

# ***Otimização da Eficiência e Eficácia no Atendimento de Encomendas em Fábricas Processadoras de Castanha de Caju***

**Pedro F. Adeodato de Paula Pessoa**

*Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical – CNPAT/EMBRAPA*

**Lucas Antonio de Sousa Leite**

*Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical – CNPAT/EMBRAPA*

**José de Souza Neto**

*Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical – CNPAT/EMBRAPA*

## **1 – INTRODUÇÃO**

A crescente turbulência, imprevisibilidade e competitividade no mundo atual dos negócios exigem que os dirigentes de empresas se empenhem na busca de melhores formas de gerir seus empreendimentos. Neste contexto, o agronegócio caju brasileiro não constitui exceção. O acirramento da competição obrigou as empresas processadoras de castanha a funcionarem com menores margens de lucro. Com isso, essas empresas estão reavaliando, entre outras coisas, as suas estruturas organizacionais e seus processos produtivos, visando a uma melhor inserção no mercado.

Apesar de já terem sido obtidos avanços alentadores com relação à melhoria na qualidade do produto final e esforços estarem sendo implementados para uma melhor coordenação e articulação da cadeia produtiva da castanha de caju, pouca atenção tem sido dada aos aspectos relativos à maior agilidade e precisão no atendimento de encomendas demandadas pelo mercado. A esse respeito SHINGO (1996) salienta que agilidade e precisão no atendimento de encomendas constituem vantagens competitivas de importância vital para qualquer empresa.

Nas fábricas processadoras de castanha de caju, mesmo utilizando um tamanho padronizado da matéria-prima, não é possível obter somente um tipo de amêndoa, ou seja, a relação entre matéria-prima e produto acabado impossibilita que se obtenha somente um tipo de amêndoa com o processamento de um determinado tipo de castanha de caju. Para cada tipo de castanha de caju

processado são obtidos, conjuntamente, diversos tipos de amêndoas. Esta relação retarda e dificulta o atendimento das encomendas com precisão. Na fábrica escola da Embrapa/CNPAT, por exemplo, no processamento de 100 quilos de castanha do tipo pequena foram obtidos 0 quilos de amêndoa extra, 4,68 quilos de amêndoa comum, 6,72 quilos de amêndoa popular, 3 quilos de amêndoa comercial e 1,48 quilos de amêndoa mista (BARROS, 1997).

Desta forma, as fábricas de castanha de caju estão sujeitas à formação de estoques excessivos de matéria-prima e de produtos acabados, elevando substancialmente as despesas operacionais e o

tempo entre o recebimento do pedido e a entrega do produto final.

Assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver e testar um sistema de apoio à tomada de decisão que otimize o atendimento de encomendas em fábricas de castanha de caju.

## 2 – METODOLOGIA E FONTE DE DADOS

Foram utilizados os rendimentos de castanha de caju apresentados na TABELA 1. As informações sobre preços de matéria-prima (castanha de caju) e produtos acabados (amêndoas de castanha de caju) foram obtidos na fábrica escola.

**TABELA 1**  
RENDIMENTO EM AMÊNDOAS (GRAMAS) POR QUILO PROCESSADO  
DOS DIFERENTES TIPOS DE CASTANHA DE CAJU.

Tipos de castanha	Tipos de amêndoas de castanha de caju				
	Extra	Comum	Popular	Comercial	Mista
Pequena	0	0,0468	0,0672	0,0300	0,0148
Média 1	0,0153	0,0418	0,0095	0,0254	0,0378
Média 2	0,0542	0,2320	0	0,0230	0,0382
Grande	0,0570	0,0108	0	0,0230	0,0382

FONTE: BARROS (1997).

O instrumental metodológico utilizado neste estudo combinou a técnica de programação linear (MARKLAND E SWEIGART, 1987) com o princípio básico do *just-in-time* (SHINGO, 1996).

Nos modelos de programação linear as relações entre as variáveis são lineares e visam otimizar (maximizar ou minimizar) uma função objetivo sujeita a um conjunto de restrições.

