

MARCOS WESTPHAL GONÇALVES

**DIAGNÓSTICO DA MATURAÇÃO E QUALIDADE DE MAÇÃS
NO PERÍODO DE COLHEITA, EM NÍVEL COMERCIAL**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Luiz Carlos Argenta
Coorientador: Prof. PhD. Cassandro Vidal Talamini do Amarante

**LAGES, SC
2016**

Gonçalves, Marcos Westphal
Diagnóstico da Maturação e Qualidade de Maçãs no
Período de Colheita, em Nível Comercial / Marcos
Westphal Gonçalves. - Lages, 2016.

81 p.: il.; 21 cm

Orientador: Luiz Carlos Argenta

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. *Malus domestica* Borkhausen. 2. Evolução
semanal. 3. Variação Anual. 4. Colheita
comercial. I. Gonçalves, Marcos Westphal. II.
Argenta, Luiz Carlos. III. Universidade do Estado
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. IV. Diagnóstico da Maturação e
Qualidade de Maçãs no Período de Colheita, em
Nível Comercial.

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

MARCOS WESTPHAL GONÇALVES

**DIAGNÓSTICO DA MATURAÇÃO E QUALIDADE DE MAÇÃS
NO PERÍODO DE COLHEITA, EM NÍVEL COMERCIAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca Examinadora:

Orientador: _____
Pesquisador Dr. Luiz Carlos Argenta
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina (EPAGRI)

Membro: _____
Professor Dr. Cristiano André Steffens
CAV/UDESC

Membro: _____
Pesquisadora Dra. Mariuccia Schiliching de Martin
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa
Catarina (EPAGRI)

Lages, SC, 28 de abril de 2016.

Ao meu Chero Vanir, meus filhos João Guilherme e Joaquim Nuno, que juntos participaram desde a concepção deste desafio colocado em nosso caminho. Dedico também a meu pai Dionisio, que me instigou a sempre estar um passo a sua frente. Poderei dizer que em termos de educação formal estarei mesmo tendo a consciência de que preciso caminhar muito para quem sabe igualar-me a ele um dia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela energia, vitalidade, e dádiva concedida de encontrar pessoas tão boas durante o caminho.

À empresa Fischer e em especial Arival Pioli, Silvio Gmach e Marisa Mathias, pela confiança para a realização desta tarefa, tenham certeza de que o investimento foi bem feito.

À Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, que possibilitou a realização deste estudo.

À Epagri pelo compromisso com a melhoria e em especial ao Dr. Luiz Argenta, pelo tempo e dedicação ao trabalho é exemplo de pesquisador, pessoa e cidadão.

À Dra. Andrea Scolaro pela paciência e perseverança no processamento dos dados do trabalho.

À Dra. Mariuccia Schlichting pela colaboração neste trabalho.

Aos colegas e amigos da Fischer que ao longo do tempo geraram os dados com a precisão e qualidade que lhe são peculiares.

À Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (Uniarp) pelo apoio dado durante a realização desta atividade.

Aos professores Cassandro, Sangoi, Cristiano, Ricardo, Mari, Amauri, Aike, Leo, Luiz Claudio, Pedro, Fabiano, Fert, Leonardo, pelas importantes orientações.

Aos colegas que participaram comigo das disciplinas que cursei, foram inomináveis, a exemplo do aprendizado que obtive com vocês.

Aos colegas do laboratório de pós-colheita da Epagri de Caçador pelo auxílio de sempre.

Aos meus amados irmãos MM:, que sempre estiveram juntos na caminhada.

À minha mãe Neusa, meu irmão Mathias, minha irmã Luiza, minha cunhada Carine, minha sobrinha Beatriz, e meu

cunhado Tony, que sempre apoiaram todos os empreendimentos.

Ao Sr. Valtair a Sra Nair, as minhas cunhadas Rose e Cleide que sempre estiveram ao nosso lado.

E a minha nave e branquela, “elas” não tem fluido vital, mas fizeram parte dos grandes momentos de reflexão sobre a vida e trabalho, além de auxiliarem na conexão com Deus.

Obrigado.

“Devemos erguer templos a virtude,
forjar algemas ao vício e cavar
masmorras ao crime”

RESUMO

GONÇALVES, Marcos Westphal. **Diagnóstico da Maturação e Qualidade de Maçãs no Período de Colheita, em Nível Comercial**. 2016. 81f. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Fisiologia Pós-Colheita) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

Este estudo foi realizado para analisar os índices de maturação e qualidade de maçãs que ocorrem no momento da colheita em nível comercial, bem como a variabilidade desses índices devido ao ano de colheita. Um banco de dados foi construído através da análise de 62.807 amostras de maçã da cultivar Gala e seus clones ('Gala') e 29.053 amostras de maçã da cultivar Fuji e seus clones ('Fuji') ao longo de 11 anos (2005 a 2015), em empresa na região de Fraiburgo. As maçãs analisadas foram colhidas em pomares comerciais de Fraiburgo (60%) e São Joaquin (30%), em Santa Catarina e da região dos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul (10%). Cada amostra foi composta por 100 maçãs representativas de diferentes unidades de produção de 6 a 19 toneladas de maçãs e analisada em até 36 horas após a colheita. A qualidade das maçãs foi analisada quanto a aparência e tamanho. Os parâmetros de aparência foram a intensidade de cor vermelha, a frequência e tamanho de lesões e danos visíveis na superfície do fruto. Com base na análise da aparência, cada fruto, foi classificado em uma das seguintes categorias de qualidade: Extra, Cat1, Cat2, Cat3, fora de categoria não evolutivo ('FCNE'), e fora de categoria evolutivo ('FCE') de acordo com os regulamentos legais. Cada fruta foi classificada em um calibre com base em sua massa, seguindo as normas legais. O período de colheita comercial se estendeu da 3^a à 15^a semana do ano para a 'Gala' e da 10^a a 22^a semana do ano para

a 'Fuji', embora cerca de 70% da produção de 'Gala' e 'Fuji' foram colhidas num período de 4 e 6 semanas, respectivamente. Os índices de maturação e qualidade das maçãs variaram significativamente entre anos para ambas as cultivares. As variações da firmeza da polpa entre anos foram de 15,7 lb a 18,2 lb para 'Gala' e de 14,5 lb a 16,8 lb para 'Fuji'. Os teores médios anuais de sólidos solúveis variaram de 11,9 a 13,3% em 'Gala' e 12,8 a 15,4 % em 'Fuji' entre 2005 e 2011. A média anual do índice de iodo-amido variou de 4,1 a 6,4 para 'Gala' e 3,9 a 5,9 para 'Fuji'. O índice de *russeting* variou entre anos de 1,1 a 1,7 para 'Gala' e de 1,1 a 1,8 para 'Fuji'. O calibre médio anual variou entre anos de 138 a 174 para a 'Gala' e de 120 a 145 para a 'Fuji'. Os índices de maturação e qualidade também variaram ao longo do período de colheita. No início do período de colheita (primeira semana), a firmeza média foi de 17,9 e 17,1 lb, os sólidos solúveis de 12,2 e 12,9%, o índice de iodo-amido de 4, e 3,9 e a acidez 5,7 e 6,2 meq/100ml para 'Gala' e 'Fuji' respectivamente. A distribuição de frequência média de 2005 a 2015, nas categorias Extra, Cat1, Cat2, Cat3, FCNE, FCE, para a 'Gala' foi respectivamente de 6%, 31,5%, 34,4%, 22%, 5,6% e 0,7% e para a 'Fuji' a mesma distribuição foi de 4,6%, 38,4%, 33,6%, 18,6%, 4,3%, 0,6%. O tamanho das maçãs de ambas cultivares não variou de forma consistente ao longo do período de colheita comercial.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkhausen. Evolução semanal. Variação Anual. Colheita comercial.

