

# Otimização dos custos de transporte para exportação da pluma de algodão: contraste entre Mato Grosso e Bahia

*Rosana Sifuentes Machado<sup>1</sup>  
Benedito Dias Pereira<sup>2</sup>  
Meiresângela Miranda Muniz<sup>3</sup>  
Dryelle Sifuentes Pallaoro<sup>4</sup>*

**Resumo:** Como os custos de transportes representam uma dos mais relevantes elementos da competitividade das economias regionais, com adoção da Pesquisa Operacional (Método Simplex), posteriormente comparados entre si, estimam-se valores que minimizam esses custos ao longo dos principais itinerários usados pelos exportadores de algodão em pluma até os Portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR) das duas unidades federativas do Brasil que atualmente mais se destacam na produção e na exportação desse bem: Mato Grosso e Bahia. Os resultados estimados revelam que a exportação com origem na Bahia apresenta maior vantagem competitiva nesse contraste em decorrência dos menores custos incorridos pelos cotonicultores localizados nessa unidade.

**Palavras-chave:** Competitividade, custo de frete. Pesquisa operacional.

---

1 sifuentes04@hotmail.com

2 bdp@terra.com.br

3 meirimirandamuniz@gmail.com

4 dryelle\_pallaoro@hotmail.com

**Abstract:** Such as transport costs represent a of the most important elements of the competitiveness of regional economies, adoption of Operational Research (simplex method), subsequently compared, are estimated values that minimize these costs along the main routes used by cotton exporters lint to the ports of Santos (SP) and Paranaguá (PR) in two federal units of Brazil that currently stand out in the production and export of this well: Mato Grosso and Bahia. The estimated results show that exports originating in Bahia presents greater competitive advantage in contrast due to the lower costs incurred by cotton farmers located in this federal unit.

**Keywords:** Competitiveness, freight cost. Operational research.

## I Introdução

Com área plantada em 2013 de 581 mil hectares, Mato Grosso (MT) é o maior produtor de algodão em pluma do conjunto das unidades federativas do Brasil nesse ano, por sua vez, a segunda posição é ocupada pela Bahia (BA), com área cultivada de 325 mil hectares. O crescimento da área plantada dessa fibra vem ocorrendo na grande maioria dos estados brasileiros, mais acentuadamente em MT e Goiás (GO), que, por oportuno, registraram incremento entre as duas últimas safras, de 28 e 30% respectivamente. (CONAB, 2009)

Nesse cenário, verificou-se acréscimo de 4% no consumo da fibra pela indústria têxtil e expansão nas exportações de 8%, quando se contrastam estatísticas atinentes a 2013 com as de 2012. De modo geral, o exportador concentra suas atenções nas incertezas inerentes às possíveis flutuações da taxa de câmbio, pois enquanto o atual patamar mais alto dessa taxa estimula as exportações, tornando-as mais competitivas por ensejar melhores condições de comercialização para o produtor no cenário internacional; de outro lado, uma possível desvalorização desse preço desestimularia as importações. (IMEA, 2013)

Há, contudo, além da taxa de câmbio, muitas outras variáveis que afetam a competitividade e a margem de lucro do cotonicultor, destacando-se os custos de transporte desde a unidade produtiva até os principais portos de exportação. Com uso dominante do modal viário, um dos principais componentes dos custos de produção do cotonicultor é o valor do frete rodoviário da fazenda até os principais portos usados para exportação. O valor desse item depende de diversos fatores como a distância da unidade

produtiva até os portos e a qualidade das rodovias. O produtor de algodão busca minimizar esse custo que, é conducente à melhoria da sua competitividade, visto que se insere em ambiente habitado por organizações cada vez mais dinâmicas, usualmente transnacionais.

Nesse contexto, inicialmente estimam-se os custos de transporte de algodão com origem nos seis municípios de MT e da BA que mais se destacam na produção desse bem até os dois portos mais usados para exportação da pluma de algodão (Santos-SP e Paranaguá-PR), com recorrência à metodologia de pesquisa operacional (Método Simplex) e com adoção da ferramenta: Solver (Excel). Após essa fase, serão comparados os custos de transporte entre o conjunto dos municípios mato-grossenses com os dos municípios baianos, identificando-se, a unidade federativa que apresenta maior vantagem competitiva.

Além desta introdução, o trabalho traz mais quatro seções: a segunda contempla uma breve abordagem sobre os avanços ou etapas da cultura do algodão no Brasil, em MT e na BA; a terceira exhibe procedimentos metodológicos acerca do Método Simplex e elaboram-se análises e discutem-se os principais resultados; na quarta constam os comentários finais.