Matematicamente, um modelo de programação linear, pode ser representado da seguinte forma:

Função objetivo:  $Z = \sum c_i x_i$ ,

Sujeita a um conjunto de restrições:

$$\sum a_{ij} x_j \leq \text{ou} \geq b_i \\ x_i \geq 0$$

Onde  $a_i$ ,  $b_i$  e  $c_i$  são parâmetros, cujos valores são constantes e conhecidos. Os  $x_{i's}$  representam

as variáveis de decisão cujos valores serão determinados.

No presente trabalho, o modelo de otimização consistiu em minimizar o custo com matéria-prima (castanha de caju) sujeito ao atendimento de encomendas de amêndoas de castanha de caju. Com isso foi atendido o princípio básico do *just-in-time* que preconiza a redução de estoques (matéria-prima, produtos em processo e produtos acabados) e o atendimento com precisão (quantidades e prazos) dos pedidos dos clientes.

O Sistema de Otimização de Encomendas em Fábricas de Castanha de Caju (Versão Demo), foi implementado na planilha eletrônica Excel versão 7.0 da Microsoft para Windows®. No processo de otimização foram utilizados macros do *add-in Solver* do Excel 7.0®

O sistema conforme ilustrado na FIGURA 1, é composto de quatro planilhas interligadas que

permitem ao usuário registrar as informações sobre coeficientes técnicos de rendimento, informações sobre preços de matéria-prima e produtos acabados, bem como as encomendas de amêndoa de castanha de caju. Maiores detalhes sobre a mecânica e uso deste instrumental de análise poderão ser obtidos junto aos autores desta pesquisa.

A avaliação comparativa consistiu na análise dos resultados obtidos pelo sistema proposto, em relação aos resultados obtidos pela gerência da fábrica escola da Embrapa/CNPAT, no atendimento de 5 (cinco) encomendas hipotéticas. Vale salientar que não há na fábrica escola uma metodologia padronizada para o atendimento de encomendas. Os planos de produção são definidos com base na experiência de seu gerente.

Assim, para atender às encomendas hipotéticas relacionadas abaixo, foram obtidos planos de produção (tipos e quantidades de castanha de caju) recomendados tanto pelo sistema proposto como pela gerência da fábrica escola da Embrapa/CNPAT.