ABSTRACT

GONÇALVES, Marcos Westphal. **Diagnosis of Maturation and Quality of apples during the harvest, at commercial level.** 2016. 81f. Master (Dissertation in Vegetable Production – Area: Biology and Post-Harvest) – University of de Santa Catarina State. Graduate Program in Vegetable Production, Lages, 2016.

This study was accomplished to analyze the maturation indexes and quality of apples that occur at harvest to the commercial level as well as the variability of these indexes due to the harvest year. A database was built by the analysis of 62,807 apple samples of Gala and their mutant clones 'Gala' and 29,053 apple samples of Fuji and its mutant clones 'Fuji' for eleven years (2005 and 2015) in a commercial company. Apples analyzed were collected from commercial orchards of Fraiburgo (60%) and São Joaquin (30%) in Santa Catarina State and the Vacaria region of Rio Grande do Sul State (10%). Each sample consisted of 100 apples representing different orchards, variety and date of harvest analyzed within 36 hours after the harvest. The apples were analyzed for appearance and size. The appearance parameters were intensity of red color, frequency and size of superficial injuries and damage. Based on the analysis of appearance, each fruit was ranked in one of the following categories: Extra, Cat1, Cat2, Cat3, Cat4, Out of category undeveloped defects 'OCUD', Out of category developed defects 'OCDD' according to legal regulations. Each fruit was ranked in a size class (caliber) following legal regulations based on their mass. The commercial harvest extends from the 3rd to the 15th week of the year for Gala and from 10th to 22th week of the year for 'Fuji', although about 70% of 'Gala' and 'Fuji' production was harvested in 4 and 6 weeks, respectively.

Maturity indexes and quality of apples vary significantly among the years for both cultivars. The average of 'Gala' firmness ranges from 15.7 to 18.2 lb, and from 14.5 to 16.8 lb for 'Fuji'. Regarding the soluble solids 'Gala' average ranged from 11.9% to 13.3% and for 'Fuji' ranged from 12.8% to 15.4%. The average of starch index ranging from 4.1 to 6.4 for 'Gala' and from 3.9 to 5.9 for 'Fuji'. The titratable acidity ranged between 4.2 meq/100 ml and 6.1 meq/100ml for 'Gala' and between 4.4 meq/100 ml and 5.3 meq/100ml for 'Fuji'. The severity of russetting for 'Gala' ranged from 1.1 to 1.7 and for 'Fuji' from 1.1 to 1.8. The average size, represented by fruit caliber for 'Gala' varied between 138 and 174 and for 'Fuji' between 120 and 145. At the beginning of the harvest period, the average firmness was 17.9 lb and 17.1 lb, soluble solids of 12.2% and 12.9%, starch index 4.0 and 3.9 and titratable acidity 5.7 meq/100 ml and 6.2 meq/100ml for 'Gala' and 'Fuji' respectively. In the average from 2005 to 2016, the quality distribution in terms of category Extra, Cat1, Cat2, Cat3, 'OCUD', 'OCDD' was for 'Gala', 6%, 31,5%, 34,4%, 22%, 5,6% e 0,7% respectively and for 'Fuji' the same distribution was 4,6%, 38,4%, 33,6%, 18,6%, 4,3%, 0,6%. At the end of the harvest period (last week) the average firmness was 14.2 lb and 14.3 lb, soluble solids of 13.1 and 14.4, starch index of 6.1 and 6.4 and titratable acidity 3.9 and 3.8 meq/100ml for 'Gala' and 'Fuji' respectively. The size of both cultivars of apples does not vary consistently throughout the commercial harvest period.

Key words: *Malus domestica* Borkhausen. Weekly variation. Annual Variation. Comercial harvest.

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Número de amostras de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ analisadas por ano, desde de 2005 até 2015, total de amostras por ano, por cultivar e média aritmética anual de amostras.....38
- Quadro 2 - Limites de tolerâncias de coloração, *russetting* e defeitos (lesões) em função da categoria das maçãs comercializadas no Brasil40
- Quadro 3 - Relação massa (g) e Calibre para as maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’.....41
- Quadro 4 - Número de câmaras utilizadas para armazenagem de maçãs de 2005 a 2015, total por ano, cultivar e geral, e média aritmética anual.....43

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, severidade de *russetting* e calibre de maçãs ‘Fuji’ na colheita, ao longo dos anos. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 49 a 65 câmaras por ano (n=49 a 65)47
- Figura 2 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, severidade de *russetting* e calibre de maçãs ‘Gala’ na colheita, ao longo dos anos. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 70 a 103 câmaras por ano (n=70 a 103)51
- Figura 3 - Frequência de frutos por categoria na colheita em maçãs ‘Fuji’ e ‘Gala’ avaliadas anualmente de 2005 a 2015 (n=11)53
- Figura 4 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, calibre de frutos e nº de bins colhidos de maçãs ‘Fuji’ em função da semana de colheita. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 11 anos (n=11)56
- Figura 5 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, calibre de frutos e nº de bins colhidos de maçãs ‘Gala’ em função da semana de colheita. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 11 anos (n=11)59

LISTA DE ABREVIACÕES

CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
DAPF	Dias após a plena flor
AVG	Aminoetoxivinilglicine
ABPM	Associação Brasileiras dos Produtores de Maçã
Cat	Categoria
FCNE	Fora de Categoria Não Evolutivo
FCE	Fora de Categoria Evolutivo

LISTA DE SÍMBOLOS

kg	quilogramas
lb	libra
g	grama
SS	sólidos solúveis
%	porcentagem
meq	miliequivalente
mL	mililitros
ton	tonelada
ha	hectare
I ₂ -KI	iodo-iodeto de potássio
h	hora
cal	calibre
AT	acidez titulável
N	normal
NaOH	Hidróxido de Sódio
Mark	Modelo de caixa de papel ondulado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	31
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3	RESULTADOS.....	44
3.1	MATURAÇÃO E QUALIDADE NA COLHEITA EM FUNÇÃO DO ANO.....	44
3.1.1	Variação da maturação e qualidade em função do ano de colheita para a cultivar Fuji.....	45
3.1.2	Variação da maturação e qualidade em função do ano de colheita para a cultivar Gala	48
3.1.3	Variação da qualidade em função do ano de colheita para a cultivar ‘Gala’ e ‘Fuji’	52
3.2	VARIAÇÃO DA MATURAÇÃO E QUALIDADE EM FUNÇÃO DA SEMANA DE COLHEITA	54
3.2.1	Variação da maturação e qualidade em função da semana de colheita para a cultivar Fuji.....	54
3.2.2	Variação da maturação e qualidade em função da semana de colheita para a cultivar Gala.....	57
4	DISCUSSÃO	60
5	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

1 INTRODUÇÃO

A cultura da maçã no Brasil pode ser considerada uma jovem de 50 anos, quando comparada com outros países, líderes mundiais na produção comercial de maçãs. O cultivo comercial de macieiras iniciou no Brasil com testes de adaptação de cultivares oriundas de outros países no final da década de 60. Empreendedores procuravam selecionar uma cultura que pudesse minimizar impactos da desaceleração da cadeia de produção da madeira por extração de pinheiros, matriz econômica do meio oeste de Santa Catarina.

