do Itajaí

RESUMO

Este trabalho fornece uma aplicação prática para a solução do problema de transporte para produtos de vários pontos de origens para vários destinos geograficamente dispersos, introduzindo restrições não encontradas no problema em sua forma clássica. O problema clássico de transporte considera custos (normalmente função das distâncias) para transferir uma unidade de um produto qualquer de uma série de pontos de origem (por exemplo, fábricas ou centros de distribuição) para muitos pontos de destino (por exemplo, mercados). Este trabalho incorpora como variáveis limitações nos tempos de entregas e penalidades por atrasos. Além desta contribuição, o trabalho fornece ainda uma ferramenta prática que poderá ser útil tanto para empreendedores no seu dia-a-dia como para aplicações acadêmicas. O exemplo apresentado considera a distribuição nacional de um produto de consumo de larga escala: o óleo vegetal embalado; fornecendo a contribuição máxima ao lucro da empresa proveniente da otimização do subsistema de distribuição física.

ABSTRACT

This paper presents an application of the problem of transporting products from various points of origin to various geographically dispersed destinations and introduces restrictions which are not found in the classical formulation of the problem. The classical transportation problem takes into consideration costs (normally a function of distances) of transferring a unit of any product from various points of origin (for example, plants or distribution centers) to many destinations (for example, markets). This paper incorporates new variables, such as time limitations for deliveries and/or penalties for delays. Another contribution of the paper is the development of a practical tool that can be used not only by practitioners, but also by students in classroom situations. The example presented considers the nation-wide distribution of a large-scale consumer product: packaged vegetable oil; and obtains the maximum contribution to profits obtained by optimizing the physical distribution subsystem.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas encontrados por empresas que comercializam produtos originados em localidades geograficamente dispersas, e destinados a muitos mercados também geograficamente dispersos, é a otimização do sub-sistema de distribuição física. Existem vários pontos a serem considerados na análise deste sub-sistema. Primeiramente, a identificação dos elementos de tomada de decisão que estão sob controle da gerência, no caso a definição das quantidades a serem transportadas entre cada par origem-destino. Segundo, a identificação do objetivo a ser alcançado. E, finalmente, a identificação das restrições a serem satisfeitas.

Neste contexto, para empresas que trabalham com produtos de baixa margem de contribuição unitária, torna-se ainda mais importante determinar corretamente o objetivo a ser alcançado quando otimizando a distribuição física, quer seja este minimizar custos de transporte, quer seja maximizar a contribuição para o lucro. É premissa básica deste trabalho que, embora aumentando a complexidade dos cálculos, a margem de contribuição deve ser a grandeza a ser maximizada. Diversas variáveis contribuem para formar esta margem de contribuição, cuja

maximização ocasionalmente pode inclusive levar o empresário a soluções não esperadas, como por exemplo a redução de volume vendido em situações aparentemente rentáveis, mas na realidade não lucrativas. Para isto torna-se necessário, quando da análise do problema de maximização da contribuição ao lucro no transporte de produtos de várias origens a muitos destinos, considerar para cada par origem destino os preços de venda individualizados, as penalidades por atraso, as inter-relações fiscais e as comissões de vendedores, além dos custos variáveis do processo e custos de transporte, o que aumenta a complexidade do problema.

O presente trabalho apresenta uma ferramenta prática para obter a máxima contribuição ao lucro, ferramenta esta que não se limita ao setor analisado, podendo ser utilizada em diversos outros setores. O trabalho está organizado da seguinte forma: a primeira seção oferece uma introdução, a segunda descreve o problema, a terceira fornece a formulação, a quarta a implementação, a quinta comenta os resultados, e a sexta fornece as conclusões finais.

2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A aplicação aqui descrita se refere a um fabricante de um único produto, óleo vegetal embalado, que tem seis pontos de produção, e trinta mercados consumidores, espalhados pelo território nacional. A demanda mensal e a capacidade de produção são conhecidas.