## **2 Síntese sobre a cultura do Algodão: Brasil, Bahia e Mato Grosso**

Desde antes do período em que o Brasil foi colônia de Portugal, a cultura do algodão é explorada comercialmente. Segundo Xavier (apud ALBUQUERQUE; NICOL, 1987, p. 132) “Está hoje verificado que já os povos indígenas o cultivavam antes mesmo da chegada dos portugueses”, se constituindo em matéria prima para vestuários e sacos para a economia interna, portanto, sem exportação. No final do século XVIII e início do século XIX, o algodão se posicionou como um dos mais destacados produtos da pauta de exportação do país, diferente do que ocorria anteriormente. Na metade do século XIX, essa fibra passou a representar a segunda mercadoria exportada (FURTADO, 1982, p. 112), com produção concentrada nas províncias do Norte e Nordeste. (ALBUQUERQUE; NICOL, 1987, p. 133)

Por oportuno, no século XVIII, o Maranhão se destacou como grande fornecedor de fibras para as fiações inglesas, na fase inicial da expansão do mercado mundial de tecidos. A partir de então, com predomínio do cultivo do algodão da espécie arbórea (árvore de altura mediana cultivada permanentemente), a cotonicultura avançou para o semiárido nordestino,

alcançando os estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, contribuindo substancialmente para a fixação do homem nessa região e estimulando o seu crescimento econômico durante quase todo o século XX. (TAKEYA, 1985)

Como ilustração bem mais adiante, pontualmente na safra 1973-1974, foram cultivados 3,5 milhões de hectares de algodão no Brasil, ainda com supremacia do algodão da espécie arbórea. Dadas as dificuldades ecológicas vivenciadas pela cultura, acompanhadas pela adoção de tecnologias não apropriadas, a produtividade dessa espécie se situava em torno de 150 kg/ha de algodão em caroço conferindo reduzida competitividade à cultura. De forma diferente, nessa mesma safra, outra espécie de algodão, a herbácea (arbusto de cultivo anual) já era cultivada em 1.723,2 mil hectares, com produtividade de 844,5 kg/ha de algodão em caroço, por conseguinte, superior à da espécie arbórea. (EMBRAPA, 2014)

Igualmente, a conjunção de vários problemas contribuiu para inviabilizar a produção algodoeira no Nordeste, dentre os quais se destacam: o avanço do bicudo (*Anthonomus grandis Boheman*), os preços subsidiados no mercado internacional, a abertura do mercado brasileiro, atrativas condições de financiamento externo do produto, dentre outros. Ademais, em decorrência dos entraves que passaram a existir na cadeia produtiva do algodão no Nordeste, o Brasil passou da condição de um dos exportadores mais relevantes para um dos maiores importadores do produto. (EMBRAPA, 2003)

Nesse ambiente, apesar dos esforços empreendidos pelos gestores nacionais e regionais que formulam e empreendem as políticas agropastoris, fortalecidas pelas políticas públicas direcionadas para a recuperação da cotonicultura no semiárido nordestino, a área colhida nessa região na safra 2004-2005 foi de apenas 75 mil hectares, com produção de 71 mil toneladas de algodão em caroço. Em oposição ao desempenho da cotonicultura nordestina, nesse ponto do tempo acelera-se o cultivo do algodão nos cerrados brasileiros, especialmente no Centro-Oeste, com adoção de elevados níveis de tecnologias, usuais nas grandes unidades capitalistas regionais. Diante disso, como ilustração, na Figura 1, por unidade federativa do país, anota-se a série histórica da produção brasileira de algodão em pluma entre 1990-1991 a 2012-2013, em mil toneladas, com a finalidade de se identificar trajetórias e mudanças entre os espaços federados nacionais ao longo desse período, onde, dentre outros fatos, se verificam posições destacadas de Mato Grosso e da Bahia, especialmente em anos mais recentes.

