

# ESTIMATIVA DE PERDAS NO SUPRIMENTO DE TOMATES PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL NO ESTADO DE GOIÁS<sup>1</sup>

Augusto Hauber Gameiro<sup>2</sup>

José Vicente Caixeta Filho<sup>3</sup>

Cleber Damião Rocco<sup>4</sup>

Rogério Rangel<sup>5</sup>

## 1 - INTRODUÇÃO

Em 2004 a produção brasileira de tomates foi de 3,5 milhões de toneladas, em uma área de 60,4 mil hectares, gerando um valor bruto da produção agrícola estimado em R\$1,7 bilhão (IBGE, 2006). Estima-se que um terço desse volume seja destinado ao processamento industrial, para a produção de alimentos como molhos, extratos, polpas, *catchups*, sucos etc. Grandes empresas multinacionais competem com empresas nacionais de médio porte nesse mercado.

A adequada gestão da matéria-prima é o ponto-chave para a competitividade no setor. O Brasil ocupa a oitava posição dentre os maiores produtores mundiais de tomate. Em 2004 a produção mundial foi de 115,95 milhões de toneladas. A cadeia produtiva do tomate industrial no País experimentou notáveis investimentos nos últimos 30 anos, com grande incremento na produção, adoção de novas variedades e híbridos, além de técnicas modernas de cultivo (CAMARGO et al., 2006).

Cultivado em grandes áreas, a colheita no Brasil ainda é predominantemente manual. Porém, a evolução da colheita mecânica tem sido muito rápida nos últimos anos. No caso da empresa considerada nesta pesquisa, em 2004 a colheita mecânica respondeu por 9% do volume de tomates, na safra 2005 foram 38% e em 2006,

62%. A maioria das empresas, por outro lado, apresentou evolução mais lenta nos últimos anos. Estima-se que cerca de 40% da área de tomate para processamento no Brasil foi colhido mecanicamente na safra 2006.

Os frutos do tomateiro são altamente perecíveis e de película bastante fina, tornando-se uma matéria-prima frágil para colheita e movimentação logística. Segundo Giordano e Ribeiro (2000), o fruto possui em sua composição aproximadamente 93% a 95% de água. Evidências empíricas dão conta de elevados valores de perdas existentes nesse suprimento, conseqüentemente, esforços no sentido de otimizar essa logística de suprimento são necessários.

Observa-se, tanto na literatura nacional quanto internacional, uma razoável disponibilidade de trabalhos sobre perdas na pós-colheita de tomate para consumo *in natura*, ou também denominado de “tomate para mesa”. Já os trabalhos relacionados ao tomate para processamento industrial ainda são raros.

As perdas agrícolas podem ser definidas como reduções na quantidade física do produto disponível para consumo, que podem vir acompanhadas por uma redução na qualidade, reduzindo o valor comercial ou nutritivo do produto (TSUNECHIRO; UENO; PONTARELLI, 1994). Segundo Ferreira et al. (2006), a mensuração e quantificação dos danos físicos e perdas sempre foram um desafio. Kader (1996) afirma que as perdas de quantidade e qualidade na pós-colheita do tomate estão relacionadas à imaturidade na colheita, inadequado controle de qualidade inicial, incidência e severidade de danos físicos, exposição a temperaturas impróprias e demora entre a colheita e o consumo. Conseqüentemente, o autor afirma que a redução do tempo entre colheita e consumo pode minimizar as perdas do tomate. Já para Linden e De Baerdemaeker (2005), a qualidade do tomate é substancialmente reduzida pelos danos físicos. A ocorrência de tais perdas depende de dois fatores: danos mecânicos diretos e presen-

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, IE-24/2007.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Doutor, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (e-mail: gameiro@usp.br).

<sup>3</sup>Engenheiro Civil, Doutor, Professor Titular, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (e-mail: cdamiao@esalq.usp.br).

<sup>4</sup>Graduado em Engenharia Agrônômica, Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG), Universidade de São Paulo (e-mail: jvcaixet@esalq.usp.br).

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Especialista em Administração e Marketing, Unilever Brasil Ltda (e-mail: rogerio.rangel@unilever.com).