Num campo experimental organizado pelo Sr. Roger Biau, a pedido da família Frey, Evrard e Maller, foram testadas além de maçã, diversas outras culturas como amora, cerejas, ameixas, nectarinas, pêssegos, peras, damascos, nozes e uvas. Segundo relatos do próprio Biau (comunicação pessoal), tratava-se de um experimento com mais de 60 espécies diferentes, e que até os dias atuais poderia ser considerado um dos maiores projetos de introdução de espécies e cultivares já feitos no Brasil. Na época algumas espécies demonstravam melhor adaptação as condições edafo-climáticas na região de produção, e entre elas a maçã foi uma das que se destacou. Apesar de haverem sido plantadas diversas cultivares de maçã, na época 3 delas, demonstraram, as melhores condições de produção em termos de adaptação ao clima, estabilidade de produção e qualidade dos frutos produzidos, que foram a cultivar Golden, Gala e Fuji.

Plantios comerciais com estas 3 cultivares iniciaram na década de 70. Segundo Kist (2015), já se colhia 1.528 toneladas de maçãs em 1974 em Fraiburgo. Os resultados dessa experiência comercial existente em Fraiburgo, despertou interesse no plantio de macieiras por agricultores e empresários de outras regiões. Na safra 2014/2015 a colheita de maçãs no Brasil chegou a 1.163 mil toneladas, sendo 700 vezes maior que o volume produzido no início da década de 70. Durante a década de 70 e 80 o governo federal por meio de incentivos fiscais fomentou o plantio de macieiras e os empreendimentos

industriais começaram a surgir e ganhar corpo. Vale lembrar que nesta época, a maçã consumida no Brasil era oriunda de outros países, sobre tudo da Argentina pesando sobremaneira nas relações comerciais entre estes dois países, razão pela qual o governo brasileiro subsidiou a implantação de vários pomares na época.

No ano de 2010 segundo dados da FAO (2016) os pomares brasileiros cobriam a área total de 38.723 ha, sendo este o ponto máximo de área plantada no Brasil. Apesar da boa adaptação declarada pelo Sr. Roger Biau na época, a cultivar Golden não foi bem aceita em nível comercial, razão pela qual, atualmente 95% da safra foram de frutas da cultivares Gala e Fuji (KIST, 2015). Entre os fatores que definiram a concentração dos cultivos destas variedades estão, a adaptação destas cultivares às condições edafoclimáticas de produção, bom perfil de qualidade do produto, boa aceitação comercial, disponibilidade de material propagativo, escalonamento da colheita e a possibilidade de armazenagem da fruta e comercialização ao longo de todo o ano.

A colheita das maçãs na região sul do Brasil normalmente inicia em janeiro e se estende até maio. Grande parte das maçãs colhidas é armazenada, permitindo a sua comercialização ao longo de todo o ano no mercado interno. Maçãs que tem como destino os mercados fora do Brasil normalmente são comercializadas entre os meses de fevereiro e junho.

Maturação se refere a alterações na fruta que a deixam pronta para o consumo. Tais alterações incluem, mas não se limitam ao amaciamento através de degradação enzimática da parede celular, a hidrólise do amido, a acumulação de açúcares e a redução dos ácidos e compostos fenólicos, incluindo os taninos.

O estágio de maturação das maçãs no momento da colheita é um dos fatores que mais afeta a sua qualidade na colheita e após a armazenagem (ARGENTA, 2002; KADER, 2002; WATKINS, 2003). A colheita antes da maturação adequada pode resultar em frutos de baixa qualidade devido à

falta de sabor e aroma, tamanho muito pequeno, pouca pigmentação avermelhada e maior susceptibilidade a alguns distúrbios fisiológicos tais como *Bitter Pit* e escaldadura superficial (ARGENTA, 2002; FELLMAN et al., 2003). Quando colhidos tardiamente, as maçãs normalmente apresentam baixo potencial de conservação da qualidade, apresentando firmeza da polpa e acidez muito baixa após a armazenagem e sendo mais sensíveis ao desenvolvimento de alguns distúrbios tais como polpa farinácea, escurecimento senescente da polpa, dano por CO₂ e podridões (ARGENTA; MONDARDO, 1994; ARGENTA, 2002; STANGER et al., 2013). Muitos estudos têm demonstrado que o ponto ideal de colheita de maçãs destinadas à armazenagem está associado ao estágio em que a taxa respiratória é mínima (pré-climatérico) e ao início da síntese de etileno auto catalítico (ARGENTA, 2002). De acordo com Watkins (2003), a produção de etileno é o principal indicador fisiológico do estágio de maturação de maçãs, por ser o hormônio que regula a maturação e a senescência de frutos climatéricos. No entanto, o aumento acentuado, auto catalítico, da produção de etileno nos frutos ligados a planta, não coincide com período de colheita comercial, para muitas cultivares, como Golden Delicious e Fuji (ARGENTA, 1993), além de ser significativamente influenciado pela região e ano de produção, época de cultivo e variabilidade na população de frutos (ARGENTA, 2002; WATKINS, 2003). Devido a estas limitações, a taxa de produção de etileno deve ser utilizada em conjunto com outros índices de maturação para predizer o estágio ideal para a colheita.

O emprego de indicadores do amadurecimento dos frutos como o índice de hidrólise do amido, firmeza de polpa, teor de açúcares e ácidos além da verificação da cor da epiderme tem sido amplamente usados para monitorar a maturação de maçãs em pomares comerciais e para estimar o ponto de colheita das maçãs destinadas à armazenagem e ao consumo imediato (ARGENTA, 2002). Estes indicadores físico-químicos se

caracterizam pela precisão e simplicidade dos métodos e instrumentos de avaliação (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010), além da consistência dos valores de um ano para outro e correlação com a análise sensorial (HARKER et al., 2002) que permite a comparação dos valores entre as diferentes safras.