A empresa XYZ, fabricante de um único produto, óleo vegetal embalado, deseja determinar a logística de distribuição ideal, isto é, a quantidade a ser transportada mensalmente a partir de suas fábricas a seus clientes, de forma obter a maior margem de contribuição possível para cobrir seus custos e despesas fixas mensais. O objetivo é determinar o volume a ser produzido mensalmente em cada parque fabril. Por se tratar de produto de baixo valor agregado, toda quantidade vendida é carregada nas fábricas em carretas, que por sua vez são descarregadas em uma única vez no cliente. A partir de suas fábricas, com suas respectivas capacidades de produção em unidades-mês, a empresa busca atender a demanda mensal de seus clientes em suas respectivas localizações. Sabe-se que atualmente o preço por unidade a ser pago pelos clientes ao fabricante é determinado pelo mercado, conforme lei da oferta e da demanda, cabendo ao fabricante ter competitividade para poder ou não participar do mercado e permanecer no negócio. Tanto a demanda em cada mercado, como o preço, são conhecidos. Cada unidade produzida corresponde a uma caixa com 20 frascos de 900 ml de óleo vegetal, com peso bruto total final de 17 kgs. O transporte realizado por carretas forma cubagem com peso máximo permitido, não havendo ociosidade de peso no volume de carga transportado.

3. FORMULAÇÃO

3.1. Definição das variáveis de decisão:

X_{ij} quantidade, em unidades, a serem produzidas por parque fabril i para atender a demanda do mercado j

3.2. Formulação das restrições:

3.2.1. Restrições de capacidade de produção:

$$\sum_{j=1}^{30} X_{ij} \leq \text{PROD}_i \text{ onde } \text{PROD}_i \text{ é a quantidade a ser produzida em cada fábrica } i \quad (1)$$

Tabela 1: Quantidade a ser produzida (capacidade) em cada fábrica

PROD 1	Porto Alegre	RS	318.000
PROD 2	Cuiabá	MT	409.000
PROD 3	Goiânia	GO	589.000

PROD 4	Salvador	BA	433.000
PROD 5	Curitiba	PR	299.000
PROD 6	São Paulo	SP	510.000

3.2.2. Restrições de demanda por mercado:

$$\sum_{i=1}^6 X_{ij} \leq \text{DEM}_j \text{ onde } \text{DEM}_j \text{ é a quantidade demandada em cada mercado } j \quad (2)$$

Tabela 2: Quantidade demandada em cada mercado

DEM 1	Rio Branco	AC	25.000
DEM 2	Maceió	AL	25.000
DEM 3	Manaus	AM	43.000
DEM 4	Salvador	BA	70.000
DEM 5	Barreiras	BA	70.000
DEM 6	Fortaleza	CE	25.000
DEM 7	Brasília	DF	115.000
DEM 8	Vitória	ES	25.000
DEM 9	Goiânia	GO	70.000
DEM 10	São Luis	MA	25.000
DEM 11	Imperatriz	MA	25.000
DEM 12	Belo Horizonte	MG	115.000
DEM 13	Uberlândia	MG	115.000
DEM 14	Campo Grande	MS	50.000
DEM 15	Cuiabá	MT	50.000
DEM 16	Belém	PA	35.000
DEM 17	Marabá	PA	25.000
DEM 18	João Pessoa	PB	25.000
DEM 19	Recife	PE	25.000
DEM 20	Teresina	PI	25.000
DEM 21	Curitiba	PR	185.000
DEM 22	Rio de Janeiro	RJ	345.000
DEM 23	Natal	RN	25.000
DEM 24	Porto Velho	RO	25.000
DEM 25	Porto Alegre	RS	115.000
DEM 26	Florianópolis	SC	35.000
DEM 27	Aracaju	SE	25.000
DEM 28	São Paulo	SP	695.000
DEM 29	São José Rio Preto	SP	100.000
DEM 30	Araguaina	TO	25.000

A formulação de restrições de capacidade e demanda com desigualdades (em vez de igualdades conforme a formulação clássica) conforme descrito acima, garante que a empresa não entregará produtos com margem de contribuição negativa ao lucro.

3.2.3. Restrições de não negatividade das variáveis de decisão:

$$X_{ij} \geq 0, \forall i = 1, \dots, 6, \forall j = 1, \dots, 30 \text{ e inteiros} \quad (3)$$

3.3. Formulação da função objetivo – maximização da margem de contribuição ao lucro:

$$MC = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{30} m_{ij} X_{ij} ; \text{sendo} \quad (4)$$

m_{ij} a margem de contribuição unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4. IMPLEMENTAÇÃO

O problema descrito acima foi implementado após serem calculados os valores de contribuição ao lucro para cada par origem-destino. A implementação foi feita utilizando o *General Algebraic Modelling System (GAMS)*, utilizando o seu módulo de programação linear.