ça da subsequente ação de enzimas sobre os polissacarídeos das paredes celulares. Para entender o mecanismo de danos sobre os tomates, as propriedades mecânicas e bioquímicas do tecido do pericarpo foram investigadas por esses autores. Os autores estimaram regressões para entender a relação entre a energia do impacto e a extensão do dano resultante. Fraschina et al. (1998) estudaram as mudanças ocorridas em intervalos de tempo em alguns parâmetros que determinam a maturidade do tomate, como sólidos solúveis, matéria seca e firmeza, usando híbridos diferentes. Concluíram que há forte relação entre tais variáveis. O híbrido de tomate *long shelf-life* apresentou maior firmeza com uma maior percentagem de sólidos solúveis e matéria seca. No híbrido tradicional, a perda de fluído pode ser atribuída às rupturas nas paredes celulares e com uma ação enzimática mais ativa que no híbrido *long shelf-life*. Pharr e Kattan (1971) estudaram os efeitos do fluxo de ar, temperatura e maturidade sobre a respiração e o amadurecimento de tomates. Concluíram que a temperatura e o fluxo de ar são as variáveis dentre as estudadas que mais influenciam na respiração das frutas. Além do que, concluíram que essas duas variáveis são interdependentes.

As metodologias para avaliação dos danos e perdas provocados sobre produtos agrícolas vêm avançando consideravelmente nos últimos anos. Um exemplo bastante elucidativo é a pesquisa de Ketelaere e De Baerdemaeker (2001). Esses autores desenvolveram um método para mensurar a qualidade dos tomates, após a ocorrência de vibrações em sua superfície. Eles evidenciaram uma relação entre a frequência de ressonância aplicada sobre os tomates e a sua firmeza. Assim, puderam desenvolver uma escala de mensuração e avaliar a firmeza dos frutos com a metodologia desenvolvida. Anteriormente, porém, Polderdijk et al. (1993), interessados em estudar as perdas e danos ocorridos sobre os tomates holandeses - que são distribuídos para diversos países da Europa - investigaram a relação entre a firmeza objetivamente mensurada e a qualidade mantida pelos frutos de tomate no pós-colheita. A firmeza foi determinada pela distância de compressão verificada em consequência de forças distintas aplicadas sobre os frutos. Tratava-se de um método não tão avançado como o de Ketelaere e De Baerdemaeker (2001), porém com objetivos semelhantes. A partir de regressões lineares, Polderdijk et al. (1993) obtiveram uma

equação que relaciona o número de dias em que os tomates mantêm sua qualidade em função da compressão mensurada (pela imposição de uma força-padrão de três Newtons). O coeficiente angular da equação estimada foi de -12,6, indicando que quanto maior a compressão mensurada em um determinado fruto, menor será o número de dias que o mesmo manterá sua qualidade.

Já no Brasil, para o tomate de mesa, Vilela e Luengo (2002) divulgam um levantamento no qual foi concluído que 14,92% de perdas pós-colheita ocorreram por danos físicos (frutos amassados, rachados e com cortes) e 60% dessas perdas ocorreram devido à má utilização das embalagens. Costa e Caixeta-Filho (1996) elaboraram uma completa pesquisa sobre a influência das perdas do pós-colheita de tomate de mesa sobre a sua cadeia de suprimentos. A partir do modelo desenvolvido por Caixeta-Filho (1995), aqueles autores, por meio de um estudo de caso, mensuraram as perdas e sua distribuição sobre os elos da cadeia de comercialização do produto. Ferreira et al. (2006) realizaram uma pesquisa com objetivo quantificar as perdas na pós-colheita de tomate, avaliando-se o efeito do manuseio e transporte na qualidade física dos frutos do cultivar "romana". Os autores avaliaram as perdas nas etapas de colheita, pesagem e transporte para o galpão de beneficiamento. Segundo a metodologia adotada, os tomates foram colhidos em caixas plásticas de colheita, transportados para um ponto de pesagem e, em seguida, enviados para um galpão de beneficiamento e classificação. Utilizaram-se como testemunha frutos retirados diretamente da planta. Os parâmetros observados foram: perda de peso e incidência de danos físicos originados em cada etapa, avaliando-se a aparência externa dos frutos, após armazenamento por 21 dias. Observou-se aumento progressivo na perda de peso e incidência de danos físicos, bem como nas perdas pós-colheita, após armazenamento. Os danos físicos mensurados pelos autores nas diferentes etapas foram: I) testemunha: 1,30%; II) colheita: 1,29%; III) ponto de pesagem: 4,27%; e IV) galpão de beneficiamento: 7,90%. Segundo os resultados apresentados, os frutos retirados diretamente do campo de produção (testemunha) apresentaram danos físicos semelhantes àqueles encontrados durante a colheita, devido, principalmente, a tratamentos culturais, como pulverizações e amarrios. Nas demais etapas, os autores observaram aumento significativo para os danos físicos, sendo esses

