

TABELA A5

**Testes de raiz unitária,
modelo com constante e com tendência (τ_t)**

Modelo : $\Delta x_t = \alpha + \beta_1 T + \gamma_1 x_{t-1} + \sum_{j=2}^n \gamma_j \Delta x_{t-j-1} + e_t \quad H_0: \gamma_1 = 0$

Variáveis	Defasagens	Valor da Estatística t	Q	(G.L.)
PpSP	9	- 3,178	20,29	(27)
	12	- 2,375	20,52	(27)
PpSC	2	- 3,622***	24,42	(30)
	12	- 2,963	16,80	(27)
PpPR	4	- 3,703***	28,18	(30)
	12	- 2,661	21,02	(27)

*** significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA A6

**Testes de raiz unitária,
modelo com constante e com tendência (τ_t)**

Modelo : $\Delta \Delta x_t = \alpha + \beta_1 T + \sigma_1 x_{t-1} + \sum_{j=2}^n \sigma_j \Delta \Delta x_{t-j-1} + e_t \quad H_0: \sigma_1 = 0$

Variáveis	Defasagens	Valor da Estatística t	Q	(G.L.)
PpSP	9	- 4,372*	22,27	(27)
	12	- 3,276	18,46	(27)
PpSC	2	- 6,569*	27,27	(30)
	12	- 3,371	18,90	(27)
PpPR	4	- 6,509*	23,87	(30)
	12	- 3,787**	20,07	(27)

* significativo a 1% de probabilidade;

** significativo a 2,5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

**TRANSPORTES DE PRODUTOS AGRÍCOLAS:
SOBRE A QUESTÃO DAS PERDAS***

José Vicente Caixeta Filho**

RESUMO

É observado neste estudo que as perdas no transporte estão intimamente ligadas a três fatores básicos:

- modalidade de transporte utilizada;
- carência de equipamento especializado de transporte;
- utilização de embalagens inapropriadas.

A combinação desses fatores implica diferentes custos operacionais de transporte e, eventualmente, diferentes índices de perdas.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Transporte; Perdas; Pós-colheita.

* Artigo baseado em um dos capítulos da tese de livre-docência do autor.

** Professor titular do Departamento de Economia e Sociologia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo. Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, Piracicaba - SP.

TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS: ABOUT THE QUESTION OF LOSSES

ABSTRACT

It is observed in this study that the losses in the transportation are closely related to three basic factors:

- *the transport mode used;*
- *the lack of specialized transport equipment;*
- *utilization of inappropriate packaging patterns.*

The combination of those factors implies different transport operational costs and, eventually, different loss levels.

INDEX TERMS: *Transportation; Losses; Post-harvest.*

INTRODUÇÃO

O problema de perdas em atividades de pós-colheita é exaustivamente tratado pela literatura, principalmente pelas publicações que tenham algum tipo de relação com organismos internacionais, tais como as de responsabilidade da Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO).

Informações sobre o tema começam a ser altamente demandadas a partir da metade da década de 70, quando fica deliberado, em Assembléia das Nações Unidas, que as perdas em pós-colheita deveriam ser reduzidas em 50%, em dez anos, como meio de aumentar a disponibilidade de alimentos e aliviar a fome mundial.

Entretanto, as perdas de alimentos dentro da cadeia do *agrobusiness* estão se avolumando com o decorrer do tempo, principalmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Além disso, a condição de avaliação das situações regionais, em termos de perdas, fica bastante prejudicada, uma vez que tem sido muito comum a identificação daquilo que muitos autores classificam de *guess-estimates* sobre perdas em atividades de pós-colheita, com apelativos dos mais distintos. Em muitos casos, tais índices tentavam mostrar uma realidade totalmente dis-

tinta da real, para evitar situações embaraçosas para seus embaixadores; ou, por outro lado, tratavam de aumentar em muito a magnitude do problema, arriscando chances para captação de fundos daqueles organismos internacionais que estivessem particularmente sensibilizados com o problema.

Poucas foram as pesquisas conduzidas com uma sistemática clara de coleta e avaliação de dados que tenham implicado ações subseqüentes realmente eficazes no tocante à criação e/ou à implementação de tecnologias apropriadas de pós-colheita.

Note-se ainda que, pelo fato de a questão de perdas em atividades pós-colheita poder ser classificada como um problema de interesse multidisciplinar, os esforços realizados pelas áreas afins não são necessariamente realizados de forma conjunta, o que passa a dificultar a implementação de eventuais soluções para o problema.

Ainda, a segmentação das atividades de pós-colheita — em particular com relação à atividade de transporte — foi também característica bastante incomum nos estudos realizados sobre avaliação de perdas. Quando era o caso de se apresentarem, por exemplo, as perdas devido ao transporte, não necessariamente eram claras as causas e estágios dessas perdas.

Em vista disso, o presente trabalho terá como contribuição principal a organização das informações técnicas e econômicas disponíveis sobre as perdas ocorridas no transporte de produtos agrícolas, uma das principais atividades pós-colheita.

PERDAS EM ATIVIDADES PÓS-COLHEITA

A oferta inadequada de alimentos em países em desenvolvimento tem sido, invariavelmente, um dos problemas que mais tem merecido a atenção por parte de organismos internacionais. Bourne (1977) considera que há três caminhos básicos pelos quais a oferta de alimentos pode ser expandida:

- 1) aumento da área plantada;
- 2) aumento da produtividade;
- 3) aumento do número de safras durante o ano agrícola.

Entretanto, aumentar a produção de alimentos não deveria ser necessariamente o principal objetivo dessas estratégias. Para se colocar mais alimento ao alcance das pessoas, não é apenas necessário que se aumente a produção, mas que esses alimentos tenham uma garantia de distribuição até o consumidor final. Esse deslocamento dos alimentos — mediante uma série de atividades pós-colheita — deve ser monitorado de tal forma que um nível mínimo de perdas seja observado.

Essa postura quanto à minimização de perdas pós-colheita deveria envolver, entretanto, todos os atores participantes do processo de produção, a começar dos próprios produtores. Note-se, porém, que não há muitos incentivos para que os produtores aumentem sua oferta, porquanto a sua produção adicional continua correndo o mesmo risco de deterioração, antes mesmo de ser utilizada ou efetivamente vendida. Assim sendo, serão sempre considerados como esforços questionáveis as gestões direcionadas ao aumento puro e simples da produção, se esse alimento extra não alcançar o consumidor, onde efetivamente se inicia o processamento de seu valor nutricional.