4.1. *Fórmula para o cálculo da margem de contribuição:*

4.1.1. *Preço de venda por mercado:*

Pr_{ij} preço de venda unitário da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.2. *Desconto de venda por mercado:*

De_{ij} desconto de venda unitário da unidade fabril i para atender demanda do mercado j .

Considera-se que toda mercadoria faturada e entregue com prazo máximo de um dia não apresenta desconto no preço de venda. Considera-se ainda que o veículo de distribuição roda no máximo 450 km/dia, e todo percurso superior a esta quilometragem gerará uma penalidade relativa ao período adicional de dias para entrega, isto é, entregas com prazo de mais de um dia sofrerão uma penalidade, calculada a partir de uma taxa nominal de 60 % ao ano, que será praticada na forma de desconto sobre o preço de venda.

4.1.2.1. *Distância em km da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .*

Tabela 3: Distância em km da unidade fabril ao mercado

Local		1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP
AC	Rio Branco	4.154	1.966	2.900	4.638	3.664	3.642
AL	Maceió	3.568	3.138	2.210	605	2.860	2.448
AM	Manaus	4.204	2.017	2.946	4.688	3.716	3.692
BA	Salvador	3.117	2.672	1.742	250	2.394	1.983
BA	Barreiras	2.749	1.776	846	896	2.030	1.639
CE	Fortaleza	4.282	3.540	2.610	1.403	3.563	3.144
DF	Brasília	2.121	1.133	250	1.542	1.392	1.015
ES	Vitória	2.102	2.127	1.400	1.207	1.383	958
GO	Goiânia	1.891	930	200	1.742	1.237	929
MA	São Luis	3.954	2.995	2.057	1.620	3.302	2.996
MA	Imperatriz	3.327	2.238	1.435	1.779	2.677	2.366
MG	Belo Horizonte	1.731	1.599	884	1.391	1.011	586
MG	Uberlândia	1.646	1.033	349	1.624	985	603
MS	Campo Grande	1.501	687	877	2.476	1.002	992
MT	Cuiabá	2.196	440	930	2.672	1.698	1.684
PA	Belém	3.931	2.975	2.044	2.068	3.282	2.967
PA	Marabá	3.467	2.381	1.574	2.005	2.818	2.504
PB	João Pessoa	3.908	3.477	2.546	944	3.199	2.788
PE	Recife	3.801	3.360	2.429	842	3.082	2.643
PI	Teresina	3.883	2.924	1.994	1.167	3.231	2.915
PR	Curitiba	711	1.698	1.237	2.394	225	408
RJ	Rio de Janeiro	1.578	2.129	1.341	1.669	858	429
RN	Natal	4.089	3.648	2.718	1.111	3.370	2.959
RO	Porto Velho	3.649	1.462	2.391	4.133	3.161	3.137
RS	Porto Alegre	430	2.196	1.891	3.117	711	1.123
SC	Florianópolis	469	2.009	1.553	2.689	310	695
Local		1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP
SE	Aracaju	3.295	2.867	1.937	337	2.589	2.168
SP	São Paulo- Capital	1.123	1.684	929	1.983	408	250

SP	São José Rio Preto	1.358	1.211	530	1.869	704	440
TO	Araguaina	3.083	1.997	1.190	1.835	2.434	2.130