**Encomenda 1** : Extra = 30 Kg, Comum = 30 Kg,  
Popular = 20 Kg,  
Comercial = 10 Kg  
e Mista = 10 Kg.

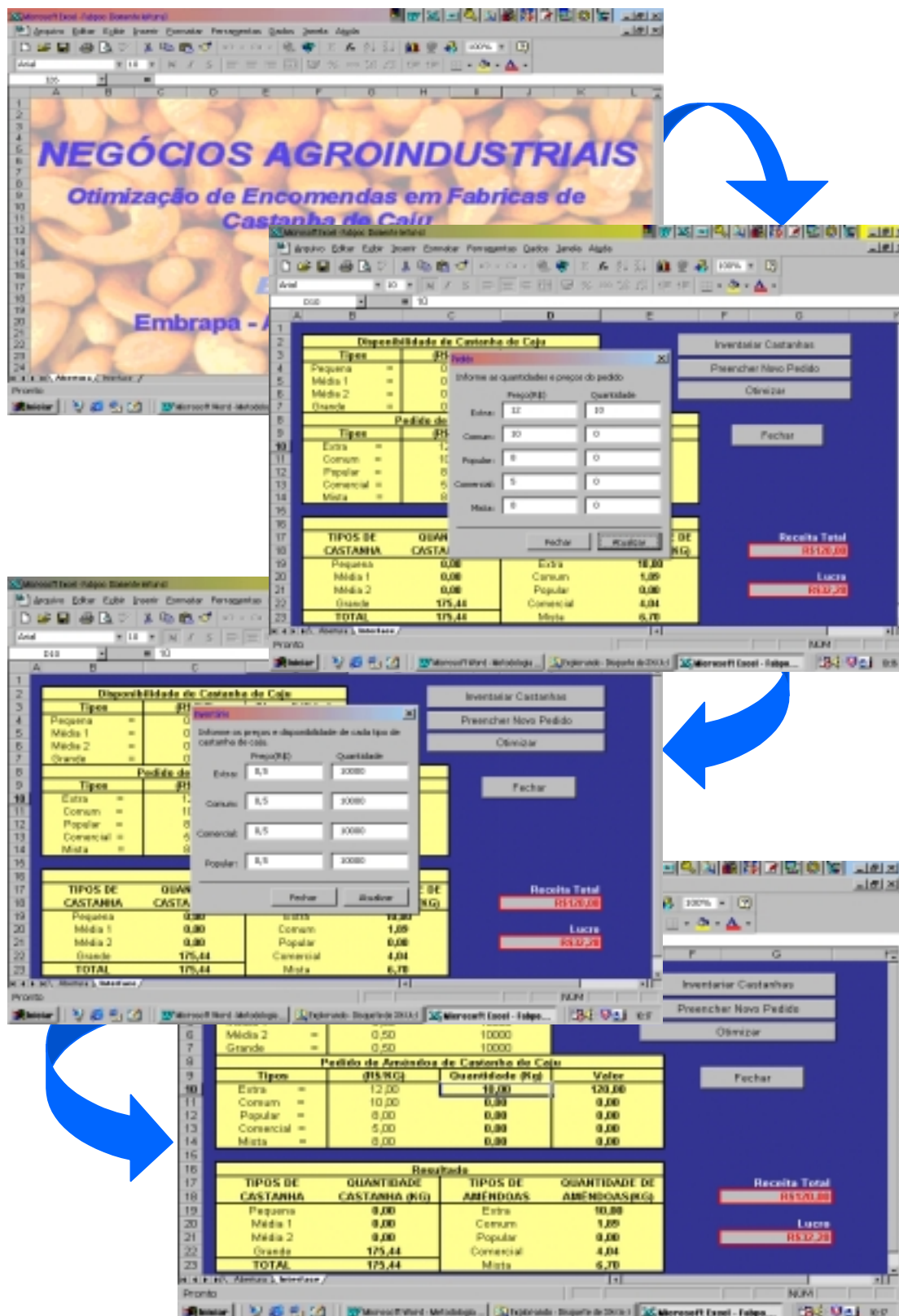
**Encomenda 2** : Extra = 50 Kg, Comum = 200 Kg  
e Popular = 300 Kg.

**Encomenda 3** : Extra = 40 Kg, Comum = 90 Kg,  
Popular = 36 Kg,  
Comercial = 37 Kg  
e Mista = 42 Kg.

**Encomenda 4** : Extra = 15 Kg, Comum = 20 Kg,  
Popular = 20 Kg,  
Comercial = 7 Kg  
e Mista = 5 Kg.

**Encomenda 5** : Extra = 40 Kg, Comum = 70 Kg,  
Popular = 60 Kg,  
Comercial = 30 Kg  
e Mista = 20 Kg.

**FIGURA 1.**  
PLANILHAS DE APRESENTAÇÃO E DE INTERFACE COM O USUÁRIO



O desempenho no atendimento de encomendas foi avaliado, mediante as quantidades utilizadas de castanha de caju (pequena, média 1, média 2 e grande), o ganho monetário (valor da encomenda - valor da matéria-prima utilizada), geração de estoques de produtos acabados (quantidades de amêndoas produzidas que não fazem parte da encomenda) e o ganho obtido por unidade de matéria-prima utilizada.

### 3 - RESULTADOS

Os resultados obtidos evidenciaram grande superioridade do sistema proposto em relação à

forma que é utilizada na fábrica escola da Embrapa-CNPAT.

Na TABELA 2, são apresentados os indicadores de desempenho no atendimento da encomenda 1. O ganho monetário obtido com o sistema proposto é superior em 28% ao obtido com a forma utilizada atualmente na fábrica escola da Embrapa/CNPAT. Merece também ser destacado que para atender a encomenda 1 com o sistema proposto, foram utilizados 828,25 quilos de castanha de caju, enquanto na fábrica escola foram utilizados 1.060 quilos. Assim, para cada quilo de castanha de caju processado, o sistema proposto possibilitou um aumento no ganho unitário de R\$ 0,40 para R\$ 0,65.