cumulativos durante o manuseio pós-colheita. Luengo et al. (2003) obtiveram estimativas da altura máxima tolerável em embalagens para 25 espécies diferentes de frutas e hortaliças usando métodos para medir a firmeza dependente do turgor em produtos agrícolas. Para o cálculo da altura da pilha que causa essa deformação, consideraram-se o peso do produto e as acelerações de impacto observadas durante o transporte. Os produtos avaliados foram adquiridos no ponto final de venda, já três a quatro dias após a colheita, menos hidratados, em relação à condição de hidratação logo após a colheita. Por esse motivo, os valores medidos são menores em relação ao produto recém colhido. Observaram que, o tomate apresentou a segunda menor altura aceitável (29cm) para definição das embalagens, perdendo apenas para a uva Itália (25 cm). O rabanete (978cm), a cebola (546cm) e o maxixe (224cm) foram os produtos com as maiores alturas potenciais.

Moretti; Calbo; Henz (1998) estudaram o efeito de injúrias mecânicas sobre a qualidade de tomates, em nível de tecidos internos separados do fruto injuriado. Os tecidos pericárpico, locular e placentário foram afetados distintamente pela injúria mecânica, havendo reduções significativas de carotenóides, vitamina C e ácidos orgânicos em relação aos tecidos não injuriados.

Especificamente relacionados às perdas ocasionadas na atividade de transporte, tem-se como referência os trabalhos de Caixeta-Filho (1995), já citado. O autor apresenta um estudo bastante completo sobre a modelagem de perdas que ocorrem no transporte de produtos agrícolas. Segundo ele, as causas das perdas estão intimamente ligadas a três grupos de tecnologias: modalidade de transporte, tipo de equipamento e tipo de embalagem. A combinação no uso dessas tecnologias implica diferentes custos operacionais de transporte e, eventualmente, diferentes índices de perdas. New; Proctor; Hewitt (1978), citados por Caixeta-Filho (1995), listam as principais causas de perdas no transporte de cargas. São elas: impacto vertical, impacto horizontal, vibração, compressão estática, compressão transiente, deformação, perfuração, temperatura alta, temperatura baixa, água líquida, água vapor, biológica e humana.

Giordano; Silva; Barbosa (2000) reforçam que além da perda quantitativa o transporte a granel também reduz a qualidade da matéria-prima, pois os frutos amassados são facilmente

contaminados por fungos e bactérias. Dessa forma, quanto maior a espera, maiores as perdas de peso e qualidade. O trabalho de Mahovic; Sargent; Bartz (2004) apresenta uma completa revisão sobre as doenças de pós-colheita do tomate.

O'Brient (1980) - em um dos poucos trabalhos relacionados ao tomate industrial - analisou o suprimento de tomate para processamento industrial na Califórnia, concluindo que as perdas podem chegar a 12%, do campo até o processamento, devido ao excesso de impactos físicos que recebe durante o processo. O autor também afirma que a colheita realizada em períodos mais quentes do dia, vis-a-vis àquela realizada logo cedo pela manhã, provoca perdas maiores nas cargas que chegam à fábrica. Van Den Berg (1999) desenvolveu uma pesquisa específica para estimar as fontes de perdas de tomates para processamento industrial no Brasil. Seus resultados vão ao encontro dos estudos do tomate para consumo *in natura*. A pressão sobre os frutos, os tempos e a temperatura ambiente são as principais variáveis que influenciam as perdas de matéria-prima. Para Moretti; Calbo; Henz (2000), quando o cultivar de tomate para processamento é colhido no ponto correto de maturação, as perdas durante o transporte situam-se entre 2% e 3%. Ainda segundo esses autores, frutos colhidos muito maduros ocasionam perdas de aproximadamente 5% durante o transporte. Para esses autores, as perdas anuais de tomate industrial no Brasil eram da ordem de US\$5 milhões.

Por meio de experimento realizado a campo, este trabalho objetivou estimar equações de perdas em função do tempo de espera dos frutos na pós-colheita. Tais modelos podem ser úteis para obtenção de estimativas confiáveis de perdas físicas e financeiras ocorridas no processo de suprimento logístico das fábricas de processamento de tomate.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

Durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2004, acompanhou-se minuciosamente todo o processo de colheita e suprimento industrial de tomates em uma agroindústria localizada no Estado de Goiás. As observações contemplaram o levantamento de informações de campo, especialmente de tempos e perdas envolvidas no processo.