Seguindo as definições propostas por Bourne (1977), a pós-colheita se inicia imediatamente após o processo de colheita ou separação do alimento, de qualidade adequada, a partir da sua fonte de produção. O processo se encerra quando o alimento é consumido pelo indivíduo. Portanto, as eventuais perdas na pós-colheita estão relacionadas às:

- atividades de pré-processamento,
- transporte;
- armazenagem;
- processamento;
- embalagem;
- comercialização.

Perda significa qualquer tipo de alteração quanto à disponibilidade, comestibilidade, sanidade ou qualidade do alimento, que venha impedir com que seja consumido pelas pessoas.

Perdas alimentares podem ser diretas ou indiretas. Uma perda direta pode ser representada pelo desaparecimento do alimento em função do ataque de roedores ou aves. Já uma perda indireta pode vir a ocorrer

quando a qualidade do alimento é deteriorada de tal maneira que proporcione menor satisfação ao consumidor.

Há muitas causas de perdas pós-colheita, que podem ser classificadas como primárias ou secundárias. As causas primárias podem ser biológicas e microbiológicas, químicas e bioquímicas, mecânicas, físicas, fisiológicas, e psicológicas. Causas secundárias são aquelas que levam a condições pelas quais as causas primárias de perdas se manifestam. Essas causas secundárias, não menos importantes, são normalmente resultantes da não-existência ou da inadequação de algum tipo de infra-estrutura para o deslocamento do alimento, tal como o sistema de transporte. A maior parte dos países em desenvolvimento é deficiente em infra-estrutura, sendo que melhorias em seu sistema de transporte poderiam vir a reduzir o tempo em trânsito dos alimentos, desde as zonas de produção até as zonas de mercado.

As estimativas de perdas para atividades pós-colheita podem ser obtidas, entre outras, pelas seguintes maneiras:

- julgamentos subjetivos;
- aplicação de questionários;
- estudos em laboratório;
- amostragem em campo;
- levantamentos detalhados de atividades específicas.

Seja qual for a metodologia a ser adotada, a obtenção de estimativas confiáveis de perdas demanda sempre recursos financeiros e de tempo extremamente elevados, o que vem configurando uma justificativa bastante comum para as limitações de estudos que envolvam o levantamento e a avaliação mais precisa de perdas pós-colheita.

Pedersen (1978) — comentando sobre a variedade de tipos de dimensões de perdas citadas na literatura, por exemplo, perda em peso, perda nutricional e energética, perda na qualidade, perda monetária, perda de credibilidade etc. — destaca que a perda em peso está sendo a medida mais comumente usada pela maioria das estimativas que têm sido publicadas, sendo a perda mensurada em termos de matéria seca aquela que vem produzindo as estimativas mais confiáveis. Pode ser expressa tanto

em unidades de massa — toneladas, por exemplo — como em termos relativos — perdas percentuais.

Um grande número de estimativas de perdas tem sido citado na literatura pertinente, assim como divulgado por instrumentos de mídia diversos, mas sem necessariamente estar amparado por evidência empírica adequada. A maior parte dessas estimativas tem sido obtida por julgamentos subjetivos, em muitos casos enviesados. Exemplos desses vieses dizem respeito a situações em que há uma certa tendência em se exagerar a magnitude dos índices de perdas, particularmente quando a comunidade em questão esteja pleiteando ajuda a agências de financiamento. Existe, ainda, a situação em que os valores dos índices de perdas tendem a ser mais conservadores, como uma maneira de se evitar algum tipo de constrangimento que possa vir a prejudicar as relações políticas, comerciais e/ou diplomáticas da comunidade em questão.

De qualquer forma, há um razoável número de benefícios quantificáveis a ser obtido a partir da redução das perdas nas atividades pós-colheita. O principal deles diz respeito à questão nutricional. Se menos alimentos são perdidos em atividades pós-colheita, haverá mais nutrientes disponíveis para a população, especialmente para a população mais carente. Outro importante benefício, de caráter econômico, diz respeito à diminuição da dependência de muitos países em desenvolvimento com relação às importações de alimentos. Com a redução das perdas dentro do país, menos importações de alimentos seriam necessárias, favorecendo assim a balança de pagamentos do país importador.

PERDAS DEVIDAS ÀS CONDIÇÕES DE TRANSPORTE

Transporte é, certamente, uma atividade de importância fundamental para o sistema pós-colheita. Através da história — como Baumel *et alii* (1984) destacam —, tem sido documentada uma série de episódios envolvendo populações migrando para locais com maior disponibilidade de alimentos. Em tempos mais recentes, o sentido do movimento é oposto: os alimentos são deslocados para as populações — carentes ou não — fazendo com que a adequação do sistema de transporte seja uma condição necessária para sociedades atentas ao aprimoramento de seu grau de

especialização econômica. Gallimore (1981) ainda enfatiza que a habilidade em se transportar os produtos agrícolas — desde as fazendas até seu destino final — é tão importante quanto a preocupação pertinente ao diferencial entre a demanda por alimentos e produção propriamente dita. Essa capacidade depende essencialmente do sistema de transporte existente, da disponibilidade e localização de novas terras agriculturáveis, bem como da possibilidade de adequação — ou extensão — dos serviços de transporte a essas novas terras. A FAO (1989) recomenda, portanto, que a meta de qualquer indivíduo ou instituição envolvidos com transportes de alimentos esteja relacionada ao oferecimento das melhores condições possíveis durante o deslocamento de suas cargas, assim como à garantia de que o manuseio desses produtos seja rápido e eficiente.

Davis (1980) dá um exemplo sobre a importância das condições de transporte, mencionando um artigo publicado no *Wall Street Journal* (26/06/80). É comentado que as condições de produção no Zaire podem ser classificadas como de boas a ideais, com o país tendo o potencial de alimentar grande parte do continente africano. Entretanto, o Zaire não consegue alimentar sua própria população devido a uma razão básica: seu sistema de transporte é bastante primitivo, com uma malha ferroviária mal conservada e rodovias extremamente antiquadas. Além disso, muitos agricultores estão desistindo de suas atividades, uma vez que não se vêem em condições de entregar sua produção ao mercado. Certamente, essa não é uma situação particular do Zaire, mas de um grande número de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.