Métodos moleculares de previsão da data ótima de colheita ainda são caros, mas estão sendo desenvolvidos para serem utilizados juntamente com os métodos físico químicos de detecção da maturação e trazem vantagens no sentido de trazerem os resultados em estádios precoces o que auxiliaria na previsão antecipada da data de colheita. (NEUWALD; STREIF, 2012).

O escalonamento da colheita das maçãs durante os quatro meses do verão normalmente se faz pela diversificação de cultivares que apresentam diferentes períodos de desenvolvimento entre a florada e o ponto de colheita comercial (CAMILO; DENARDI, 2002). Em alguns países como Estados Unidos, pelo menos 90% da produção é de seis cultivares, enquanto no Brasil, 95% da produção se concentra em duas cultivares, Gala e Fuji (PÉRÈS, 2009; KIST, 2015). Por isso, no Brasil, métodos adicionais como o plantio em regiões com diferentes microclimas, indução da quebra de dormência por reguladores de crescimento em diferentes épocas (PETRI, 2002), tem sido usadas no Brasil como medidas para escalonamento da colheita. Outros métodos como a utilização de Aminoethoxyvinylglycine ('AVG') que segundo Petri et al. (2011), retardou o início da colheita entre sete e onze dias para a cultivar Gala e a aplicação de Ácido Naftaleno Acético (ANA) que apesar de reduzir a queda de frutos, acelera a perda de resistência de polpa (PETRI et al., 2011).

Maçãs das cultivares Gala e Fuji são classificadas no Brasil em função do percentual da epiderme coberto com a coloração vermelha, e em função da quantidade e intensidade de defeitos que cada fruto apresenta no momento da classificação. Maçãs classificadas como Categoria Extra e Categoria 1, tem

valor de mercado mais alto que os frutos das categorias 2, 3 e fora de categoria.

Segundo Petri et al. (2002), observa-se nos últimos anos que a maçã que dá lucro ao produtor é a que tem qualidade, pois uma fruta de terceira categoria ou comercial tem valor inferior a 50% da categoria um.

As cultivares Gala e Fuji e seus clones tem condições de produzir normalmente frutas com mais de 40% de cor vermelha, o que segundo a IN-05 de 2006 (BRASIL, 2006) já seria considerado frutos de Cat 1, entretanto ocorrências climáticas como granizo, chuvas excessivas, ou temperaturas extremamente baixas ou altas, durante o período em que as maçãs estão no pomar já podem causar danos na epiderme da fruta que são suficientes para que as maçãs passem a ser consideradas de categorias 2, categoria 3 ou sejam classificadas como frutos fora de categoria. Danos que ocorrem durante a colheita como batidas, esfolões, pequenas perfurações causadas por pedúnculos da própria fruta ou por utensílios e equipamentos utilizados pelos colhedores, quando estes não tiverem sido bem capacitados, também tendem a desqualificar as maçãs. Por fim a incidência de pragas e doenças, causando danos na epiderme dos frutos e eventualmente até a podridão dos mesmos também contribuem para este desqualificação do ponto de vista estético.

Índices de maturação para o período ideal de colheita de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ produzidas no Sul do Brasil para diferentes destinos pós-colheita são conhecidos (ARGENTA, 1993; ARGENTA; MONDARDO, 1994; ARGENTA et al., 1995) e tem sido utilizado para orientar o momento de início da colheita e a segregação de lotes de maçãs em função da maturação para comercialização imediata ou armazenamento e comercialização em diferentes períodos do ano. No entanto, vários fatores impedem que parte das maçãs brasileiras sejam colhidas em estágio ideal de maturação, ou que não se adequem ao destino pós-colheita planejado.

Destaca-se o fato de 95% das maçãs colhidas serem de apenas duas cultivares, ocorrência de condições climáticas desfavoráveis, particularmente de precipitação, no período de colheita, disponibilidade insuficiente de mão de obra e infraestrutura para colheita, recepção e acondicionamento em câmaras refrigeradas nos parques de armazenagem e longas distâncias e/ou baixa qualidade das estradas para deslocamento das maçãs entre o pomar e os parques de empacotamento e armazenagem.

As informações disponíveis relacionadas às diferenças entre os anos nos índices de maturação, qualidade e massa das maçãs nas condições de produção brasileira, normalmente se referem a experimentos conduzidos com número limitado de amostras e de anos, desta forma com uma visão limitada em termos de histórico.

Da mesma forma os dados de evolução dos índices de maturação durante o período de colheita estão limitados a amostragens pequenas, com número limitados de anos. Existe falta de informações relativas a maturação, qualidade, calibre tanto ao longo do período de colheita, quanto em função do ano, em situação de colheita comercial.

O que se buscou no presente trabalho foi o de utilizar um banco de dados estruturado ao longo de 11 anos em empresa comercial, com um grande volume de dados e gerar informações e compreender desta forma de que modo ocorre a evolução da maturação e qualidade das maçãs em nível comercial no período de colheita.

Outro objetivo foi o de avaliar os índices de maturação e qualidade de maçãs das cultivares Gala e Fuji que ocorreram em colheita comercial, entre os anos de 2005 e 2015, com frutas oriundas de pomares de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Um banco de dados de índices de maturação e qualidade de maçãs de uma empresa comercial de Fraiburgo, SC foi sistematizado em planilha eletrônica e examinado.

Esse banco de dados foi construído pela análise de 62.807 amostras de maçãs da cultivar Gala e seus clones mutantes ('Gala') e 29.053 amostras de maçãs da cultivar Fuji e seus clones mutantes ('Fuji'), entre 2005 e 2015 (Quadro 1). As maçãs analisadas foram colhidas em pomares comerciais de três regiões produtoras, sendo que em média a proporção das amostras se refere a pomares de Fraiburgo (60%) e São Joaquim (30%) em Santa Catarina e da região dos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul (10%). O número de amostras analisadas variou entre anos (Quadro 1), a variação da produção total de maçãs na referida empresa e no Brasil foi proporcional ao número de amostras, sendo a média anual foi de aproximadamente 5.700 amostras de 'Gala' e 2.650 amostras de 'Fuji'.

Cada amostra foi composta por 100 maçãs de mesma origem, data de colheita, cultivar e característica de qualidade, coletadas aleatoriamente no momento da chegada das cargas na casa de embalagem entre 4 h a 48 h após a colheita. As maçãs foram transportadas em *bins* (contentor industrial) do pomar até a casa de embalagem. As cargas de caminhão foram compostas por 18 a 60 *bins*, sendo que cada *bin* continha aproximadamente 380 kg de maçãs 'Gala' ou 390 kg de maçãs 'Fuji'. As amostras de maçãs foram identificadas pelo número da amostra, nome da cultivar, data de colheita, origem (região e pomar) destino (câmara de armazenagem), e quantidade de *bins* representados pela amostra e a seguir analisadas.

Quadro 1 - Número de amostras de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ analisadas por ano, desde de 2005 até 2015, total de amostras por ano, por cultivar e média aritmética anual de amostras.