Figura 1: Série histórica da produção brasileira, por unidade federativa, de algodão em pluma - safra 1990-1991 a 2012-2013

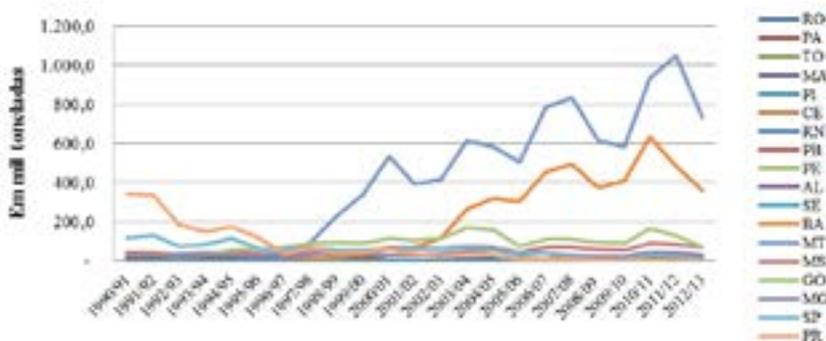
Ano safra/UF	RO	PA	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MT	MS	GO	MG	SP	PR
1990/91	7,7	1,4	-	0,1	6,6	21,7	12,8	12,7	3,1	2,2	0,3	45,4	39,3	27,5	34,5	37,2	120,1	344,2
1991/92	4,7	0,9	0,9	0,1	6,2	10,4	4,9	7,8	2,4	1,9	0,2	41,8	29,9	32,9	29,5	27,7	130,8	335,0
1992/93	9,3	-	0,9	0,6	6,2	4,5	0,3	0,9	0,2	0,1	-	30,5	33,6	20,2	27,0	27,1	73,3	185,6
1993/94	12,6	1,0	-	0,6	13,1	27,3	9,7	6,2	1,9	4,3	0,9	45,3	41,5	28,1	35,5	26,3	83,3	146,3
1994/95	9,8	1,1	-	-	13,5	12,9	5,3	7,4	3,7	1,0	0,5	32,4	38,9	44,8	51,9	27,0	111,2	175,7
1995/96	5,3	1,1	-	-	9,3	12,6	9,1	7,5	2,9	1,7	0,3	26,6	33,1	35,7	58,8	23,1	63,4	119,5
1996/97	2,3	0,4	-	-	5,8	6,3	5,4	5,9	2,1	1,9	0,5	28,5	34,8	19,6	69,4	28,1	54,4	40,4
1997/98	1,8	0,4	-	-	0,6	5,8	0,6	0,8	0,4	1,4	0,1	13,2	94,2	32,6	86,6	41,1	66,9	64,5
1998/99	0,4	-	-	-	1,6	14,6	1,2	2,4	0,4	0,7	0,1	14,8	226,4	42,9	92,6	28,9	53,2	38,8
1999/00	0,2	0,4	-	-	2,2	26,7	5,0	9,9	1,6	1,5	0,1	45,6	335,8	43,8	89,8	38,7	55,2	43,0
2000/01	1,2	-	-	2,9	0,8	4,0	1,2	1,0	0,8	4,2	-	61,4	533,9	66,5	111,3	29,4	60,0	58,2
2001/02	-	-	0,3	3,1	1,0	5,4	3,9	2,9	1,4	3,0	-	68,1	391,3	62,4	101,4	30,7	58,1	31,0
2002/03	-	-	2,0	4,3	1,5	4,0	4,0	4,1	1,0	2,4	-	113,9	412,6	62,4	114,2	32,1	61,5	24,5
2003/04	-	-	4,4	8,3	3,2	4,4	4,3	7,3	0,8	1,3	-	265,4	613,3	74,0	169,2	47,8	69,5	32,5
2004/05	-	-	1,8	8,1	3,3	2,1	3,4	5,1	0,6	1,0	-	317,1	582,3	68,8	159,7	53,0	59,1	27,7
2005/06	-	-	-	7,8	14,0	2,8	3,4	2,4	0,7	1,4	-	302,5	503,3	41,0	72,7	32,5	39,4	10,6
2006/07	-	-	1,0	10,5	9,0	1,3	3,0	0,7	0,5	1,5	-	452,1	783,2	69,0	105,9	37,8	36,1	10,3
2007/08	-	-	2,3	17,8	17,8	1,2	2,1	1,1	0,8	1,4	-	495,5	830,4	68,6	106,0	29,7	21,1	6,4
2008/09	-	-	3,4	16,0	13,0	1,0	1,6	1,3	0,6	0,2	-	372,5	614,20	57,2	95,0	22,4	10,2	5,1
2009/10	-	-	5,4	16,8	8,0	0,7	0,5	-	0,5	0,2	-	406,8	583,50	55,8	87,4	21,9	6,5	0,1
2010/11	-	-	7,5	27,7	26,6	1,1	0,8	0,3	0,2	0,1	-	633,1	934,80	89,2	162,5	45,4	28,6	1,2
2011/12	-	-	8,5	28,8	28,9	0,1	0,1	-	0,1	-	-	483,6	1.046,50	84,6	128,7	41,8	24,8	0,8
2012/13	-	-	7,3	26,2	14,5	0,1	0,1	-	-	-	-	357,0	731,30	68,1	70,3	26,3	8,3	0,8

Fonte: CONAB, dados adaptados à pesquisa (2009).