A atividade de transporte de produtos agrícolas consiste inicialmente do deslocamento da matéria prima desde as fazendas até as unidades de armazenagem ou *packing-houses*; a seguir, o produto eventualmente processado é transportado até as centrais de armazenagem ou pontos de comercialização das regiões consumidoras. Portanto, percebe-se que grande parte desses produtos são manuseados diversas vezes, o que pode facilitar a incidência de alterações qualitativas no estado inicial da carga. Além disso, para o caso de produtos mais perecíveis, o tempo ex-

cessivo em trânsito, normalmente despendido para cobrir longas distâncias com o emprego de meios de transporte convencionais, favorece a ocorrência de perdas.

Assim sendo, os investimentos voltados à melhoria de sistemas de transportes podem gerar uma série de benefícios, incluindo certamente aquele que diz respeito às perdas de produtos agrícolas evitadas. Mais especificamente, um sistema de transporte adequado não somente pode vir a reduzir o custo de se movimentar a produção das áreas de produção até o consumidor, assim como pode colaborar na diminuição de perdas agrícolas originalmente devidas a condições precárias de sistemas viários. Esses benefícios, naturalmente, podem ser desfrutados por todos os principais atores envolvidos, ou seja, produtores, transportadores e consumidores.

Ndulu (1980) acrescenta que, em muitos países em desenvolvimento, a existência de sistemas viários de baixa qualidade implica também restrições ao fluxo de idéias e informações necessárias para o aumento da produtividade agrícola. Informações sobre preços de produtos e insumos, previsões meteorológicas, sementes e implementos agrícolas, por exemplo, não são facilmente difundidas, se não houver contatos frequentes entre agricultores e extensionistas. Um extensionista — ao visitar agricultores localizados em áreas de difícil acesso — tem de despende longos períodos para tal, assumindo assim um custo de oportunidade bastante alto.

Há vários estudos de caso documentados pela literatura, mas somente alguns deles tratam as perdas em atividades de pós-colheita de uma maneira mais segmentada. Para esses casos mais detalhados, entretanto, a segmentação da informação não está, necessariamente, relacionada diretamente à confiabilidade da mesma. Além disso, para o caso específico da atividade de transporte, nenhum dos levantamentos revisados define estritamente os diferentes aspectos que poderiam estar envolvidos na determinação das causas das perdas no transporte. Merece destaque um estudo pioneiro desenvolvido pela FAO (1977), no qual está organizada uma grande quantidade de informações fornecidas por representantes de países diversos. A qualidade das estimativas de perdas

documentadas varia conforme a fonte primária de informação, sendo que apenas uma pequena parte delas foi confirmada pela evidência de pesquisas sistemáticas.

Assim sendo, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, a seguir, informações compiladas a partir de trabalhos que apresentaram estimativas de pós-colheita de maneira segmentada e que incluíram a atividade de transporte. Pode ser observado que, mesmo considerando as limitações de tais estimativas, as perdas em atividades de pós-colheita para frutas, verduras e legumes, em particular as específicas às atividades de transporte, são maiores que aquelas referentes a cereais e raízes.

TABELA 1

Estimativa de perdas após-colheita de cereais e raízes

País pesquisado	Alimento	Perdas na pós-colheita (% da prod.)	Perdas no transporte (% da prod.)	Participação (%) da perda no transporte s/ o total das perdas
Bangladesh	Arroz*	6,9	0,53	7,68
Bolívia	Cevada**	14,0	2,00	14,29
	Milho**	18,0	2,00	11,11
	Batata**	24,0	2,00	8,33
	Arroz**	16,0	2,00	12,50
	Trigo**	16,0	3,00	18,75
Brasil	Milho***	18,1	0,50	2,76
	Arroz**	3,0	1,00	33,33
R. Dominicana	Mandioca**	24,4	4,20	17,21
	Batata**	26,3	2,10	7,98
	Arroz**	6,4	0,80	12,50
Índia	Bajra****	2,3	0,94	40,87
	Milho*****	1,6	0,99	61,88
	Trigo****	5,0	1,00	20,00

Fontes: * Greeley (1982); ** FAO (1977); *** Ulbanese *et alii* (1990); **** Vashist (1985); ***** Dandapani (1987)

TABELA 2
**Estimativa de perdas na pós-colheita
 de frutas, verduras e legumes**

País pesquisado	Alimento	Perdas na pós-colheita (% da prod.)	Perdas no transporte (% da prod.)	Participação (%) da perda no transporte / o total das perdas
Bolívia	Banana	24,0	5,00	20,83
	Laranja	27,0	5,00	18,52
	Abacaxi	17,0	4,00	23,53
	Tomate	30,0	5,00	16,67
R. Dominicana	Banana	10,4	4,00	38,46
	Tomate	13,0	5,00	38,46

Fontes: * Greeley (1982); ** FAO (1977);

Cereais, raízes, frutas, verduras e legumes são todos gêneros alimentícios importantes para a nutrição humana, e qualquer esforço para minimizar as suas perdas durante as atividades de transporte é certamente interessante para o aumento da eficiência logística do sistema agroalimentar. Entretanto, frutas, verduras e legumes são mais facilmente perecíveis que cereais e raízes. Principalmente devido à sua textura fina, a maioria das frutas e legumes pode se deteriorar facilmente depois da colheita, impossibilitando a sua comercialização. No caso da atividade de transporte, em uma viagem normal, esses produtos podem estar sujeitos a uma série de riscos, tais como os exemplificados na Tabela 3, a seguir.

Bourne (1977) lembra também que um dos maiores problemas nutricionais — em países em desenvolvimento — diz respeito às deficiências da população em termos de vitaminas e sais minerais, cujas principais fontes são justamente as frutas, verduras e legumes. Deficiências desses elementos requerem períodos longos de tempo para que sintomas clínicos sejam efetivamente tornados públicos, mas debilitam o vigor físico e aumentam a morbidez e índices de mortalidade tanto quanto o fazem as doenças devido a deficiências calóricas e protéicas.

TABELA 3
**Principais causas das perdas
 no transporte de carga**

causas	exemplos
Impacto vertical	Queda no descarregamento de caminhão
Impacto horizontal	Engate de comboio ferroviário
Vibração	Vibração do motor e da transmissão de caminhão
Compressão estática	Compressão em unidades de armazenamento
Compressão, transiente	Compressão em esteiras de transporte
Deformação	Apoio em elevadores desnivelados
Perfuração	Queda no carregamento de veículo
Temperatura alta	Exposição ao sol
Temperatura baixa	Armazenamento a frio
Água líquida	Exposição à chuva
Água vapor	Umidade da atmosfera
Biológica	Insetos, roedores e mofo
Humana	Furto e inspeção

Fonte: New *et alii* (1978).