Ano	Gala	Fuji	Total
2005	5162	2354	7516
2006	4232	1823	6055
2007	4980	2509	7489
2008	5657	3334	8991
2009	5483	3015	8498
2010	6178	3350	9528
2011	6545	2780	9325
2012	8505	2452	10957
2013	5397	2774	8171
2014	4959	2009	6968
2015	5709	2653	8362
Total	62807	29053	91860
Média	5710	2641	8351

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

A qualidade das maçãs foi analisada quanto à aparência e ao tamanho. As medidas da aparência foram a intensidade (percentagem) de coloração avermelhada e a frequência e tamanho de lesões e danos visíveis na superfície dos frutos. A percentagem de coloração avermelhada foi determinada pela relação entre a área da superfície dos frutos com coloração avermelhada e a área total da superfície dos frutos. As lesões e danos examinados (Quadro 2) foram àqueles produzidos pelos seguintes fatores: 1) Fisiológicos tais como *russetting*, queimadura de Sol, rachadura peduncular, *bitter pit*, entre outros; 2) Fitopatológicos tais como mancha de sarna e de *Glomerella*; 3) Danos causados por insetos e; 4) Abióticos

(físicos) tais como granizo, congelamento (geada), colisões e vibrações. Baseando-se nas análises da aparência, cada fruto foi enquadrado em uma das seguintes categorias (índices) de qualidade: Extra, Cat1, Cat2, Cat3, fora de categoria não evolutivos, e fora de categoria evolutivos. O enquadramento dos frutos nessas categorias, pela aparência, foi realizado de acordo com a norma (IN-05) estabelecida e regulamentada na pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2006), resumida no Quadro 2. Lesões cicatrizadas causadas por granizo, geada, sarna, etc. foram consideradas como não evolutivas após a colheita, enquanto as lesões por podridões, *bitter pit*, senescência e fito-toxidez foram consideradas como evolutivas, cuja severidade poderia evoluir no período pós-colheita. O enquadramento de cada fruto em uma categoria de qualidade estética permitiu se determinar a frequência (%) de frutos em cada categoria para cada amostra de 100 frutos analisada.

Os índices de *russetting* foram determinados para cada fruto pela análise visual do grau de severidade: 1) Até 15% da epiderme afetada a partir da cavidade peduncular, 2) Entre 16 e 30% da epiderme afetada a partir da cavidade peduncular e 3) Mais de 30% da epiderme afetada a partir da cavidade peduncular. Regra esta estabelecida pela própria empresa ainda na década de 90, baseado nas tolerâncias permitidas para os diferentes mercados de frutas, sendo 1 para frutas com possibilidade de se adequarem ao padrão de Cat 1 para mercado externo, 2 para frutas com potencial de serem classificadas como Cat1 para mercado interno, e 3 para frutos que não seriam classificados como Cat1 para mercado externo e interno. Os resultados da análise de *russetting* foram apresentados como uma variável de qualidade, embora tenham sido usados também para enquadrar os frutos em uma das seis categorias de qualidade descritas acima.

O tamanho dos frutos foi analisado pela determinação da sua massa em balança eletrônica digital. Cada fruto foi

enquadrado em uma classe de tamanho (Calibre) seguindo normas do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2006). As classes de calibre se referem ao número de maçãs que uma embalagem contém, entretanto para efeito padronização em função do que se utiliza comercialmente foi convencionado que calibre é a quantidade de frutos em uma determinada escala de massa fresca (g) necessária para se produzir uma caixa contendo 18 kg de maçãs (Quadro 3).

Quadro 2 - Limites de tolerâncias de coloração, *russeting* e defeitos (lesões) em função da categoria das maçãs comercializadas no Brasil.

Defeitos	Categoria				
	Extra	Cat1	Cat2	Cat3	Fora de Categoria não evolutivos
Cor vermelha %	> 75	> 45	>25	> 10	<10
Russeting %	< 10	< 20	< 40	<= 70	> 70
Bitter Pit (mm ²)	0	< 5	< 10	<= 50	> 50
Lesão cicatrizada Leve (mm ²)	< 10	< 30	< 200	< 1000	> 1000
Lesão cicatrizada Grave (mm ²)	0	< 10	< 30	< 500	> 500
Mancha de Sarna (mm ²)	0	< 3	< 20	< 150	> 150
Dano Mecânico (cm ²)	< 0,5	< 1	< 2	< 5	> 5
Queimadura de Sol (%)	0	< 10	< 20	< 50	> 50
Rachadura Peduncular (cm)	0	< 1	< 2	< 3	> 3
Lesão aberta (mm ²)	0	< 5	< 20	< 70	> 70

Fonte: Produção do próprio autor, 2016. Adaptado de IN-05, 26/02/2006.

Quadro 3 - Relação massa (g) e Calibre para as maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’.

Calibre	Massa (g)	
	Limite Superior	Limite Inferior
300	<66	>54
250	<77	>66
216	<86	>77
198	<96	>86
180	<105	>96
165	<115	>105
150	<127	>115
135	<142	>127
120	<157	>142
110	<172	>157
100	<190	>172
90	<213	>190
80	<241	>213
70	<279	>241
60	<999	>279

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

A maturação das maçãs foi analisada por medidas de firmeza de polpa, índice de amido, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) em uma subamostra de 5 maçãs com massa média de aproximadamente 130 e 140 g, selecionadas da amostra principal de 100 maçãs. As medidas de firmeza da polpa e índice de iodo-amido foram realizadas para cada fruto da subamostra enquanto a as medidas de SS e AT foram realizadas em uma única amostra de suco extraída dos 5 frutos. Primeiramente foi medida a firmeza de polpa, para isto, foi retirada com o auxílio

de um *peeler* a epiderme em dois pontos da região equatorial de cada um dos 5 frutos, evitando o lado de exposição ao sol e a sombra, posteriormente foi utilizado um penetrômetro analógico marca Renner modelo FT 327, com embolo de 11mm de diâmetro, montado em plataforma de bancada para teste manual, a informação em lbf/pol² média das 10 medições foi lançada no sistema. As 5 maçãs eram então partidas ao meio na sua porção equatorial, sendo que as metades superiores das maçãs foram utilizadas para a determinação do índice de iodo-amido pelo teste Iodo-Amido. A secção transversal da polpa foi exposta à solução de I₂+KI. Um índice de iodo-amido foi então atribuído para cada fruto se comparando a extensão de colorização roxa da secção transversal do complexo iodo-amido com aquelas de uma tabela de fotografias com índices de 1 a 9. O índice de iodo-amido 1 indica fruto imaturo, com alto teor de amido (aproximadamente 100% da secção transversal da polpa corada pelo complexo iodo-amido) e o índice 9 indica fruto amadurecido com teor de amido mínimo (secção transversal da polpa minimamente corada ou não corada pelo complexo iodo-amido) (ARGENTA, 2002). A média das 5 leituras foi lançada no sistema de informações da empresa e posteriormente utilizada no trabalho.