Por seu turno, a dinâmica da produção do algodão na Bahia pode ser descrita ou comentada em várias etapas. Na primeira, a cotonicultura se concentrava no Sudoeste do estado, onde se localiza o município de Guanambi, que há cerca de 20 anos experimentava um período acentuado de crescimento da sua economia, quando o algodão herbáceo chegou a ocupar 300 mil hectares e empregar direta e indiretamente aproximadamente 200 mil pessoas. Essa fase de elevado dinamismo para a região e para o estado foi interrompida por dois motivos: exaustão do solo – compactação pelo uso intensivo de grade aradora – e, majoritariamente, ataques do bicudo-do-algodoeiro.

Após esses acontecimentos presenciou-se a entrada do algodão no cerrado da Bahia, revelando nova fase na dinâmica da cotonicultura nessa unidade federativa. Atualmente, a região do estado com maior dinamismo é a Oeste, onde a cultura se estende por mais de 400.000 mil hectares, contribuindo sobremaneira para que a Bahia seja o segundo maior produtor do país (EMBRAPA, 2003). Essa retomada de crescimento da cultura pode ser observada no Gráfico 1, que contém dados relativos à atividade no país entre os anos de 1990-1991 a 2012-2013, onde, dentre outras evidências, se observa que a cotonicultura na Bahia trilha um caminho com números elevados e crescentes.

Figura 2: Série histórica da produção brasileira de algodão em pluma - safra 1990-1991 a 2012-2013



Fonte: CONAB, dados adaptados à pesquisa (2009).

Os movimentos e as fases que contribuíram para que a cotonicultura na Bahia se consolidasse ocorreram ao longo de 12 anos e se constituem em referência para o agronegócio, seja nacional ou internacional. Adicionalmente, houve a organização da cadeia produtiva e a adoção de tecnologias modernas, conducentes ao incremento da produtividade e da eficiência dos fatores de produção, pautado por diversos tipos de inovações, como a mecânica, biológica, organizacional, físico-química.

Nessas circunstâncias, um grupo de produtores formou a Associação Baiana dos Produtores de Algodão (ABAPA) em 2000. Essa organização se constitui em ente relevante e estratégico para a materialização das ações empreendidas na função de produção, assim como nas instituições que conformam o ambiente cotonícola, contribuindo para o avanço da pesquisa científica e para as variáveis expostas ao mercado do produto, seja a jusante, seja a montante da unidade produtiva. Na perspectiva desses atores e organizações que contribuem para a melhoria do ambiente produtivo e institucional da cotonicultura, no cenário da logística, um forte entrave para a Bahia é representado pela dificuldade em escoar a produção para exportação, pois o Porto de Santos dista mais de 2000 km do principal município produtor do estado, observando-se, por oportuno, que, nessa região, o modal rodoviário é o único em condições de escoar a produção até esse porto. (EMBRAPA, 2003)

Por sua vez, o algodão teve sua iniciação em solos mato-grossenses em 1933, com uso de sementes oriundas do Texas (Estados Unidos). Atendo-se a relevantes pontos temporais, com início extremamente modesto, em 1950 a produção em Mato Grosso respondia por apenas 0,28% da produção nacional, ascendendo para 0,92% em 1960, saltando

para 8,30% em 1970, e dando sequência a essa trajetória progressiva, exibindo incremento exponencial, esse percentual atinge mais de 50% em 2007. (FARIA, 2009, p. 41)

Nesse quadro, até o início dos anos 1990, Mato Grosso exibia reduzida importância na cotonicultura nacional devido ao baixo volume produzido, com a predominância de pequenos produtores e hegemonia da atividade familiar, localizados, sobretudo, no município de Rondonópolis. Ao longo da primeira década do século XXI, ocorreu a semeadura das primeiras lavouras na região com perfil empresarial ou capitalista, calcadas na média e na grande propriedade; em decorrência, de forma natural, o cultivo do algodão desponta como alternativa para rotação com a soja, impulsionados em investimentos em novas tecnologias, que contribuíram para que essa cultura se consolidasse como mais uma alternativa produtiva para o cerrado. (EMBRAPA, 2003) Nesses termos, registrando incremento incomum, a quantidade produzida de algodão em Mato Grosso em 2007 foi 38 vezes maior que a de 1990. Por sua vez, o rendimento médio da cotonicultura apresentava destacado posicionamento dentre as demais unidades federativas do país. (PEREIRA; MAIA; CAMILOT, 2008)