Ressalte-se, entretanto, que a literatura e instituições especializadas em pós-colheita — sempre de acordo com Bourne (1977) — têm, de uma certa forma, concentrado seus estudos em torno de cereais, provavelmente devido às suas características energéticas e protéicas.

Note-se também — seguindo o raciocínio de Spensley (1982) — que mesmo que frutas, verduras e legumes representem — em termos agregados — metade do valor dos cereais em países em desenvolvimento, suas perdas são muito maiores que as observadas nos cereais. Portanto, a diminuição de suas perdas implica benefícios econômicos consideráveis.

Em vista do apresentado, entende-se que incentivos para a condução de estudos sobre perdas na pós-colheita de frutas, verduras e legumes sejam determinantes para o aumento da eficiência do sistema agroalimentar como um todo. Com relação à atividade de transporte, alguns de seus principais aspectos são selecionados e apresentados a seguir.

MODALIDADE DE TRANSPORTE

Um dos principais aspectos negligenciados, ao se estimar as perdas no transporte, diz respeito ao tipo de energia utilizada. Polopolus (1982) lembra que há uma grande necessidade de se aumentar a produtividade em termos de aproveitamento de energia e mão-de-obra no transporte de alimentos, particularmente envolvendo frutas, verduras e legumes.

Portanto, a modalidade de transporte a ser utilizada implica padrão de consumo de energia, o qual pode ser adequado ou não para o transporte de certas mercadorias. Transporte rodoviário, por caminhões, graças à sua velocidade e flexibilidade, oferece uma série de vantagens sobre o transporte ferroviário e hidroviário de certos produtos; por outro lado, o baixo custo de transporte por barcaças em hidrovias torna essa modalidade atrativa, principalmente para cargas a granel que não, necessariamente, dependam de meios de transporte que fluam a altas velocidades. Assim sendo, se a modalidade de transporte selecionada não for a mais adequada, perdas podem ocorrer. O *Council for Agricultural Science and Technology* (1974), do governo dos Estados Unidos, relaciona os principais problemas, comuns a todas as modalidades de transporte, que podem contribuir para o aumento das perdas. Entre eles:

- a) indisponibilidade de capital adequado para a expansão do sistema viário;
- b) coordenação inadequada de operações intermodais;
- c) inexistência ou ineficiência de sistema de informações sobre cargas e fretes;
- d) oferta inadequada de equipamentos de transporte.

Na maior parte dos países em desenvolvimento, existe uma predominância do modo de transporte rodoviário, onde os problemas anteriormente mencionados também são bastante claros. Entretanto, o aumento na utilização de outras modalidades pode ser observada.

Os transportes ferroviário e hidroviário vêm ganhando importância relativa com o aumento dos custos de energia. Tais modalidades requerem não apenas menores taxas de energia por t/km, assim como menores custos de manutenção. Entretanto, como Reusse (1976) comenta, tais modalidades de transporte raramente estão aptas ao transporte de pro-

duto agrícolas até o seu destino final — normalmente demandam operações de transbordo rodoviário —, o que dificulta a sua competitividade em jornadas de curta e média distâncias.

Com relação ao desenvolvimento do transporte hidroviário, ressalte-se que está sendo limitado pela falta dos investimentos necessários para tornar os rios navegáveis. Além disso, as flutuações dos níveis dos rios podem comprometer a utilização de equipamentos de transporte.

Em termos do transporte ferroviário, um de seus maiores problemas diz respeito à deterioração e eventual obsolescência de seus equipamentos e serviços. As inadequadas condições de muitos dos equipamentos ferroviários são, geralmente, responsáveis pelas excessivas perdas de produtos, pelo aumento dos tempos de carga e descarga, assim como pela diminuição da capacidade efetiva de carga de comboios ferroviários.

Note-se, também, que uma série de trechos ferroviários estão sendo desativados não somente por questões de inviabilidade técnica, mas sobretudo por questões operacionais. Em muitos casos, sistemas ferroviários públicos operam a custos extremamente altos, só podendo competir com sistemas ferroviários privados se desfrutarem de alta carga de subsídios governamentais.

O transporte aéreo também aparece como uma opção de modalidade de transporte para produtos agrícolas. Oferece como principal vantagem comparativa o seu tempo de viagem bastante reduzido, o que favorece a manutenção da qualidade de produtos de alta perecibilidade. Entretanto, devido aos seus elevados custos operacionais, não é configurado como uma opção popular para o sistema agroalimentar, principalmente em termos de transações dentro do mercado interno de países em desenvolvimento.

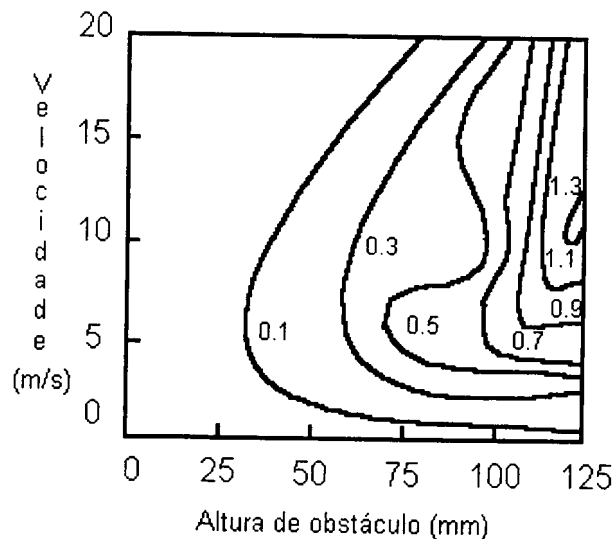
De qualquer forma, pode-se constatar que existem evidências empíricas com respeito à relação entre a modalidade de transporte utilizada e as eventuais perdas observadas. Jones *et alii* (1991), por exemplo, desenvolveram um modelo de simulação para prever os danos causados a produtos hortícolas durante o seu transporte por caminhões. As principais variáveis exógenas do modelo estavam associadas à inclinação do pavimento rodoviário, aos tipos de pneu, suspensão e chassis do veícu-

lo, ao tipo de produto e embalagem. Calculou-se então o valor da energia absorvida pelo produto transportado, em função das principais forças características durante a movimentação da carga, e assumiu-se que a dimensão dessa energia seria diretamente proporcional à magnitude das possíveis perdas que pudessem vir a ocorrer.