As 5 metades da secção inferior da fruta foram colocadas em um espremedor centrífugo. O teor de SS no suco foi determinado usando-se refratômetro analógico (Atago, Japão), enquanto a AT foi determinada pela titulação de 10 mL de suco com 0,1 N NaOH até o ponto de virada da coloração da fenolfetaleína. O suco das maçãs foi diluído (1:10) em água num Erlenmeyer e três gotas de fenoftaleína foram adicionadas ao suco diluído. NaOH foi adicionado ao suco em agitação até a cor do suco se tornar cor-de-rosa. Este volume em mililitros de NaOH na solução de 10 ml significa a quantidade em miliequivalente de NaOH por 100 ml de suco e esta informação foi então lançada no sistema.

As análises de frequência de amostras em diferentes escalas de índices de maturação e qualidade foram realizadas usando os dados médios de cada amostra de 100 maçãs, independentemente do ano e do destino (tempo de armazenagem) das maçãs.

Quadro 4 - Número de câmaras utilizadas para armazenagem de maçãs de 2005 a 2015, total por ano, cultivar e geral, e média aritmética anual.

Ano	Gala	Fuji	Total
2005	83	56	139
2006	73	50	123
2007	73	51	124
2008	92	65	157
2009	87	63	150
2010	98	66	164
2011	92	52	144
2012	70	55	125
2013	96	52	148
2014	81	57	138
2015	113	49	162
Total	958	616	1574
Média	87	56	143

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

A análise do fator semana de colheita foi determinada usando dados médios de cada um dos 11 anos (n=11). A análise do fator ano foi realizada usando os dados médios de 70 a 103 câmaras de armazenagem (n=70 a 103) para a cultivar Gala e de 49 a 65 câmaras de armazenagem (n=49 a 65) para a cultivar Fuji. O número de câmaras de armazenagem de cada ano está descrito no Quadro 4. As cargas de maçãs foram segregadas de acordo com os índices de maturação e qualidade e reunidas em

diferentes câmaras de armazenagem. Dessa forma, se agruparam maçãs de várias cargas com semelhantes origens, índices de maturação e qualidade, numa mesma câmara de armazenagem. As maçãs de cada câmara foram armazenadas por poucos dias ou por vários meses de acordo com o potencial de armazenagem estimado com base nos índices de maturação e/ou de acordo com a programação de base comercial. Os índices de maturação e qualidade das maçãs de cada câmara de armazenagem foram determinados pela média das várias amostras de 100 frutos analisadas relativas a fruta armazenada nas câmaras, ponderadas pela relação entre o número de bins de onde foi coletada cada amostra e o número total de bins relativos a amostra, da respectiva câmara.

A variação dos índices de maturação e qualidade das maçãs em função da semana de colheita foram ajustados à modelos de lineares e não lineares por análise de regressões usando o software SigmaPlot 11.2 (Systat Software, Inc.).

Todas as informações de qualidade, russeting, calibre, firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis totais, índice de iodo-amido e teor de acidez relacionando-se com o número da amostra, cultivar, data de amostragem, origem da fruta, qualidade da fruta, e câmara de destino, foram lançados em um software desenvolvido na própria empresa (Legado), e posteriormente exportados para planilha do software Excel para a organização dos dados.

As médias das amostras foram geradas utilizando-se o software SAS e os gráficos foram elaborados utilizando-se o software Sigma Plot.

3 RESULTADOS

3.1 MATURAÇÃO E QUALIDADE NA COLHEITA EM FUNÇÃO DO ANO

3.1.1 Variação da maturação e qualidade em função do ano de colheita para a cultivar Fuji

A firmeza de polpa das maçãs ‘Fuji’ (cultivar Fuji e seus clones mutantes de Fuji) variou entre anos, sendo que foi mínima na safra de 2010 com 14,5 lb, e máxima na safra de 2014, com 16,8 lb (Figura 1).

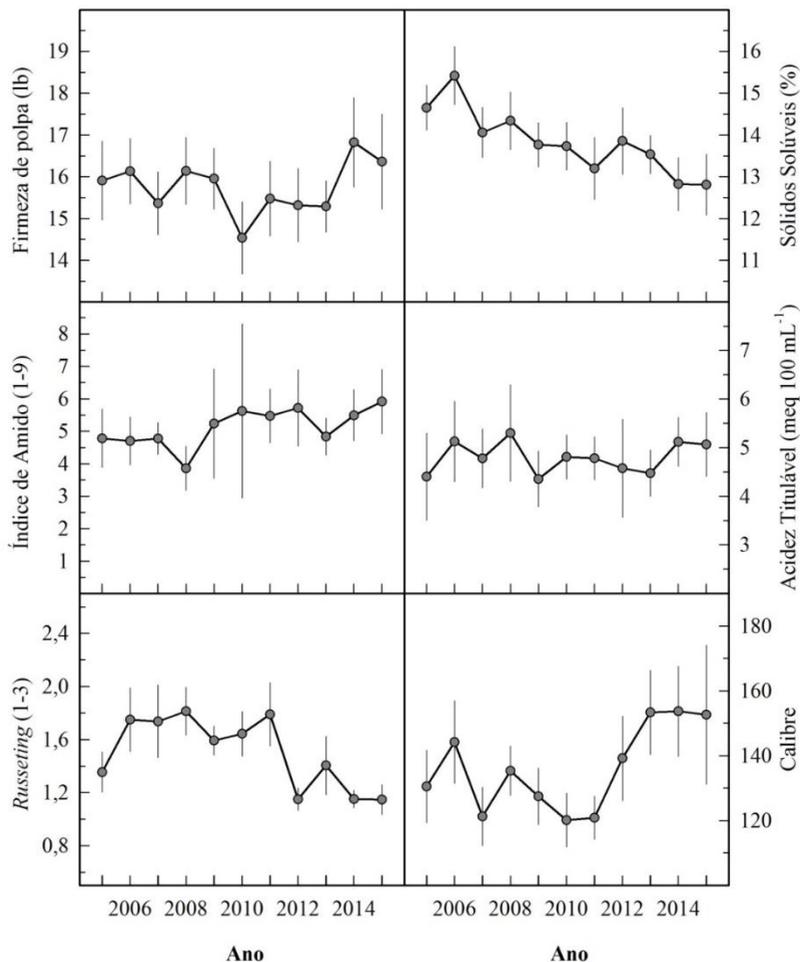
Observou-se uma tendência de redução nos teores de SS (sólido solúveis) no período entre 2005 e 2015, com os menores índices médios sendo verificados nas safras de 2014 e 2015 com 12,8% e o maior índice sendo observado na safra 2006 com 15,4% (Figura 1).

O índice de iodo-amido de 4,8 observado nas safras de 2005 e 2007 foi maior que aquele de 3,9 observado na safra 2008. O índice de iodo-amido médio foi superior a 5 entre 2009 e 2015, exceto para 2013 que foi 4,8 (Figura 1).