Para a estimativa das perdas de tomate foi realizado um experimento no qual se mensurou a diferença de peso de amostras dispostas nas cargas de oito caminhões, que tiveram os tempos de espera devidamente controlados. Foram considerados os tempos de espera dos frutos dentro das caixas no campo (para serem carregados ao caminhão) e dos frutos na caçamba (do caminhão viajando em direção e da espera para descarregar na fábrica). Os pesos foram obtidos através de balanças adequadas tanto no campo, quanto na fábrica. Amostras de 30kg de frutos foram preparadas, colocadas em sacos de polipropileno e dispostas em três diferentes alturas nas caçambas. Para cada altura foram dispostas duas amostras. Assim, no todo, delineou-se um experimento com 48 amostras, obtidas a partir de 8 caminhões, em 3 alturas e com 2 amostras por altura. As coletas foram realizadas nos dias 09 e 10 de setembro de 2004. Os principais dados meteorológicos desses dias estão expostos na tabela 1.

Os dados de perdas percentuais de peso obtidos foram utilizados para o ajuste de modelos econométricos das perdas em função dos diferentes tempos de espera (na caixa e na caçamba) e altura da carga.

Para a realização do trabalho também foram de suma importância as informações estatísticas disponibilizadas pela empresa. Por meio de um sistema de informação de gerenciamento do suprimento da fábrica, a empresa dispõe de um detalhado banco de dados, que contempla o controle individual de todos os caminhões que suprem a fábrica.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 - Descrição da Colheita de Tomate e do Suprimento da Fábrica

A produção de tomates para processamento na região do estudo é realizada por agricultores contratados pelas agroindústrias, que são responsáveis pelo plantio e colheita. A colheita manual é realizada por trabalhadores rurais contratados por um agente denominado de "gato", a pedido dos produtores. Os colhedores chegam na lavoura pela manhã, entre às 6 e 7 horas. No final

do dia, por volta das 17 horas, o ônibus os leva de volta para as cidades. A remuneração é baseada no número de caixas colhidas por trabalhador. Cada caixa, que é fornecida pela agroindústria compradora de matéria-prima, tem capacidade média de 21 quilogramas de tomate. Além dos colhedores e do "gato", que é o líder do processo, tem-se os carregadores, que são os responsáveis por carregar ("tombar") as caixas dentro do caminhão descarregando os frutos na caçamba; os fiscais (que controlam a qualidade da colheita); os contadores (que contam o número de caixas colhidas por cada colhedor); e os empilhadores (que organizam as caixas para que o caminhão possa passar e coletá-las). Em relação ao carregamento se tem as chamadas "turmas de carregamento". Cada turma é composta por seis ou oito pessoas. Em cada um dos dois lados do caminhão, ficam duas pessoas em uma prancha presa na carroceria. No chão, ficam uma ou duas pessoas de cada lado. Essas pegam as caixas do chão (uma por vez) e colocam sobre a prancha. Os dois carregadores que estão na prancha, por sua vez, pegam essa caixa e tombam-na, despejando o tomate dentro da caçamba. Imediatamente essa caixa vazia é jogada no chão para ser reutilizada.

A colheita mecânica é realizada por máquinas automotrizes específicas para a colheita do tomate. As máquinas são importadas, geralmente da Itália e dos Estados Unidos. No processo de colheita, a máquina precisa ser acompanhada por um caminhão ou carreta puxada por trator, para que o tomate seja concomitantemente despejado assim que é colhido.

Os caminhões carregados com tomate - independentemente de a colheita ser manual ou mecânica - fazem o transporte até a fábrica. O transporte é feito a granel, em caminhões geralmente do tipo *truck* (com capacidade de aproximadamente 15 a 17 toneladas) ou do tipo carreta (27 toneladas). As caçambas são do tipo simples, de madeira, ou ainda, do tipo "piscina". Trata-se, literalmente, de uma piscina de fibra que é adaptada sobre os caminhões para receber os tomates. Ao chegar à fábrica os caminhões ficam em fila que, dependendo do dia e horário, apresenta-se bastante extensa. Devido à alta perecibilidade do tomate, à medida que o tempo passa, os frutos começam a se romper devido seu alto conteúdo

TABELA 1 - Principais Dados Meteorológicos dos Dias de Coleta das Informações

Informação	Período	09/set.	10/set.
Horário	09	25°C	24°C
	12	28°C	28°C
	15	31°C	31°C
	00	20°C	19°C
Índice UV		11	11
Umidade	Dia	31%	32%
	Noite	52%	51%

Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações de estação meteorológica na localidade do experimento.

de água e fina película, e as perdas de peso vão aumentando significativamente. Antes de o caminhão ser pesado, a carga é drenada, de modo a retirar o líquido decorrente do esmagamento dos frutos. A figura 1 ilustra o número médio de caminhões por hora na fila (de julho a novembro de 2003).