Para um estudo de caso desenvolvido para o transporte de maçãs, informação sobre o volume de perdas pôde ser gerado, assim como as suas variações em função da velocidade do caminhão, altura média de obstáculos presentes no caminho e posição da carga no caminhão. Como ilustração referente ao caso, pode ser observado na Figura 1, a seguir, que, ao se variarem as características de velocidade e altura de obstáculos, o volume máximo de perdas observado para uma carga de 0,1t de maçãs foi de 1,3ml.

FIGURA 1

**Volume total de perdas (em ml)
para uma carga de 0,1 t de maçãs (Jones et alii, 1991)**



EQUIPAMENTO ESPECIALIZADO DE TRANSPORTE

A FAO (1989) destaca que a maioria dos produtos agrícolas frescos não deve ser armazenada sem refrigeração, e que as chances para que a sua vida útil, em prateleira, seja estendida são bastante reduzidas em condições de temperatura ambiente. Assim sendo, uma outra maneira de se evitar potenciais perdas no transporte de produtos agrícolas está relacionada à utilização de equipamentos especializados de transporte, tais como os veículos refrigerados, em função do nível de perecibilidade do produto agrícola. Reusse (1976) observa que as vantagens do transporte especializado dizem respeito a uma melhor proteção da carga, economia no tempo e em mão-de-obra adequada para carga e descarga etc., o que, basicamente, implica níveis menores de perdas. As desvantagens, de acordo com o mesmo autor, são o maior vulto de investimento requerido, custos de manutenção também superiores e a menor chance de uso do veículo para cargas gerais.

New et alii (1978) comentam que uma das grandes vantagens do transporte terrestre para produtos agrícolas está justamente relacionada à possibilidade de controle de temperatura, principalmente para situações em que o tempo em trânsito possa se estender por várias semanas. As exigências em termos de embalagem requerida, teoricamente, são maiores que as observadas no transporte aéreo, devido ao eventual tempo excessivo em trânsito, às altas taxas de umidade e às grandes alturas de empilhamento.

Harvey (1981) observa — ao realizar comentário sobre os requisitos biológicos de produtos agrícolas — que o tempo durante o qual muitas frutas e legumes frescos estão em trânsito constitui uma parcela significativa de seu ciclo pós-colheita. O autor recomenda que ambientes ótimos sejam dimensionados e regulados para a operação do transporte de produtos específicos, levando em consideração as exigências e reações desses produtos aos diferentes níveis de temperatura, umidade relativa, oxigênio modificado, dióxido de carbono e etileno.

Em países em desenvolvimento, onde o custo da mão-de-obra é baixo e os custos de investimento e manutenção altos, a necessidade por equipamentos de transporte especializados precisa ser bem fundamentada.

Ainda, devido a esse nível de especialização do equipamento de transporte, é normalmente dificultada a programação que envolva, por exemplo, fretes de retorno adequados, ou mesmo a utilização daqueles veículos para fins alternativos.

É interessante lembrar, entretanto, que um importante passo para a eficiência do transporte por veículo especializado, diz respeito à necessidade de definição e monitoramento de regras adequadas de utilização. Como exemplo, pode-se mencionar o *Agreement on the international carriage of perishable foodstuffs and on the special equipment to be used for such carriage* (United Nations, 1991), assinado pelos Estados-membros da *Economic Commission for Europe of United Nations*.

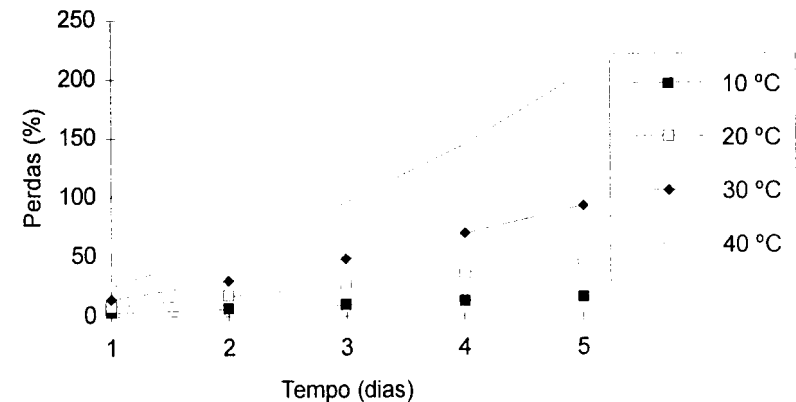
Evidências empíricas sobre os benefícios da utilização de equipamentos de transporte específicos têm sido documentadas pela literatura especializada. Assume-se, inicialmente, que as eventuais perdas durante o transporte sejam devidas, principalmente, ao tempo em trânsito que é despendido para deslocar o produto agrícola das zonas de produção até as regiões de consumo. Assim sendo, os efeitos desse tempo em trânsito são sentidos pelo produto agrícola, de acordo com as suas características específicas, as quais podem ser aproximadas pela respectiva "vida útil de armazenagem". Além disso, essa "vida útil" teórica pode também vir a ser alterada caso modificações de pressão, temperatura e umidade sejam efetuadas. Há casos em que a utilização de ambientes de atmosfera controlada ou atmosfera modificada, documentada pela literatura (por exemplo, Salunkhe *et alii*, 1991), provoca um aumento de, no mínimo, 100% na vida útil de frutas e legumes.

Kader *et alii* (1985) ressaltam que a temperatura é o mais importante fator ambiental que influencia o grau de deterioração de produtos agrícolas pós-colheita. Como pode ser observado, a partir dos dados expressos pela Figura 2, a seguir, para um aumento de 10°C, o nível de deterioração aumenta de duas a três vezes.

Hutchinson *et alii* (1974) ainda lembram que a vida útil teórica de um produto não deve se esgotar durante a operação de transporte, uma vez que tanto atacadistas quanto varejistas deverão ainda armazenar aquele produto em suas prateleiras, mesmo que seja por curtos períodos, e no-

FIGURA 2

Efeito da temperatura no grau de deterioração de produtos agrícolas não-sensíveis ao resfriamento (baseado em Kader *et alii*, 1985)



tadamente abaixo de condições ambientais ideais. Portanto, o sistema de transporte deve garantir a entrega de um produto antes que a sua vida útil seja exaurida.