Em complemento no Mato Grosso se cultivou 722.630 hectares na safra 2011-2012 com produção de 1.134.710 toneladas de pluma, das quais 553.691 toneladas foram exportadas, por seu turno, na safra 2012-2013, a área cultivada recuou para 453.993 ha e a produção para 695.357 toneladas, entretanto, a área e a produção voltaram a ascender na safra 2023-2014. Diante dessas grandezas, nos dias de hoje, Mato Grosso se constitui na unidade federativa do país com maior produção alcançando mais da metade do quantitativo nacional e respondendo por aproximadamente a metade das exportações da fibra.

Em síntese, com recorrência à estrutura de custos e de produção ajustados ao ecossistema do cerrado, adotam-se sistemas de produção com elevados níveis tecnológicos, intensivos em máquinas e equipamentos, fertilizantes e defensivos, além do uso de modernos modelos de gestão, que podem ser considerados inovativos na maioria das vezes, inclusive no campo organizacional. O incremento dessa atividade no Mato Grosso foi grandemente influenciado pela criação, em 1997, do Programa de Incentivo do Algodão de Mato Grosso (PLOALMAT), concedente de redução de 75% do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) incidente sobre a comercialização do bem. (PEREIRA; MAIA; CAMILOT, 2008)

### 3 Metodologia

A pesquisa visa estimar valores que otimizam os custos de transporte de algodão até os Portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR), com uso do modal rodoviário, com origem nos principais municípios exportadores do Mato Grosso (Rondonópolis, Sapezal, Primavera do Leste, Diamantino, Nova Mutum e Campo Novo do Parecis) e da Bahia (Luiz Eduardo Magalhães, Barreiras, Correntina, São Desidério, Jaborandi e Simões Filho). As estatísticas sobre os custos de transporte, mais especificamente, sobre os custos de frete de cada município até os Portos mencionados, foram acessadas nos sites do IMEA, ABAPA e SECEX. Os cálculos necessários para as estimativas da otimização dos custos foram realizados com recorrência ao Método Simplex, através de programação linear, com uso do *software* Solver (Excel).

Como se sabe, a programação linear viabiliza obtenção de solução de questões cujos modelos são representados por expressões lineares. Assim, a busca dessa solução contempla estritamente funções lineares, conducentes à estimativa de solução ótima de maximização ou de minimização, aplicável, por exemplo, para o caso dos custos de transportes. Dessa forma, a linearidade de uma função se faz presente quando nenhuma variável está elevada a potência maior do que 1 ou é multiplicada por outra variável (CHIANG, 1982). Segundo Caixeta-Filho (2001, p. 10):

A programação linear nada mais é que um aprimoramento de uma técnica de resolução de sistemas de equações lineares via inversões sucessivas de matrizes, com a vantagem de incorporar uma equação linear adicional representativa de um dado comportamento que deve ser otimizado. Sua propagação deve-se principalmente à equipe de cientistas liderada pelo norte-americano George B. Dantzig, convocada pelos aliados da Segunda Guerra Mundial no início da década de 40, para oferecer subsídios técnicos para as tomadas de decisões que envolvessem a distribuição ótima de tropas entre as diferentes frentes de batalha.

Em adição, para a operacionalização do Método Simplex com vistas à otimização dos valores de frete do transporte é necessário levar em consideração que esse método se aplica em situações de:

1. Transporte terrestre de grandes volumes de carga, com extensa abrangência geográfica, assim como de rotas;
2. Transporte de cargas fechadas e completas, conectando ponto (origem) a ponto (destino);
3. Conjugação de pares de viagens (A+B), sem, contudo, a conjugação de mais de duas rotas diferentes;
4. Pleno conhecimento sobre a demanda, com capacidade de armazenamento finita e conhecida;
5. Capacidade ilimitada de transporte, com custos unitários invariantes de acordo com o volume transportado. (SULLIVAN; DONGARRA, 2000)

Nesses termos, para se estimar a solução ótima de um sistema de equações específico, deve-se maximizar ou minimizar a função  $z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + a_nx_n$  sujeita às restrições da seguinte forma padrão:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \quad (1)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \quad (2)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \quad (3)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (4)$$