O comportamento apresentado na figura 1 permite observar que, há um maior número de veículos na fila no final da tarde até às 21 ou 22 horas, quando chega um grande número de carregamentos provenientes do campo. A partir de então, pára o suprimento vindo do campo (uma vez que não há colheita noturna) e a fila começa a ser reduzida diante do funcionamento 24 horas da fábrica, para atingir um tamanho mínimo por volta das 10 horas da manhã, quando o estoque do dia anterior foi consumido em grande parte e ainda não chegaram os carregamentos provenientes da colheita desse dia.

Em termos médios, observa-se na figura 1, que a fila foi composta por 53 caminhões, atingindo um máximo de 77 caminhões entre às 21 e 22 horas, e um mínimo de 31 caminhões por volta das 10 horas da manhã. A existência dessa fila significativa é um dos principais motivos de preocupação da logística do tomate, uma vez que, há uma série de problemas associados, como a necessidade de grande número de caminhões em operação, custos de estada desses motoristas, perdas de qualidade e quantidade de matéria-prima, dentre outros. O efeito do calor, típico das regiões produtoras, bem como da pressão de peso da carga favorecem o processo de deterioração, como demonstrado por Pharr e Kattan (1971); Polderdijk et al. (1993); Kader (1996); Giordano et al. (2000); Ferreira et al. (2006) etc. A altura da carga, que geralmente varia entre 120 e 140 centímetros nas caçambas, é bastante superior à recomendada por Luengo et al. (2003), de

29 centímetros.

De uma forma geral, os dados que representam os indicadores logísticos do suprimento da fábrica são apresentados na tabela 2.

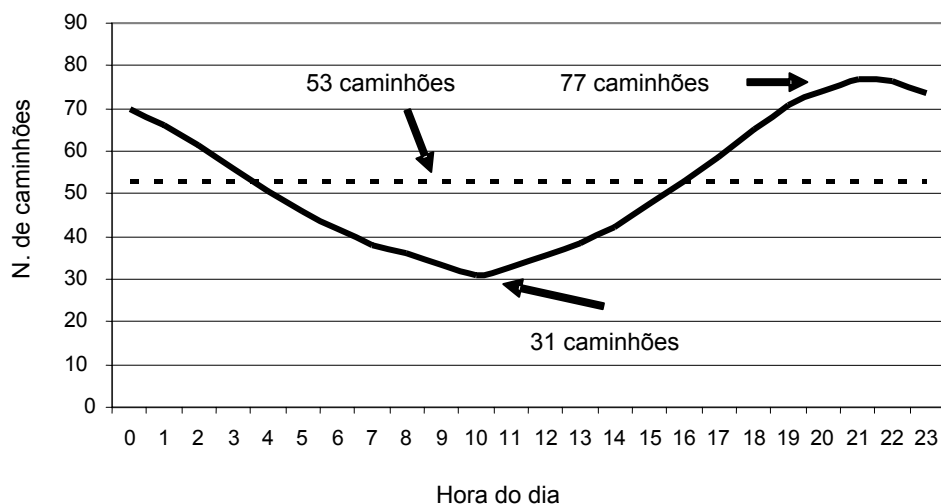
O tempo médio de um caminhão em espera para o processamento estava ao redor de 11 horas, em uma fila de 53 caminhões. Além desse tempo na fábrica, observou-se que os frutos esperam, em média, mais 6 horas para serem carregados no campo depois de colhidos e dispostos nas caixas. Para a colheita de 336 mil toneladas de tomate durante a safra, a empresa utilizava 166 mil caixas plásticas, o que se configura como um importante ativo imobilizado, sendo que cada caixa vale, aproximadamente, R\$4 reais. As caixas sofrem elevada deterioração em função da natureza do processo e do descuido dos colhedores. O percentual de perdas anuais de caixas estava ao redor de 20%.

### 3.2 - Estimativa das Perdas

O experimento para mensuração de perdas, descrito em material e métodos, gerou os dados que foram utilizados para estimar as equações por regressão econométrica. Ressalta-se que, das 48 amostras previstas, 6 foram perdidas no processo de avaliação, obtendo-se as 42 observações.

Com esses dados foram ajustados modelos econométricos testando-se a significância das variáveis. Testaram-se modelos com e sem constante, com as variáveis simples, ao quadrado e cruzadas. Os resultados são apresentados na tabela 3. O Anexo 1 constam os dados resultados do experimento de perdas.