PADRÕES DE EMBALAGEM

Embalagem e transporte são componentes logísticos intimamente relacionados. Austin (1992) dá como exemplo a situação na qual os mercados são distantes, estradas estão em precárias condições ou, ainda, envolvem-se serviços de transporte não confiáveis: quadro em que as exigências impostas na durabilidade da embalagem, assim como em sua capacidade de preservação do produto, certamente serão intensificadas. Portanto, a escolha correta dos tipos de embalagem a serem usados pode influenciar na eventual perda durante o transporte de produtos agrícolas.

Existe uma série de situações em que ficam claras a ineficiência e/ou inadequação de padrões de embalagem para produtos alimentícios, parti-

cularmente legumes e frutas frescas. Polopolus (1982) sugere que, mediante a padronização de embalagens, um aumento na eficiência de fluxos intermodais de gêneros alimentícios pode ser obtido, facilitando, assim, a movimentação de mercadorias por modalidades de transporte distintas.

Mazaud (1994) confirma que muitas perdas no ciclo pós-colheita são resultantes da utilização de embalagens inadequadas e que boa parte de recentes projetos da FAO — na área pós-colheita — tem concentrado suas recomendações a projetos mais eficientes de embalagens, especialmente para aqueles produtos que sejam mais perecíveis. Entretanto, para os casos em que tais projetos foram implementados, observou-se que, embora os produtos apresentassem melhor qualidade, havia um decréscimo nas quantidades transportadas.

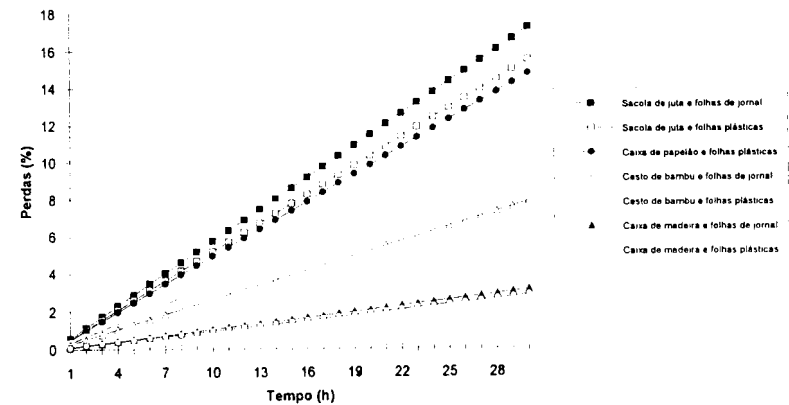
Portanto, se a introdução de novos padrões de embalagem não resulta em maiores receitas, naturalmente tais alternativas não podem ser consideradas economicamente viáveis. A FAO (1989) lembra que o uso de embalagem, por si só, já representa um valor adicional no preço final do produto, o que pode vir a comprometer a competitividade de produtos bem embalados, de maior qualidade — e mais caros — em regiões de população de baixa renda, onde a regra de decisão pela compra normalmente privilegia as mercadorias que sejam mais baratas.

Entretanto, em estudo realizado na Tailândia — documentado pela FAO (1989) —, é relatado que uma caixa plástica, embora custando em torno de cinco vezes mais que uma caixa de capacidade similar em bambu, pôde ser reutilizada em pelo menos outras vinte viagens, fazendo com que o seu custo por viagem fosse quatro vezes menor que o correspondente ao da caixa de bambu. Naturalmente, a mesma fonte destaca que os objetivos de projetos como esse devem ter, além da preocupação com o desenvolvimento de alternativas de embalagem, a realização de atividades que orientem a tomada de atitudes dos atores envolvidos em torno da diminuição de desperdícios em geral. Ou seja: não será a mera aquisição e utilização de embalagens ditas adequadas que auxiliarão o aumento da renda desses atores.

Alguns outros estudos têm trazido evidência empírica suficiente sobre a redução de perdas através da utilização de embalagens apropriadas. Por exemplo, estudos de caso em que os desempenhos de diferentes tipos de embalagem são comparados foram conduzidos por Siddiqui *et alii* (1990) para mandarinas na Índia; por Ketsa (1989) para alface na Tailândia, e por Subramanham *et alii* (1972) para mangas na Índia.

Pathak *et alii* (1989) também conduzem trabalho semelhante, investigando os comportamentos de diferentes embalagens no transporte da fruta *aonla* (*Phyllanthus emblica*) entre duas cidades na Índia. Os principais resultados estão reproduzidos na Figura 3, a seguir, de onde se observa que as frutas acondicionadas em caixas de madeira, separadas por folhas de plástico, foram as que apresentaram menor perda em peso durante as viagens.

FIGURA 3
Perdas observadas no transporte da fruta *aonla*
(*Phyllanthus emblica*) na Índia
(baseado em dados de Pathak *et alii*, 1989)



Há também um trabalho bastante interessante (Crucefix, 1990) em que, além da análise das perdas físicas por si só, é conduzida a avaliação da viabilidade econômica da utilização de embalagens adequadas. No caso, a pesquisa foi conduzida na República Dominicana, mediante a avaliação de diferentes alternativas para o transporte de bananas entre as ilhas daquele país. Como se pode observar a partir da Tabela 4, a seguir, a utilização de caixas de papelão é uma alternativa economicamente superior ao transporte a granel, com as perdas sendo reduzidas em 25%. Além disso, há indicações de que os comerciantes podem aumentar a sua lucratividade, sem que haja a necessidade de pagamento de prêmios pela qualidade. Entretanto, de acordo com o mesmo autor, mesmo após intensos trabalhos de extensão para sensibilizar a comunidade com esses dados, poucos comerciantes sentiram-se efetivamente atraídos pela utilização de embalagens de papelão para o transporte de bananas.

TABELA 4
Custos de sistemas de manuseio
de banana na República Dominicana

Item	Granel (EC\$/kg)	Caixa de papelão (EC\$/kg)
Preço pago ao produtor	110,0	110,0
Custo do material descartado	0,0	12,5
Mão-de-obra para empacotamento	0,0	3,4
Custo da embalagem	0,0	20,7
Taxa de estiva	0,0	0,5
Frete	14,5	13,8
Custo de descarregamento	2,4	3,4
Taxa de alfândega entre ilhas	2,8	2,8
Custo da perda em peso	27,7	4,0
Custo de danos físicos	15,4	0,0
Custo do descarte de frutas pequenas	12,5	0,0
Total	185,3	171,0
Preço obtido	220,0	220,0
Resíduo	34,7	48,9

Fonte: Crucefix (1990).