Logo, a forma padrão do sistema de equações contém distintos modelos de programação linear, agrupados em conjunto de equações. Em específico, a inequação contida em (4) retrata que todas as variáveis devem ser não negativas, isto é, positivas ou nulas. Consequentemente, a estimativa da solução desse sistema contempla as seguintes etapas:

1. Inicialização: começa por uma solução admissível, associada a um vértice da região, denominada de soluções admissíveis;
2. Interação: a partir da Inicialização, transita-separa outra solução admissível, localizada em vértice adjacente da região de soluções admissíveis. Essa etapa deve ser repetida até que a solução ótima seja encontrada ou estimada;
3. Teste de otimização: a solução estimada se configura como solu-

ção ótima se nenhuma das soluções adjacentes testadas exibirem solução melhor, obviamente, seja para um problema para maximização, seja para minimização. (SULLIVAN; DONGARRA, 2000)

Quanto às restrições, usualmente, elas representam limitações de recursos disponíveis como: capital, mão de obra, recursos minerais, capacidade de movimentação ou escoamento, armazenagem ou fatores de produção, ou ainda, exigências que devem ser cumpridas. Por lógico, como abordado, a melhor das soluções viáveis é aquela que maximiza ou minimiza a função objetivo, denominada solução ótima. A formulação matemática do problema, sujeito às restrições seguintes, pode ser realizada pressupondo-se que  $x_1$  e  $x_2$  denotam o número ou quantidade de destinos:

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$ex_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_n \geq 0$$

que representa a restrição de não negatividade (CHIANG, 1982), onde:

$Z$  = função que se deseja maximizar ou minimizar;

$x_i$  = variáveis decisórias que representam as quantidades ou recursos que definem a otimização, ou seja, associadas à solução ótima;

$c_i$  = coeficientes de ganho ou custo de variável;

$b_j$  = quantidade disponível de cada recurso;

$a_{ij}$  = quantidade de recurso que cada variável decisória consome:

$x_i \geq 0$  e  $b_j \geq 0$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$  e  $j = 1, 2, \dots, m$

## 4 Análise e discussão dos resultados

Para a minimização da função objetivo, assim como os valores dos fretes praticados em Mato Grosso e na Bahia, foram identificados os principais itinerários utilizados para o transporte de algodão em pluma, com origem nos mais relevantes municípios produtores dessa fibra e com destino aos Portos de Santos e Paranaguá. Os custos dos fretes contemplam os valores gerados pela transferência, transbordo, incluindo a entrega do produto nos portos destinados à exportação, para os municípios de Mato Grosso (Tabela 1) para os municípios da Bahia (Tabela 2), tendo como referência a safra 2012-2013. De acordo com a metodologia adotada,

as variáveis básicas são representadas pelo valor do frete por tonelada transportada, enquanto as restrições são constituídas pelos volumes produzidos em cada município.

Tabela 1: Custo unitário de frete (R\$/t) dos municípios de Mato Grosso até os Portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR)

Destino	D1: Porto de Paranaguá/ PR (R)	D2: Porto de Santos/SP (R-F)	Oferta de plumas (t)
Origem	Frete (R\$/t)		Safra 2012-2013
01 Rondonópolis	235	248	248
02 Sapezal	342	355	355
03 Primavera do Leste	238	255	255
04 Diamantino	301	318	318
05 Nova Mutum	301	318	318
06 Campo Novo dos Parecís	245	265	23.511
Capacidade (t)	101.284,5	260.445,8	361.730

Fonte: Elaboração com os dados da pesquisa.

Tabela 2: Custo unitário de frete (R\$/t) dos municípios da Bahia até os Portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR)

Destino	D1: Porto de Paranaguá/ PR (R)	D2: Porto de Santos/SP (R-F)	Oferta de plumas (t)
Origem	Frete (R\$/t)		Safra 2012-2013
01 Luis Eduardo Magalhães	212	221	130421
02 Barreiras	220	182	91301
03 Correntina	210	173	29442
04 São Desidério	217	179	25826
05 Jaborandi	206	166	3599
06 Simões Filho	258	217	2505
Capacidade (t)	25.479	257.616	283.094

Fonte: ABAPA (2013).