Se avaliarmos individualmente o ano de 2015, maçãs ‘Fuji’ apresentaram firmeza média de 16,4 lb enquanto o teor de SS foi de 12,8% verificamos, neste caso que se considerássemos somente estes dois indicadores para definir a maturação das frutas poderiam propor que a fruta estivesse verde (não amadurecida), pois se trata de uma firmeza média das mais altas da série com o teor de SS mais baixo de toda a série histórica. Mas, a análise de um terceiro indicador de maturação, o índice de iodo-amido, indicou que as maçãs de 2015 estavam com índice de maturação mais elevado da série histórica (5,9). A utilização de um terceiro índice de maturação neste caso foi necessário para concluir que a fruta estava em ponto adequado de colheita. Neste caso foi utilizado o índice de iodo-amido, que para a safra de 2015 foi de 5,9 em média. Em contra partida na safra de 2008 as maçãs apresentaram firmeza média igual a 16,1 lb, SS de 14,3% e índice de iodo-amido de 3,9, indicando que a fruta poderia ter sido colhida um pouco mais tarde, já que havia espaço ainda para a transformação do amido reservado na polpa em açúcar solúvel. Esses dados mostram que, aparentemente, nem sempre os diferentes índices de maturação mudam, em

função do ano, de forma sincronizada. A utilização de um só indicador para definir o estágio de maturação na colheita em nível comercial pode levar a erro. Por isso, esses dados mostram a necessidade de se usar pelo menos três indicadores de maturação para se evitar erro na definição da data de início da colheita das maçãs em cada ano, região ou pomar, e/ou na definição do potencial de armazenagem.

Figura 1 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, severidade de *russetting* e calibre de maçãs ‘Fuji’ na colheita, ao longo dos anos. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 49 a 65 câmaras por ano (n=49 a 65).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

A acidez titulável variou de 4,4 meq/100ml na safra 2005 até 5,3 meq/100ml na safra 2008, e em linhas gerais foi o indicador de maturação que menos sofreu variação entre os anos analisados para a ‘Fuji’ (Figura 1).

A severidade de *russeting* variou entre as diferentes safras. As safras de 2012, 2014 e 2015 foram as que apresentaram índice de *russeting* mais baixo, uma vez que para este trabalho, quanto mais próximo este índice fica de 1, menor é a área de epiderme da fruta afetada por este distúrbio. Para a ‘Fuji’ as safras que apresentaram maiores índices de severidade foram as de 2006, 2007, 2008 e 2011 (Figura 1).

Entre as safras de 2005 e 2015, houve grande variação relacionada ao tamanho médio das maçãs ‘Fuji’. Na safra 2010 o calibre médio da ‘Fuji’ foi o 120 enquanto que na safra 2014 o calibre médio foi 154. Significa dizer que na safra 2010, 120 frutas foram o suficiente para preencher uma caixa modelo Mark IV de 18 kg, enquanto na safra 2014, para preencher a mesma caixa com 18 kg de frutas foram necessárias 155 maçãs (Figura 1).

3.1.2 Variação da maturação e qualidade em função do ano de colheita para a cultivar Gala

A firmeza de polpa média das maçãs da cultivar Gala e seus clones (‘Gala’) colhidas em nível comercial variou em função dos anos, sendo que na safra 2005, 2006 e 2012 ficou em média acima de 17 lb enquanto nas safras 2007 a 2011 a firmeza média ficou abaixo de 16 lb e nas safras de 2013 e 2015 a firmeza média foi de 16,5 e 16,9 lb, respectivamente (Figura 2). De toda a série histórica a safra onde as maçãs ‘Gala’ apresentaram firmeza média mais baixa foi a da safra de 2011 com média de 15,7 lb e a safra da série avaliada com a firmeza de polpa média mais alta foi a de 2012, com 18,2 lib (Figura 2).

A colheita de maçãs ‘Gala’ na safra 2012 merece um destaque especial, visto que a firmeza de polpa média atingiu

índices muito acima das médias das outras safras e muito acima dos padrões observados normalmente.

Ainda com relação a firmeza de polpa, é possível verificar que nas colheitas a partir da safra de 2012, a firmeza média foi maior que nas safras de 2007 a 2011 (Figura 2).

Também houve variação entre as safras quanto aos teores médios de SS. O teor médio de SS nas maçãs ‘Gala’ variou de 11,9% na safra 2015, sendo esse o mínimo observado e 13,3% na safra de 2006 que dentro da série histórica foi o maior valor médio. Maçãs ‘Gala’ de todas as outras safras da série histórica apresentaram teor de SS médios dentro da faixa de 12,0% a 12,8% (Figura 2), o que poderia ser considerado um valor de referência para a ‘Gala’ na colheita nas condições estudadas.

O índice de iodo-amido, também apresentou variação entre os diferentes anos analisados, com o mínimo de 4,1 para a safra 2005 e máximo de 6,4 verificado na safra 2015. As maçãs ‘Gala’ das safras de 2014 e 2015 apresentaram índice médio de iodo-amido de 6,2 e 6,4 respectivamente, e são os dois maiores índices médios da série histórica, indicando que as maçãs estariam em estágio de maturação mais avançado que aquelas de 2006, 2008, 2012 e 2013. (Figura 2). A análise da firmeza da polpa indica que as maçãs de 2014 e 2015 realmente estavam mais maduras que as de 2006 e 2012, mas, não estavam mais maduras que as de 2008 e 2013. Adicionalmente, a análise do teor de SS indica que as maçãs colhidas em 2014 e 2015 não estariam mais maduras que aquelas colhidas em 2006, 2008, 2012 e 2013. Esses resultados mostram mais uma vez para a ‘Gala’, a exemplo do que já foi descrito para a cultivar Fuji, considerar somente um indicador de maturação para avaliar se a fruta está imatura ou com maturação avançada, pode nos levar a inferir de forma equivocada.