**TABELA 2**  
ENCOMENDA 1: RESULTADOS OBTIDOS PELO SISTEMA PROPOSTO E PELA FÁBRICA ESCOLA DA EMBRAPA/CNPAT.

Discriminação	Quantidades de castanha de caju (Kg)					GM <sup>1</sup>	EPA <sup>2</sup>	(GM/M) <sup>3</sup>
	Pequena	Méd.1	Méd.2	Grande	Total	(R\$)	(Kg.)	(R\$)
Sist. Proposto	297,55	-	87,58	443,12	828,25	535,89	35,66	0,65
Fáb. Escola	285,00	275,00	-	500,00	1.060,00	420,00	45,45	0,40

**FONTE :** Dados da pesquisa

<sup>1</sup> GM é o ganho monetário;

<sup>2</sup> EPA é o estoque de produtos acabados (amêndoas de castanha de caju);

<sup>3</sup> (GM/MP) é o ganho por quilo de matéria-prima (castanha de caju).

Com relação ao atendimento da encomenda 2, os indicadores de desempenho não evidenciaram superioridade do sistema proposto em relação à forma atualmente adotada na fábrica escola da Embrapa/CNPAT (TABELA 3). Entretanto é importante salientar que as quantidades de matéria-prima (castanha de caju) previstas no plano de produção recomendado pela gerência da fábrica escola não atende com precisão às quantidades de

amêndoas de castanha de caju discriminadas na encomenda; dado que com os tipos e as quantidades de castanha de caju previstas no plano de produção foram obtidas as seguintes quantidades de amêndoas: extra = 47,48 kg, comum = 209,53 kg, popular = 287,95 kg, comercial = 147,71 kg e mista = 95,24 kg. Portanto, as quantidades obtidas de extra e de comum são inferiores as quantidades solicitadas na encomenda.

**TABELA 3**  
ENCOMENDA 2: RESULTADOS OBTIDOS PELO SISTEMA PROPOSTO E PELA FÁBRICA ESCOLA DA EMBRAPA/CNPAT.

Discriminação	Quantidades de castanha de caju (Kg)					GM <sup>1</sup>	EPA <sup>2</sup>	(GM/MP) <sup>3</sup>
	Pequena	Média1	Média2	Grande	Total	(R\$)	(Kg.)	(R\$)
Sist. Proposto	4.464,23	-	-	877,19	5.341,42	2.329,25	272,08	0,44
Fáb. Escola	4.285,00	-	-	833,00	5.118,00	2.314,39	252,48	0,45

**FONTE :** Dados da pesquisa

<sup>1</sup> GM é o ganho monetário;

<sup>2</sup> EPA é o estoque de produtos acabados (amêndoas de castanha de caju);

<sup>3</sup> (GM/MP) é o ganho por quilo de matéria-prima (castanha de caju).

Para atender à encomenda 3, o sistema proposto apresentou uma ampla superioridade em relação a fábrica escola (TABELA 4). Esta superioridade é expressa por uma menor quantidade de matéria-prima; ou seja, utilizou apenas 56% da quantidade de castanha de caju requerida pelo plano de produção estabelecido pela gerência da fábrica escola. Ademais, apresentou uma superioridade de 69% nos ganhos monetários, não gerou

estoques de produtos acabados, e para cada quilo da castanha de caju processado apresentou um ganho superior em 3 vezes. É importante também destacar que o plano de produção recomendado pela gerência da fábrica escola não atendeu com precisão a encomenda, visto que as quantidades de amêndoas extra e popular obtidas foram inferiores ao requisitado na encomenda.