Com adoção da metodologia abordada para a função objetivo, o cálculo dos valores otimizados das matrizes origem/destino foram elaborados da seguinte maneira: os municípios de Origem ( $O_n$ ) foram enumerados de 1 a 6 sendo que o primeiro dígito da variável  $X_{11}$  representa o município que origina a carga e compõe a linha da matriz ( $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6$ ), enquanto o segundo dígito da variável  $X_{11}$  denota o Destino, indicando

a coluna da matriz, que neste caso, são os portos de destino da carga: Paranaguá (D1) e Santos (D2). Desta forma, para MT:

$$\text{Min. } Z = 235X_{11} + 248X_{12} + 342X_{21} + 355X_{22} + 238X_{31} + 255X_{32} + 301X_{41} + 318X_{42} + 301X_{51} + 318X_{52} + 245X_{61} + 265X_{62} = \text{R\$ } 98.884,76$$

$$X_{11} + X_{12} \leq 191.674$$

$$X_{21} + X_{22} \leq 61.032$$

$$X_{31} + X_{32} \leq 30.919$$

$$X_{41} + X_{42} \leq 29.059$$

$$X_{51} + X_{52} \leq 25.536$$

$$X_{61} + X_{62} \leq 23.511$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + X_{61} \geq 101.284,5$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} \geq 260.445,8$$

Por sua vez, a Função Objetiva e as restrições para a BA, são:

$$\text{Min. } Z = 212X_{11} + 221X_{12} + 220X_{21} + 182X_{22} + 210X_{31} + 173X_{32} + 217X_{41} + 179X_{42} + 206X_{51} + 166X_{52} + 248X_{61} + 217X_{62} = \text{R\$ } 56.067,85$$

$$X_{11} + X_{12} \leq 130.421$$

$$X_{21} + X_{22} \leq 91.301$$

$$X_{31} + X_{32} \leq 29.442$$

$$X_{41} + X_{42} \leq 25.826$$

$$X_{51} + X_{52} \leq 35.99$$

$$X_{61} + X_{62} \leq 25.05$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + X_{61} \geq 25.479$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} \geq 257.615$$

Observando-se as estatísticas contidas na Tabela 3, a adoção do Método Simplex aos dados contidos na Tabela 1 e na Tabela 2, ao se minimizar os custos do frete com origem nos principais municípios produtores de algodão de Mato Grosso e da Bahia, tendo como destinos os Portos de Santos e Paranaguá, verifica-se que a otimização pertinente ao fluxo com origem nos municípios baianos conduz a valor médio de frete 28% (100% - 72%) inferior aos custos congêneres referentes ao fluxo com origem nos municípios mato-grossenses, inferindo-se, que a cotonicultura exportadora de MT vivencia menor nível de competitividade.

Assim sendo, depreende-se que os municípios baianos exibem vantagem comparativa na exportação da pluma em comparação com os análogos de MT, observando-se que essa inferência deve ser entendida estritamente nos limites do custo do frete desses municípios até os Portos de Santos e Paranaguá na safra especificada. Os valores relevantes anotados na Tabela 3 apontam que o valor a partir do qual se extrai essa inferência foi estimado pela relação entre os custos médios de frete atinentes aos dois estados e que as métricas das quais resultam o percentual de 28% aferem o valor do frete por unidade transportada em cada das duas unidades federativas.

Tabela 3: Produção, custo total e custo médio do frete do fluxo de exportação de municípios de Mato Grosso e da Bahia pelos Portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR)

Estado	Produção (t)	Custo total (R\$)	Custo médio do frete (t)
MT	361.730	98.884.766	273,36
BA	283.094	56.067.851	198,05
Relação entre valores de BA e MT	0,78	0,57	0,72

Fonte: Elaboração com os dados da pesquisa.

## 5 Considerações finais

Com dados das duas mais relevantes unidades federativas, MT e BA, cujos valores são contrastados, atendo-se apenas ao custo de frete desde os principais municípios produtores de cada um desses estados, até os Portos de Santos e Paranaguá, com recorrência ao Método Simplex, verificou-se que os produtores de algodão de Bahia exibem vantagem competitiva em relação aos seus congêneres do Mato Grosso, dado que o custo médio com frete que eles incorrem é 28% inferior.

O contexto histórico em cada um dos estados analisados revela que a cotonicultura está sendo desenvolvida com preceitos estritamente capitalistas, com elevada eficiência dos fatores de produção, sobretudo, com adoção de tecnologias modernas, com utilização de estratégias voltadas à incorporação de distintas inovações no campo organizacional e produtivo, entretantes, perdurando ao longo do tempo, presencia-se ambiente com grandes restrições na infraestrutura de transporte, fato que engendra custos elevados dos fretes rodoviários até os dois principais portos usados para a exportação da fibra.