4.1.2.2. Número de dias na logística de distribuição da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

Tabela 4: Número de dias na logística de distribuição

Local		1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP
AC	Rio Branco	9,23	4,37	6,44	10,31	8,14	8,09
AL	Maceió	7,93	6,97	4,91	1,34	6,36	5,44
AM	Manaus*	15,11	10,25	12,31	16,18	14,02	13,97
BA	Salvador	6,93	5,94	3,87	0,56	5,32	4,41
BA	Barreiras	6,11	3,95	1,88	1,99	4,51	3,64
CE	Fortaleza	9,52	7,87	5,80	3,12	7,92	6,99
DF	Brasília	4,71	2,52	0,56	3,43	3,09	2,26
ES	Vitória	4,67	4,73	3,11	2,68	3,07	2,13
GO	Goiânia	4,20	2,07	0,44	3,87	2,75	2,06
MA	São Luis	8,79	6,66	4,57	3,60	7,34	6,66
MA	Imperatriz	7,39	4,97	3,19	3,95	5,95	5,26
MG	Belo Horizonte	3,85	3,55	1,96	3,09	2,25	1,30
MG	Uberlândia	3,66	2,30	0,78	3,61	2,19	1,34
MS	Campo Grande	3,34	1,53	1,95	5,50	2,23	2,20
MT	Cuiabá	4,88	0,98	2,07	5,94	3,77	3,74
PA	Belém	8,74	6,61	4,54	4,60	7,29	6,59
PA	Marabá	7,70	5,29	3,50	4,46	6,26	5,56
PB	João Pessoa	8,68	7,73	5,66	2,10	7,11	6,20
PE	Recife	8,45	7,47	5,40	1,87	6,85	5,87
PI	Teresina	8,63	6,50	4,43	2,59	7,18	6,48
PR	Curitiba	1,58	3,77	2,75	5,32	0,50	0,91
RJ	Rio de Janeiro	3,51	4,73	2,98	3,71	1,91	0,95
RN	Natal	9,09	8,11	6,04	2,47	7,49	6,58
RO	Porto Velho	8,11	3,25	5,31	9,18	7,02	6,97
RS	Porto Alegre	0,96	4,88	4,20	6,93	1,58	2,50
SC	Florianópolis	1,04	4,46	3,45	5,98	0,69	1,54
SE	Aracaju	7,32	6,37	4,30	0,75	5,75	4,82
SP	São Paulo	2,50	3,74	2,06	4,41	0,91	0,56
SP	São José Rio Preto	3,02	2,69	1,18	4,15	1,56	0,98
TO	Araguaina	6,85	4,44	2,64	4,08	5,41	4,73

* via rodoviário até Porto Velho e fluvial até Manaus (+ 7 dias na balsa, fila e espera).

4.1.2.3. Taxa de desconto efetiva no preço de venda da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j , gerada a partir do excedente de um ou mais dias, com taxa nominal de 60 % ao ano.

Tabela 5: Taxa de desconto efetiva no preço de venda

Local		1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP
AC	Rio Branco	1,08%	0,44%	0,71%	1,22%	0,94%	0,93%
AL	Maceió	0,91%	0,78%	0,51%	0,04%	0,70%	0,58%
AM	Manaus*	1,86%	1,21%	1,49%	2,00%	1,71%	1,71%
BA	Salvador	0,78%	0,65%	0,38%	0,00%	0,57%	0,45%
BA	Barreiras	0,67%	0,39%	0,11%	0,13%	0,46%	0,35%
CE	Fortaleza	1,12%	0,90%	0,63%	0,28%	0,91%	0,78%
Local		1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP
DF	Brasília	0,49%	0,20%	0,00%	0,32%	0,27%	0,16%
ES	Vitória	0,48%	0,49%	0,28%	0,22%	0,27%	0,15%

GO	Goiânia	0,42%	0,14%	0,00%	0,38%	0,23%	0,14%
MA	São Luis	1,02%	0,74%	0,47%	0,34%	0,83%	0,74%
MA	Imperatriz	0,84%	0,52%	0,29%	0,39%	0,65%	0,56%
MG	Belo Horizonte	0,37%	0,33%	0,13%	0,27%	0,16%	0,04%
MG	Uberlândia	0,35%	0,17%	0,00%	0,34%	0,16%	0,04%
MS	Campo Grande	0,31%	0,07%	0,12%	0,59%	0,16%	0,16%
MT	Cuiabá	0,51%	0,00%	0,14%	0,65%	0,36%	0,36%
PA	Belém	1,02%	0,74%	0,46%	0,47%	0,83%	0,73%
PA	Marabá	0,88%	0,56%	0,33%	0,45%	0,69%	0,60%
PB	João Pessoa	1,01%	0,88%	0,61%	0,14%	0,80%	0,68%
PE	Recife	0,98%	0,85%	0,58%	0,11%	0,77%	0,64%
PI	Teresina	1,00%	0,72%	0,45%	0,21%	0,81%	0,72%
PR	Curitiba	0,08%	0,36%	0,23%	0,57%	0,00%	0,00%
RJ	Rio de Janeiro	0,33%	0,49%	0,26%	0,35%	0,12%	0,00%
RN	Natal	1,06%	0,93%	0,66%	0,19%	0,85%	0,73%
RO	Porto Velho	0,93%	0,29%	0,56%	1,07%	0,79%	0,78%
RS	Porto Alegre	0,00%	0,51%	0,42%	0,78%	0,08%	0,20%
SC	Florianópolis	0,01%	0,45%	0,32%	0,65%	0,00%	0,07%
SE	Aracaju	0,83%	0,70%	0,43%	0,00%	0,62%	0,50%
SP	São Paulo	0,20%	0,36%	0,14%	0,45%	0,00%	0,00%
SP	São José Rio Preto	0,26%	0,22%	0,02%	0,41%	0,07%	0,00%
TO	Araguaína	0,77%	0,45%	0,21%	0,40%	0,58%	0,49%