**TABELA 4**  
ENCOMENDA 3: RESULTADOS OBTIDOS PELO SISTEMA PROPOSTO E PELA FÁBRICA ESCOLA DA EMBRAPA/CNPAT.

Discriminação	Quantidades de castanha de caju (Kg)					GM <sup>1</sup>	EPA <sup>2</sup>	(GM/MP) <sup>3</sup>
	Pequena	Média1	Média2	Grande	Total	(R\$)	(Kg)	(R\$)
Sist. Proposto	505,65	219,71	226,65	427,26	1.378,28	1.498,00	0	1,09
Fáb. Escola	192,00	2.250,00	-	-	2.442,00	887,32	84,84	0,36

**FONTE :** Dados da pesquisa

<sup>1</sup> GM é o ganho monetário;

<sup>2</sup> EPA é o estoque de produtos acabados (amêndoas de castanha de caju);

<sup>3</sup> (GM/MP) é o ganho por quilo de matéria-prima (castanha de caju).

Nas TABELAS 5 e 6, são apresentados indicadores de desempenho no atendimento das encomendas 4 e 5. Os indicadores de desempenho evidenciaram a superioridade do sistema proposto. Foi também constatado que os planos de pro-

dução recomendados pela gerência da fábrica escola não atendem com precisão às quantidades de amêndoas de castanha de caju solicitadas nas encomendas.

**TABELA 5**  
ENCOMENDA 4: RESULTADOS OBTIDOS PELO SISTEMA PROPOSTO E PELA FÁBRICA ESCOLA DA EMBRAPA/CNPAT.

Discriminação	Quantidades de castanha de caju (Kg)					GM <sup>1</sup>	EPA <sup>2</sup>	(GM/MP) <sup>3</sup>
	Pequena	Média1	Méd.2	Grande	Total	(R\$)	(Kg.)	(R\$)
Sist. Proposto	297,65	-	48,18	217,39	563,22	333,14	25,50	0,59
Fáb. Escola	285,00	81	-	250,00	616,00	300,61	21,68	0,49

**FONTE :** Dados da pesquisa

<sup>1</sup> GM é o ganho monetário;

<sup>2</sup> EPA é o estoque de produtos acabados (amêndoas de castanha de caju);

<sup>3</sup> (GM/MP) é o ganho por quilo de matéria-prima (castanha de caju).

**TABELA 6**  
ENCOMENDA 5: RESULTADOS OBTIDOS PELO SISTEMA PROPOSTO E PELA FÁBRICA ESCOLA DA EMBRAPA/CNPAT.

Discriminação	Quantidades de castanha de caju (Kg)					GM <sup>1</sup>	EPA <sup>2</sup>	(GM/MP) <sup>3</sup>
	Pequena	Média1	Média 2	Grande	Total	(R\$)	(Kg.)	(R\$)
Sist. Proposto	892,90	-	128,43	579,69	1.601,02	1.169,50	42,39	0,73
Fáb. Escola	857,00	-	800,00	-	1.657,00	1.122,22	203,94	0,68

**FONTE :** Dados da pesquisa

<sup>1</sup> GM é o ganho monetário;

<sup>2</sup> EPA é o estoque de produtos acabados (amêndoas de castanha de caju);

<sup>3</sup> (GM/MP) é o ganho por quilo de matéria-prima (castanha de caju).

#### 4 - CONCLUSÃO

Ficou evidenciado com a análise dos resultados, que melhorias na gestão de produção podem representar incrementos significativos na competitividade da indústria processadora de castanha de caju brasileira.

No caso específico da fábrica escola da EMBRAPA/CNPAT, foi conseguido, mediante a otimização da eficiência e eficácia no atendimento de encomendas, um incremento médio de 46% nos ganhos monetários em cada quilo de castanha de caju processado.

Em virtude da maior diversidade de encomendas a serem atendidas pelas grandes fábricas processadoras de castanha de caju, acredita-se que o sistema proposto neste trabalho poderá ser um instrumento importante no seu aprimoramento competitivo.

#### 5 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARROS, V. S. Eficiência técnica e econômica da fábrica-escola da Embrapa/CNPAT em diferentes tipos de castanha. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT-UFC, 1997. Relatório de Estágio Supervisionado, 1997.

MARKLAND, R. E. e SWEIGART, J. R. *Quantitative methods*: applications to managerial decision making. [S.l]: John Wiley e Sons Inc., 1987.

SHINGO, S. *Sistemas de produção com estoque zero*: sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas. 1996.

---

Recebido para publicação em 13.NOV.1998.