Os modelos apresentaram coeficientes de regressão ( $R^2$ ) entre 56,9% e 66,6%. Na maioria deles os coeficientes estimados foram significativos



**Figura 1** - Número Médio de Caminhões por Hora na Fila.

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 2** - Indicadores de Suprimentos de Tomate da Fábrica Estudada, 2003

Parâmetro	Valores
Tempo médio de espera de um caminhão para descarregamento	11 horas
Tamanho médio da fila	53 caminhões
Tempo médio de espera do tomate no campo	6 horas
Número de caixas necessárias para a colheita manual	166.000
Número de caminhões necessários	175
Percentual de perdas anuais de caixas	20
Número de caixas perdidas anualmente	33.200
Quantidade processada por safra	336.000t
Capacidade ociosa da fábrica em função dos problemas logísticos (%)	10

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 3** - Resultados do Ajuste dos Modelos das Perdas em Função dos Tempos e Altura da Carga (%)

Variável (coeficiente regressão) (teste t a 5%)	Modelos testados						
	1	2	3	4	5	6	7
Constante	0,002996		-0,003116				
	0,66		-0,79				
<i>Tcaixa</i>	0,000743	0,000775	0,000743	0,000694	-0,004550	0,000118	
	4,28	4,69	4,04	4,02	-1,40	0,51	
<i>Tcaçamba</i>	0,001628	0,001743	0,001628	0,001453	0,000250	0,001021	0,001017
	5,42	7,14	5,11	6,37	0,32	4,24	4,27
<i>Altura</i>	-0,009690	-0,008160					
	-2,42	-2,49					
<i>Tcaixa x Tcaçamba</i>						0,000071	0,000079
						3,37	5,66
<i>Tcaixa</i> <sup>2</sup>					0,000216		
					1,63		
<i>Tcaçamba</i> <sup>2</sup>					0,000092		
					2,00		
R <sup>2</sup> (%)	63,3	62,8	57,6	56,9	62,0	66,6	66,4
Teste F	21,8	22,0	26,5	26,4	15,0	25,9	39,5

Fonte: Dados da pesquisa.

pelo teste “t” a 5% de significância. Como esperado, os sinais das variáveis relacionadas aos tempos (tempo nas caixas e tempo na caçamba dos caminhões) apresentaram sinais positivos, indicando que quanto maior esse tempo, maiores as perdas de produto. Para a variável altura, o sinal encontrado (nos modelos 1 e 2) foram negativos, também indo ao encontro do esperado. Assim, quanto maior a altura que determinada parcela do produto está, menor a pressão do peso sobre os frutos e, conseqüentemente, menores são as perdas.

A partir da comparação entre os 7 modelos testados, elegeu-se o modelo de número 6. Além de ter apresentado o coeficiente de regressão mais elevado, os testes t foram significativos para duas das três variáveis e os sinais estão de acordo com o esperado a partir da revisão de literatura. Assim, o modelo indica que as perdas são influenciadas pelo tempo de espera nas caixas e na caçamba (onde a pressão sobre os frutos é maior), e esse ainda tem seu efeito sobre as perdas potencializado pelo tempo que os frutos permaneceram dentro das caixas, na lavoura, a espera do carregamento (variável cruzada). Em termos matemáticos:

$$\text{Perdas} = 0,000118 \times T_{\text{caixas}} + 0,001021 \times T_{\text{caçamba}} + 0,0000713 \times T_{\text{caixas}} \times T_{\text{caçamba}} \quad (1)$$

Na equação (1) as perdas são dadas em termos percentuais e os tempos em horas.

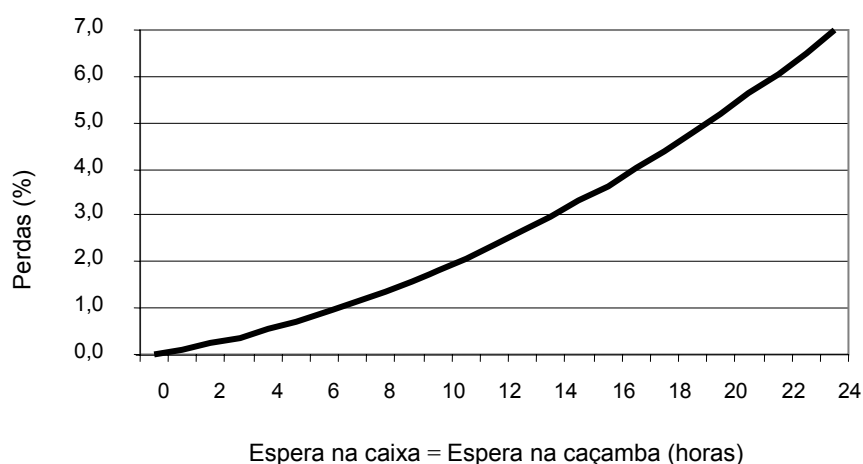
Para se ter uma idéia das perdas em

função dos tempos, gerou-se a figura 2, na qual os tempos de espera nas caixas e na caçamba foram considerados iguais, para a geração dos gráficos.