4.1.3. ICMS na venda por mercado:

Ic_{ij} ICMS na venda unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.4. PIS e COFINS na venda por mercado:

Ip_{ij} PIS e COFINS venda unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.5. CPMF na venda por mercado:

If_{ij} CPMF na venda unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.6. Comissão de vendas por mercado:

Co_{ij} Comissão sobre vendas da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.7. Custo de transporte e distribuição para venda por mercado:

Ct_{ij} Custo de transporte e distribuição por venda unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.8. Custo industrial variável na venda por mercado:

Cv_{ij} Custo industrial variável na venda unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.9. Margem de contribuição na venda por mercado:

m_{ij} Margem de contribuição na venda unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

4.1.9.1. Fórmula de cálculo margem de contribuição na venda unitária da unidade fabril i para atender a demanda do mercado j .

$$m_{ij} = Pr_{ij} - De_{ij} - Ic_{ij} - Ip_{ij} - If_{ij} - Co_{ij} - Ct_{ij} - Cv_{ij} \quad (5)$$

4.1.9.2. Matriz margem contribuição unitária para otimização em \$.

Tabela 6: Matriz margem contribuição unitária para otimização em \$

Local	1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP
AC Rio Branco	0,03	1,05	0,27	-1,08	0,30	0,16

AL	Maceió	-0,12	-0,49	0,23	1,58	0,32	0,50
AM	Manaus	-1,46	1,66	0,35	-1,98	-0,92	-1,03
BA	Salvador	-0,47	-0,78	-0,07	1,96	-0,02	0,16
BA	Barreiras	-0,30	-0,18	0,53	1,32	0,14	0,31
CE	Fortaleza	-0,57	-0,69	0,03	1,06	-0,12	0,06
DF	Brasília	0,62	0,73	1,40	0,43	1,08	1,23
ES	Vitória	0,55	0,64	1,20	1,41	1,00	1,19
GO	Goiânia	0,34	0,45	1,77	-0,17	0,74	0,83
MA	São Luis	1,32	1,28	2,01	2,42	1,72	1,82
MA	Imperatriz	1,66	1,74	2,36	2,14	2,06	2,16
MG	Belo Horizonte	0,38	0,59	1,14	0,79	0,82	1,01
MG	Uberlândia	0,29	0,89	1,40	0,44	0,69	0,84
MS	Campo Grande	0,91	0,89	0,70	-0,52	1,18	1,04
MT	Cuiabá	0,81	2,33	1,10	-0,24	1,08	0,94
PA	Belém	0,42	0,43	1,15	1,19	0,81	0,92
PA	Marabá	0,75	0,87	1,49	1,20	1,15	1,25
PB	João Pessoa	-0,19	-0,56	0,16	1,50	0,25	0,43
PE	Recife	-0,14	-0,51	0,21	1,55	0,31	0,51
PI	Teresina	-0,21	-0,16	0,56	1,29	0,19	0,29
PR	Curitiba	0,68	0,00	0,34	-0,53	1,71	0,64
RJ	Rio de Janeiro	1,13	0,80	1,40	1,20	1,58	1,78
RN	Natal	-0,29	-0,66	0,06	1,41	0,16	0,34
RO	Porto Velho	0,23	1,26	0,48	-0,86	0,49	0,36
RS	Porto Alegre	2,14	0,03	0,25	-0,68	0,99	0,50
SC	Florianópolis	0,87	-0,25	0,08	-0,77	0,86	0,41
SE	Aracaju	0,10	-0,27	0,45	1,79	0,53	0,72
SP	São Paulo - Capital	0,35	0,01	0,58	-0,20	0,79	1,54
SP	São José Rio Preto	0,08	0,31	0,82	-0,19	0,47	1,31
TO	Araguaína	0,52	0,67	1,29	0,83	0,91	1,01

Observa-se que para alguns pares origem-destino, a margem de contribuição ao lucro é negativa.