O TRANSPORTE DE PRODUTOS AGRÍCOLAS EM CASOS BRASILEIROS

Há várias aplicações de modelos de transporte para problemas brasileiros, documentadas pela literatura internacional. Os estudos pioneiros (Lave *et alii*, 1966, para a região Nordeste; Whitman, 1968, para a região Sudeste — ambos discutidos por Herral, 1970) foram concebidos sob o enfoque normativo. Tiveram como principais objetivos a identificação de projetos de transporte viáveis, assim como a avaliação de uma determinada modalidade de transporte ou economia regional, com a aplicação de modelos formais de redes de transporte.

Programação linear foi a técnica utilizada para, basicamente, auxiliar na determinação dos fluxos entre nós de origem e de destino, tendo-se em vista a minimização dos custos de transporte. Em nenhum dos trabalhos se observa um tratamento que contemple diretamente a questão de perdas no transporte. De qualquer forma, a contribuição de Whitman (1968) pode ser diferenciada, uma vez que são considerados diferentes custos unitários de transporte em função de tipo de pavimento, inclinação de pista e existência de acostamentos laterais.

Outras duas aplicações (Gauthier, 1974; e Wright *et alii*, 1981), que também podem ser classificadas como normativas, utilizaram o algoritmo *out-of-kilter*, desenvolvido por Fulkerson (1961) para a resolução de redes capacitadas.

O principal objetivo alcançado no estudo de Gauthier (1974) foi a determinação dos caminhos mínimos em uma rede capacitada no estado de São Paulo, levando em consideração, entre outros fatores, a relação existente entre custos unitários de transporte e distâncias totais percorridas em diferentes tipos de pavimentos. Wright *et alii* (1981) utilizaram enfoque similar para analisar o sistema de transporte e armazenagem de grãos no estado do Paraná, tendo classificado os gargalos do sistema de maneira hierárquica e simulado uma série de cenários alternativos. A única menção feita neste estudo às possíveis perdas no sistema é referente aos custos adicionais incorridos devido aos congestionamentos causados pelo grande número de caminhões que chegavam ao Porto de Paranaguá, principal porto do Paraná.

Florian *et alii* (1988) também especificaram um modelo de rede de transporte para representar o sistema de transporte de cargas brasileiro. Definido pelos autores como sendo um modelo de redes multimodal e multiproduto, tal ferramental prestou-se principalmente para a avaliação do desempenho de diversos algoritmos sobre um determinado conjunto de dados. Nenhuma referência explícita às perdas no transporte é feita pelos autores.

Um último exemplo de aplicação diz respeito ao modelo gravitacional proposto por Katzman (1977). A principal preocupação desse trabalho está relacionada ao impacto de eventuais mudanças no sistema de transporte sobre os fluxos inter-regionais de mercadorias, sem também qualquer menção alusiva a eventuais perdas durante o transporte dos produtos pesquisados.

COMENTÁRIOS FINAIS

Certamente, existe uma série de causas e efeitos diretos e indiretos associada às perdas no transporte de produtos agrícolas. Além disso, deve-se lembrar que as perdas no transporte não são necessariamente devidas à atividade de transporte por si só e que perdas devidas ao transporte não necessariamente se manifestam durante o tempo em trânsito. De qualquer forma, pode-se assumir que as perdas no transporte de produtos agrícolas são basicamente causadas por danos mecânicos ou superaquecimento (FAO, 1989). No caso de frutas, verduras e legumes, elas podem estar associadas aos seguintes fatores:

- a) modalidade de transporte utilizada, o que pode implicar diferentes níveis de vibração nos veículos, especialmente em trechos viários mal conservados;
- b) falta de equipamento de transporte especializado para suprir deficiências de equipamentos tradicionais, tais como os veículos fechados sem ventilação;
- c) inadequação de embalagens, tais como aquelas que apresentam reduzida ventilação e folga em seu preenchimento, que podem favorecer a ocorrência de acidentes durante as operações de carga e descarga.

Portanto, entende-se como sendo de fundamental importância que os

estudos que envolvam a modelagem do transporte de produtos agrícolas considerem, de maneira consistente, o tratamento da questão de perdas envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIN, J. E. "Agroindustrial Project Analysis: critical design factors", EDI Series, in *Economic Development*, Johns Hopkins, Baltimore, 2nd ed., 1992. 258p.
- BAUMEL, C. P. & HAYENGA, M. "Domestic food security: transportation and marketing issues", in BUSCH, L. & LACY, W. B. (eds.), *Food security in the United States*, Boulder, Westview Press, 1984, pp. 273-288.
- BOURNE, M. C. "Post harvest food losses — the neglected dimension in increasing the world food supply", Cornell International Agriculture Mimeograph 53, Ithaca, 1977, 49p.
- Council for Agricultural Science and Technology. "An approach to evaluation of rural transportation needs and problems in the United States", in, *Report on a field study of problems in agricultural transportation and marketing*, compiled for the Subcommittee on Agricultural Production, Marketing, and Stabilization of Prices of the Committee on Agriculture and Forestry, United States Senate. U.S. Government Printing Office, Washington, 1974. pp. 9-27.
- CRUCEFIX, D. N. "Plantain (*Musa sp*) handling improvements in the Eastern Caribbean: the technology is only half of the battle", *Acta Horticulturae*, 269, 1990, p. 401-407.
- DANDAPANI, M. "Marketable surplus and post-harvest losses of maize in India", *Market Research and Planning Cell*, n. 28, Ministry of Agriculture, Government of India, Faridabad, 1987, 187p.
- DAVIS, J. C. "Agriculture and transportation — a positive impact", in *Increasing understanding of public problems and policies - 1980*, Oak Brook, Illinois, Farm Foundation, 1980, pp. 51-58.
- FLORIAN, M. & GUÉLAT, J. "The prediction of multicommodity freight flows: a multiproduct multimode model and a solution algorithm", in BIANCO, L. & LA BELLA, A. (eds.), *Freight Transport Planning and*