A partir da figura apresentada, observa-se que se, por exemplo, o produto tiver de esperar 12 horas nas caixas e outras 12 horas entre a viagem e a fila na fábrica, as perdas de peso serão da ordem de 2,5%, o que - para a fábrica em questão - representariam aproximadamente R\$1 milhão por safra. Para aprimorar essa análise, realizou-se um experimento com 1.343 cargas de tomates que chegaram à fábrica entre os dias 04 e 14 de agosto de 2004. A partir desses carregamentos, foram calculados os tempos devidos e, com o modelo 6, estimaram-se as perdas incorridas. O tempo médio nas caixas foi de 6 horas; na caçamba, o tempo total foi de 13,60 horas, sendo 2,52 horas referentes ao tempo de viagem e 11,08 horas de espera do caminhão ao chegar à fábrica. Com esses tempos, as perdas estimadas seriam da ordem de 2,1%. Interessante notar que essa estimativa está na faixa de 2% a 3%, sugerida por Moretti; Calbo; Henz (2000).

#### 4 - CONCLUSÃO

A pesquisa realizada permitiu a obtenção de um modelo para estimar as perdas ocorridas no suprimento de tomates para processamento industrial com níveis de significância



**Figura 2** - Percentual das Perdas em Função dos Tempos de Espera dos Tomates nas Caixas e na Caçamba. Fonte: Dados da pesquisa.

bastante satisfatórios. Por meio do modelo - que tem como variáveis explicativas os tempos de espera dos frutos nas caixas e nas caçambas dos caminhões, bem como a altura da carga - é possível obter-se as estimativas de perdas percentuais

e financeiras nesse processo logístico. Dessa forma, a equação proposta pode ser útil para a melhor compreensão do suprimento das fábricas, especialmente por permitir conhecer as dimensões econômicas relacionadas à gestão do processo.

## LITERATURA CITADA

CAIXETA-FILHO, J. V. **A modelagem de perdas no transporte de produtos agrícolas**. 1995. 112 p. Tese (Livro-Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAMARGO, F. P. et al. Cadeia produtiva de tomate industrial no Brasil: resenha da década de 1990, produção regional e perspectivas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 11, p. 7-29, nov. 2006.

COSTA, F. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. Análise das perdas na comercialização do tomate: um estudo de caso. \_\_\_\_\_, São Paulo, v. 26, n. 12, p. 9-24, dez. 1996.

FERREIRA, M. D. et al. Avaliação física do tomate de mesa "romana" durante manuseio na pós-colheita. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 321-327, 2006.

FRASCHINA, A. et al. Effect of maturity stage and temperature during tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) storage. In: INTERNATIONAL POSTHARVEST SCIENCE CONFERENCE POSTHARVEST, 96., 1998, Taupo, Nova Zelândia.

GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. C. Origem, botânica e composição química do fruto. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Eds.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. (Embrapa Hortaliças).

\_\_\_\_\_; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Colheita. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Eds.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. (Embrapa Hortaliças).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE/SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2006.

KADER, A. A. Effects of postharvest handling procedures on tomato quality. In: SYMPOSIUM ON TOMATO PRODUCTION ON ARID LAND, 1996, Cairo, Egito.

KETELAERE, B. de; DE BAERDEMAEKER, J. Tomato firmness estimation using vibration measurements. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 56, n. 4-5, p. 385-394, 2001.

LINDEN, V. V.; DE BAERDEMAEKER, J. The phenomenon of tomato bruising: where biomechanics and biochemistry meet. In: INTERNATIONAL POSTHARVEST SYMPOSIUM, 5., 2005, Verona, Itália.

LUENGO, R. F. A. et al. Avaliação da compressão em hortaliças e frutas e seu emprego na determinação do limite físico da altura da embalagem de comercialização. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, SP, v. 21, n. 4, p. 704-707, 2003.

MAHOVIC, M.; SARGENT, S. A.; BARTZ, J. A. **Identifying and controlling postharvest tomato diseases in Florida**. Florida: Horticultural Sciences Department, 2004. 10 p. (Document HS866).

MORETTI, C. L.; CALBO, A. G.; HENZ, G. P. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Eds.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. (Embrapa Hortaliças).