Nesse quadro, presencia-se elevada complexidade na cadeia produtiva do algodão nesses e em outros estados marcada, especialmente, pela perseverança de diversos elos frágeis. Diante disso, considerando que, como essa cadeia é habitada por organizações que buscam novas e oportunas estratégias concorrenciais e esta permeada por instituições relativamente vulneráveis a fatores externos e a eventos conjunturais, ela pode ser fortalecida e ampliada pela formatação e adoção de adequadas políticas públicas, que viabilizem, sobretudo, maior participação de produtores de menor escala, especialmente da agricultura familiar.

Além disso, com esses vetores em movimento, acredita-se que, nas duas unidades federativas pode-se imaginar a formatação de um complexo cotonícola que exerça papel social e ambiental com melhor e maior desempenho socioeconômico, contando, naturalmente, com melhoria da sua infraestrutura física, onde a modernização e ampliação dos eixos viários usados no escoamento no produto se constituam em metas estratégicas, oportunas e consentâneas com o ambiente altamente concorrencial e globalizado da economia contemporânea, viabilizadas por políticas públicas ou por políticas germinadas no seio do próprio mercado, ou ainda, pela parceria entre o setor público e a iniciativa privada, que sejam conducentes à obtenção de melhores indicadores de sustentabilidade, com foco, por exemplo, na viabilização de novos modais para o transporte do vegetal,

como o ferroviário e o hidroviário, especialmente no Mato Grosso, onde coexistem grandes distâncias e oferta abundante de recursos hídricos.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BAIANA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO - ABAPA.. Nossa História. Disponível em: <<http://www.abapaba.org.br/a-abapa/>> Acesso em: 10 dez. 2013

ALBUQUERQUE, M. C. C.; NICOL, R. *Economia Agrícola: o setor primário e a evolução da economia brasileira*. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

CAIXETA-FILHO, J. V. *Pesquisa Operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais*. São Paulo: Atlas, 2001.

CHIANG, A. *Matemática para Economistas*. São Paulo: McGraw-Hill, 1982.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Indicadores Agropecuários*. Brasília, ano 18, n. 2, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/140e6431949f185775831afad07c751c..pdf>> . Acesso em: 15 mar. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2003). <<https://tokdehistoria.com.br/tag/empresa-brasileira-de-pesquisa-agropecuaria-embrapa/>> . Acesso em: 10 dez. 2013

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Histórico*. Campina Grande, PB, 2014. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/aunidade/historico.html>> . Acesso em: 24 set. 2014.

FARIA, A. M. M. O ponto perdido na trama do desenvolvimento da cotonicultura em Mato Grosso. In: ZAVALA, A. A. Z.; PEREIRA, B. D. (Org.). *Desenvolvimento Regional e a Economia de Mato Grosso*. Cuiabá: EDUFMT, 2009. p. 43-66.

FURTADO, C. *Formação Econômica do Brasil*. São Paulo: Nacional, 1982.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA APLICADA - IMEA. *Custos de produção de algodão convencional, safra 12/13*. out. 2012. Disponível em: <[http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410\\_2012\\_10\\_CPAIgodao.pdf](http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410_2012_10_CPAIgodao.pdf)> . Acesso em: 10 dez. 2013.

MENDONÇA, E. R. *Manual do produtor e do beneficiador do algodão*. Brasília, DF: Nacional, 1973.

PEREIRA, B. D.; MAIA, J. C. S.; CAMILOT, R. Eficiência técnica na suinocultura: efeitos dos gastos com meio ambiente e da renúncia fiscal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 12, n. 2, p. 200-204, mar./abr. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000200013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000200013&script=sci_arttext)>. Acesso em: 15 mar. 2014.

SULLIVAN, F.; DONGARRA, J. Guest Editors' Introduction: the top 10 Algorithms. *Computing in Science & Engineering*, Los Alamitos, Calif., v. 2, n. 1, p. 22-23, Jan./Feb. 2000. Disponível em: <[http://www.cs.fsu.edu/~lacher/courses/COT4401/notes/cise\\_v2\\_i1/guest.pdf](http://www.cs.fsu.edu/~lacher/courses/COT4401/notes/cise_v2_i1/guest.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2013.

TAKEYA, D. M. *Um outro nordeste: o algodão na economia do Rio Grande do Norte (1880-1915)*. Fortaleza: BNB, 1985.



## Colofão

Formato	17 x 24 cm
Tipologia	CG Omega   Lydian BT
Papel	75 g/m <sup>2</sup> (miolo) Cartão Supremo 250 g/m <sup>2</sup> (capa)
Impressão	EDUFBA
Capa e Acabamento	Cian gráfica
Tiragem	150 exemplares