- Logistics, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 317, 1988, pp. 150-185.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations - FAO. *An analysis of an FAO survey of post-harvest food losses in developing countries*, Rome, FAO, AGPP, MISC/27, 1977, 148p.
- _____. *Prevention of post-harvest food losses: fruits, vegetables and root crops - a training manual*, Rome, FAO Training Series, n. 17/2, 1989. 157p.
- FULKERSON, D. R. "An out-of-kilter method for minimal-cost flow problems". *Journal of Society for Industrial and Applied Mathematics*, vol. 9, n. 1, 1961.
- GALLIMORE, W. W. "Transporting food and agricultural products", in *Agricultural-food policy review: perspectives for the 1980's*, Economics and Statistics Service, Washington, U.S. Department of Agriculture, April 1981, pp. 82-93.
- GAUTHIER, H. L. "Least cost flows in a capacitated network: a Brazilian example", in HURST, M. E. E. (ed.), *Transportation Geography - Comments and Readings*, Nova York, McGraw-Hill, 1974, pp. 172-188.
- GREELEY, M. "Rural technology, rural institutions and the rural poorest: the case of rice processing in Bangladesh", in GREELEY, M. & HOWES, M. (eds.) *Rural technology, rural institutions and the rural poorest*, Proceedings of a Workshop organized by the Center on Integrated Rural Development for Asia and the Pacific, Comilla and the Institute of Development Studies, Brighton, Sussex, Feb. 2-5, 1981, CIRDAP, Comilla, 1982, pp. 128-51.
- HARRAL, C. G.; HENNEMAN, S. & ISAAC, I. "Brazil transport study models", International Bank for Reconstruction and Development, International Development Association, Economics Department Working Paper n. 94, 1970. 14p.
- HARVEY, J. M. "Optimum environments for the transport of fresh fruits and vegetables", *International Journal of Refrigeration*, vol. 4, n. 5, September 1981, pp. 293-298.
- HUTCHINSON, T. Q.; HOFFMAN, L. A. & PARLETT, R. L. "Improving the export distribution system for fresh fruits and vegetables", Marketing Research Report, no. 1027, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, D.C., August 1974.
- JONES, C. S.; HOLT, J. E. & SCHOORL, D. "A model to predict damage to horticultural produce during transport", *Journal of Agricultural Engineering Research*, 50(4), 1991, pp. 259-272.
- KADER, A. A.; KASMIRE, R. F.; MITCHELL, F. G.; REID, M. S.; SOMMER, N. F. & THOMPSON, J. F. *Postharvest technology of horticultural crops*, Cooperative Extension, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Special Publication 3311, 1985, 192p.
- KATZMAN, M. T. "The influence of transportation improvements on interregional trade in Brazil". *Transportation*, 6, 1977, pp. 393-408.
- KETSA, S. "Prepackaging of head lettuce at production site", *Thai Journal of Agricultural Science*, 22(4), October 1989, pp. 323-328.
- LAVE, R. E., JR. e KYLE, D. W. "A systems study of transportation in Northeast Brazil", Stanford University, Institute in Engineering Economic Systems, March 1966. 82p.
- MAZAUD, F. Comunicação Pessoal. Senior Officer (Food Losses), Prevention of Food Losses Programme, Agricultural Services Division, FAO, 17/02/94.
- NDULU, B. J. "The role of transportation in agricultural production decisions: theory and empirical evidence in the case of Tanzania". Economic Research Bureau Paper 80.7, University of Dar Es Salaam, 1980, 30p.
- NEW, J. H.; PROCTOR, F. J. & HEWITT, V. J. "Packaging of horticultural produce for export". *Tropical Science*, 20(1), 1978, pp. 21-34.
- PATHAK, S.; PATHAK, R. K. & SINGH, I. S. "Effect of packing containers on losses of aonla fruits during transportation", *Indian Journal of Horticulture*, 46(4), 1989, pp. 468-469.

- PEDERSEN, J. R. "Post-harvest food losses: the need for reliable data", in PIMENTEL, D. (ed.) *World Food, Pest Losses, and the Environment*, AAAS Selected Symposium 13, Boulder, CO, Westview Press, 1978, pp. 95-107.
- POLOPOLUS, L. "Agricultural economics beyond the farm gate", in *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 64, n. 5, December 1982, pp. 803-810.
- REUSSE, E. "Economics and marketing aspects of post-harvest systems in small farmer economies", *Monthly Bulletin of Agricultural Economics and Statistics*, Part 1, Vol. 25, n. 9, September 1976, pp. 1-7; Part 2, Vol. 25, n. 10, October 1976, pp. 1-10.
- SALUNKHE, D. K.; BOLIN, H. R. & REDDY, N. R. *Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables*. Vol. I, 2nd ed., Boca Raton, CRC Press, 1991, 323p.
- SIDDIQUI, S.; KUMAR, J.; SINGH, K. & SHARMA, R. K. "Comparison of modified wire bound boxes over traditional wooden boxes for transportation of fruits", *Progressive Horticulture*, vol. 22(1-4), 1990, pp. 154-155.
- SPENSLEY, P. C. "Whither the post-harvest sector?", in SCHULTEN, G. G. M. (ed.) *Post-harvest improvements for the eighties and nineties*, Communication 72, Department of Agricultural Research, Amsterdam, Royal Institute Amsterdam, 1982, pp. 111-130.
- SUBRAMANHAM, H.; MOORTHY, N. V. N.; LAKSHMINARAYANA, S. & KRISHNAMURTHY, S. "Studies on harvesting, transport and storage of mango", *Acta Horticulturae*, 24, 1972, pp. 260-264.
- ULBANESE, B. C. & FERREIRA, W. A. "Custo social, energético e econômico, relativo às perdas de grãos de milho no estado de São Paulo", in *A agricultura e agroindústria: perspectiva para os anos 90*, XXXIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Florianópolis, Sober, 1990.
- United Nations. "Agreement on the international carriage of perishable foodstuffs and on the special equipment to be used for such carriage (ATP)". Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, Nova York, 1991, 215p.
- VASHIST, P. D. "Marketable surplus and post-harvest losses of bajra in India", *Market Research and Planning Cell*, n. 25, Ministry of Agriculture, Government of India, Faridabad, 1985, 143p.
- . "Marketable surplus and post-harvest losses of wheat in India", *Market Research and Planning Cell*, n. 8, Ministry of Agriculture, Government of India, Faridabad, 1985. 106p.
- Whitman, D. *A computerized transportation planning model with application to Brazil*, Los Altos, California, SYSTAN, Inc. (SPR68-6), August 1968.
- WRIGHT, C. L.; MEYER, R. L. & WALKER, F. E. "Analyzing bottlenecks in grain transportation and storage systems: a Brazilian case study", *The Journal of Development Studies*, 18(1), October 1981, pp. 68-84.