MORETTI, C. L. et al. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule, and placental tissues of tomatoes



- with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 4, p. 656-660, 1998.
- NEW, J. H.; PROCTOR, F. J.; HEWITT, V. J. Packaging of horticultural produce for export. **Tropical Science**, v. 20, p. 21-34, 1978.
- O'BRIEN, M. Tomato harvesting, post-harvest handling and transportation. In: SYMPOSIUM ON PRODUCTION OF TOMATOES FOR PROCESSING, 1980, Evora, Portugal.
- PHARR, D. M.; KATTAN, A. A. Effects of air flow rate, storage temperature, and harvest maturity on respiration and ripening of tomato fruits. **Plant Physiology**, v. 48, n. 1, p. 53-55, 1971.
- POLDERDIJK, J. J. et al. Predictive model of keeping quality of tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 2, p. 179-185, 1993.
- TSUNECHIRO, A.; UENO, L. H.; PONTARELLI, C. T. G. Avaliação econômica das perdas de hortaliças e frutas no mercado varejista de São Paulo, 1991/92. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 41, t. 2, p. 1-15, 1994.
- VAN DER BERG ALIMENTOS. **Estudo de fontes de perdas no processamento de tomates**. Patos de Minas, [s.n.], 1999. 31 p. Não publicado.
- VILELA, N. J.; LUENGO, R. F. A. Viabilidade técnica e econômica da caixa Embrapa para comercialização de tomate para consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, SP, v. 20, n. 2, p. 222-227, 2002.

#### **ESTIMATIVA DE PERDAS NO SUPRIMENTO DE TOMATES PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL NO ESTADO DE GOIÁS**

**RESUMO:** O suprimento de tomates para processamento é relativamente complexo. Plantas industriais de larga escala necessitam de elevados volumes do fruto, que é altamente perecível e tem sua colheita predominantemente manual. Evidências confirmam perdas expressivas nessa logística. Por meio de experimento estimaram-se equações de perdas em função do tempo de espera dos frutos na pós-colheita. Para uma situação em que o produto espera 12 horas nas caixas, após serem colhidos no campo, e outras 12 horas entre a viagem e a fila na fábrica, as perdas de peso seriam de 2,5%; para uma fábrica representativa, significa R\$1 milhão por safra.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, suprimento, perdas, colheita.

#### **ESTIMATION OF LOSSES IN THE SUPPLY OF PROCESSING TOMATOES THE STATE OF GOIAS, BRAZIL**

**ABSTRACT:** The supply of tomatoes for processing is a complex activity. Large-scale manufacturing plants need large volumes of this fruit, which is very perishable and relies on manual harvest. Empirical evidences show the existence of high levels of losses in the logistic process. Through experimentation, equations were used to estimate losses from post-harvest waiting time. Results showed that if these commodities need to wait 12 hours in boxes after being harvested, and 12 additional hours inside transport trucks and in the factory's production line, losses would be around 2.5%; this would represent a financial loss of R\$ 1 million per season.

**Key-words:** *Lycopersicon esculentum*, supply, losses, harvest.

---

Recebido em 12/04/2007. Liberado para publicação em 28/05/2007.

*Informações Econômicas, SP, v.37, n.7, jul. 2007.*

**ESTIMATIVA DE PERDAS NO SUPRIMENTO DE TOMATES PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL NO ESTADO DE GOIÁS**

**Anexo 1**

TABELA A. 1.1 - Dados Obtidos pelo Experimento de Perdas de Peso em Função dos Tempos e da Altura da Carga

Tempos (hora)		Altura (metro da borda)	Perda verificada (%)	Tempos (hora)		Altura (metro da borda)	Perdas verificadas (%)
Caixa	Caçamba			Caixa	Caçamba		
0	3	0,0	2,4	3	19	0,7	3,2
0	3	0,0	-0,1	3	19	1,2	1,5
0	3	0,0	0,7	3	19	1,2	1,1
0	3	0,0	1,5	24	3	0,0	0,7
0	3	0,7	-0,1	24	3	0,0	1,3
0	3	0,7	0,2	24	3	0,7	1,0
0	3	0,7	0,5	24	3	0,7	0,9
0	3	0,7	0,9	24	3	1,2	1,3
0	3	1,2	1,7	24	3	1,2	1,2
0	3	1,2	0,0	24	11	0,0	4,3
0	3	1,2	1,1	24	11	0,0	5,6
0	3	1,2	1,5	24	11	0,7	4,6
0	11	0,0	1,5	24	11	0,7	2,6
0	11	0,0	0,6	24	11	1,2	1,4
0	11	0,7	-0,8	24	11	1,2	1,8
0	11	0,7	-1,5	24	19	0,0	8,1
0	11	1,2	1,3	24	19	0,0	6,5
0	11	1,2	1,9	24	19	0,7	4,8
3	19	0,0	4,0	24	19	0,7	4,0
3	19	0,0	3,0	24	19	1,2	4,7
3	19	0,7	2,9	24	19	1,2	4,4

Fonte: Dados da pesquisa.