5. RESULTADOS

A solução do problema enunciado e formulado nas secções anteriores e resolvido com a ajuda do GAMS, está reproduzida abaixo. Primeiramente são apresentadas as quantidades de produto a serem transportados entre cada par origem-destino (a matriz de fluxos). Em seguida é apresentado o valor da contribuição máxima ao lucro. Esta contribuição corresponde ao fluxo origem-destino informado abaixo.

5.1. Matriz de Fluxos:

Tabela 7: Matriz de Fluxos

LOCAL		1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP	demanda
AC	Rio Branco	-	25.000	-	-	-	-	25.000
AL	Maceió	-	-	-	25.000	-	-	25.000
AM	Manaus	-	43.000	-	-	-	-	43.000
BA	Salvador	-	-	-	70.000	-	-	70.000
BA	Barreiras	-	-	-	70.000	-	-	70.000
CE	Fortaleza	-	-	-	25.000	-	-	25.000
DF	Brasília	-	-	115.000	-	-	-	115.000
LOCAL		1 - RS	2 - MT	3 - GO	4 - BA	5 - PR	6 - SP	demanda
ES	Vitória	-	-	-	25.000	-	-	25.000
GO	Goiânia	-	-	70.000	-	-	-	70.000

MA	São Luis	-	-	-	25.000	-	-	25.000
MA	Imperatriz	-	-	25.000	-	-	-	25.000
MG	Belo Horizonte	-	1.000	114.000	-	-	-	115.000
MG	Uberlândia	-	115.000	-	-	-	-	115.000
MS	Campo Grande	-	50.000	-	-	-	-	50.000
MT	Cuiabá	-	50.000	-	-	-	-	50.000
PA	Belém	-	-	-	35.000	-	-	35.000
PA	Marabá	-	-	25.000	-	-	-	25.000
PB	João Pessoa	-	-	-	25.000	-	-	25.000
PE	Recife	-	-	-	25.000	-	-	25.000
PI	Teresina	-	-	-	25.000	-	-	25.000
PR	Curitiba	-	-	-	-	185.000	-	185.000
RJ	Rio de Janeiro	-	-	215.000	33.000	97.000	-	345.000
RN	Natal	-	-	-	25.000	-	-	25.000
RO	Porto Velho	-	25.000	-	-	-	-	25.000
RS	Porto Alegre	115.000	-	-	-	-	-	115.000
SC	Florianópolis	35.000	-	-	-	-	-	35.000
SE	Aracaju	-	-	-	25.000	-	-	25.000
SP	São Paulo	168.000	-	-	-	17.000	510.000	695.000
SP	São José Rio Preto	-	100.000	-	-	-	-	100.000
TO	Araguaina	-	-	25.000	-	-	-	25.000
Produção		318.000	409.000	589.000	433.000	299.000	510.000	-

5.2. O valor da contribuição máxima ao lucro, correspondente à matriz de fluxos acima, é de \$ 3.533.320,00.

6. CONCLUSÕES

Na apresentação deste trabalho utilizou-se o produto de consumo óleo vegetal embalado, por se tratar de um produto de distribuição física a nível nacional que parte de várias origens e vai a muitos destinos. Além disto, por possuir baixa margem de contribuição, a maximização da contribuição ao lucro no seu transporte e distribuição física torna-se crucial para rentabilidade da empresa. A partir da formulação do problema de otimização, implementou-se a modelagem, suportada pelo *General Algebraic Modelling System*, através de seu módulo de programação linear. O resultado financeiro, obtido a partir da Matriz de Fluxos encontrada, conforme mostrado na tabela 7, fornece uma solução básica factível não degenerada, e, portanto, a solução ótima é única.

Procurou-se com este trabalho apresentar uma ferramenta prática para uso acadêmico e profissional nos mais variados setores da economia. Esta ferramenta leva em conta o impacto de custos e tempo de distribuição física na maximização da margem de contribuição ao lucro e aprimora o conceito tradicional desta margem permitindo sua utilização mais proveitosa em modelos integrados de otimização de sistemas logísticos.

Endereço dos autores:

CAF Consultoria Empresarial
Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade do Vale do Itajaí

caf10@ibest.com.br
jneiva@deps.ufsc.br
rbenito@inf.univali.br