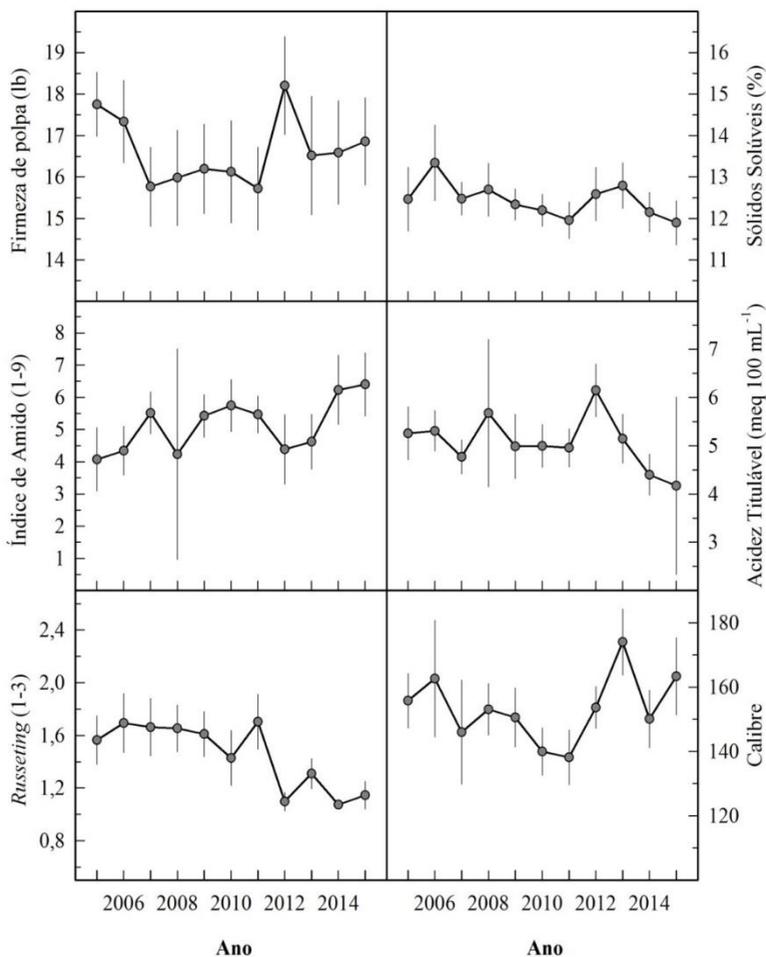
A acidez titulável na colheita da ‘Gala’ apresentou variação importante entre as safras sendo máxima na safra 2012 com 6,1 meq/100ml e mínimo na safra 2015 com 4,2 meq/100ml em média (Figura 2). Quando comparamos a acidez titulável e o

índice de iodo-amido de maçãs ‘Gala’ ao longo dos anos, verificamos que em anos que o índice de iodo-amido está alto, indicando degradação do amido na polpa, a acidez titulável estava relativamente baixa, e esta relação inversa se mantém em anos onde o índice de amido encontra-se baixo, indicando baixa degradação do amido, a acidez assume valores mais altos relativamente a anos anteriores.

A safra de 2012 foi tão diferente das demais em termos de índice de maturação de ‘Galas’ na colheita, que seria possível afirmar que pelo menos desta série de 11 safras é a única onde foi possível observar uma coincidência dos indicadores de maturação, verificamos ao mesmo tempo alta firmeza de polpa, baixo índice de iodo-amido, teor de SS médios aceitáveis, e alta acidez titulável.

O índice de severidade de *russeting*, a exemplo do que ocorreu com a Fuji, vem apresentando redução ao longo dos anos, apresentando variações entre 1,1 para as safras de 2015, 2014 e 2012, e máximo de 1,7 para as safras 2006, 2007, 2008 e 2011 (Figura 2). Interessante observar que os valores mais baixos para a severidade de *russeting* estão concentrados em 3 das últimas 4 safras.

Figura 2 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, severidade de *russetting* e calibre de maçãs ‘Gala’ na colheita, ao longo dos anos. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 70 a 103 câmaras por ano (n=70 a 103).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

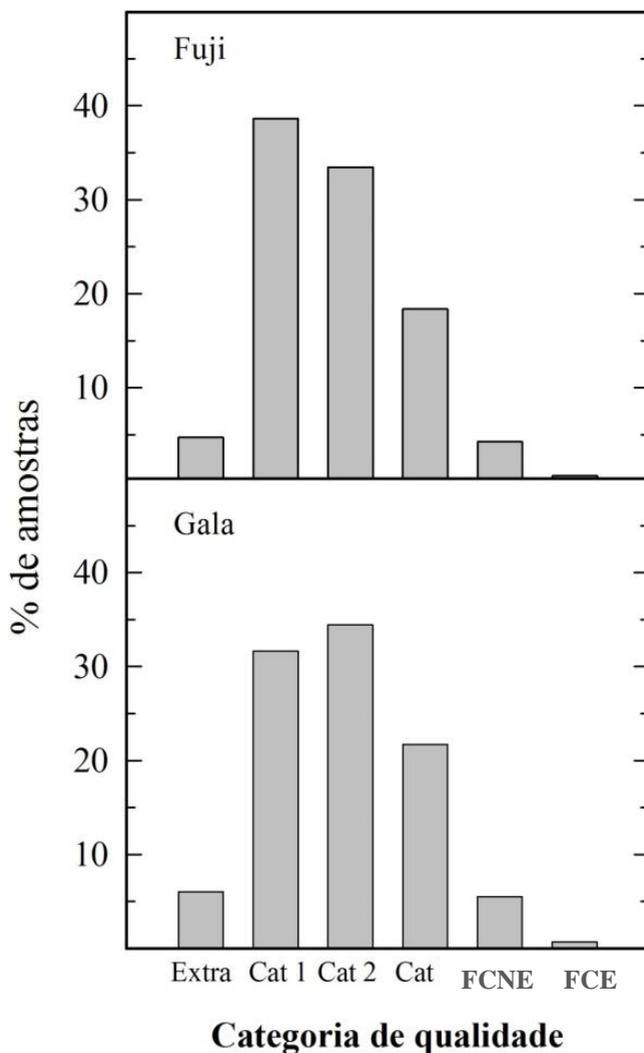
Ocorreram variações expressivas do tamanho médio (calibre) das maçãs Gala entre os anos, mas, sem uma tendência definida ao longo do período de 2005 a 2015. O calibre médio para a Gala variou de 138, correspondente a massa média de 130g por fruto na safra 2011 e o calibre 174, correspondente a massa média de 103 g por fruto, na safra de 2013. O calibre médio variou de 150 a 156 em 5 das 11 safras estudadas (Figura 2).

3.1.3 Variação da qualidade em função do ano de colheita para a cultivar ‘Gala’ e ‘Fuji’

Tanto a ‘Fuji’, quanto a ‘Gala’ no Brasil são classificadas segundo o mesmo requisito descrito na IN-05 de 2006 que define o regulamento técnico e de qualidade das maçãs para o Brasil, entretanto foi possível observar que frequência média de cada uma das categorias regulamentadas foi diferente para a ‘Gala’ e ‘Fuji’.

Na figura 5 é possível verificar que a ‘Gala’ apresentou em média 6,0% das frutas classificadas como de categoria Extra, enquanto que para a ‘Fuji’ a frequência para esta categoria foi de 4,6%. Para a qualidade Cat 1, a ‘Gala’ apresentou em média de 31,5% enquanto que a ‘Fuji’ apresentou frequência de 38,4%. Normalmente para os produtores são comercializadas como Cat 1 e desta forma a soma da frequência de cat Extra e 1 é um indicador importante de qualidade. Neste sentido a ‘Gala’ apresentou média de 37,5% de Extra+Cat1, enquanto que a ‘Fuji’ apresentou média de 43% de frutas classificadas entre Extra e Cat1.

Figura 3 - Frequência de frutos por categoria na colheita em maçãs 'Fuji' e 'Gala' avaliadas anualmente de 2005 a 2015. (n=11). Os dados representam médias de 70 a 103 câmaras por ano (n=70 a 103).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

No caso da Cat 2 a distribuição para a ‘Gala’ foi de 34,3% e para a ‘Fuji’ de 33,6%. Para a Cat 3 a frequência média foi de 22% para a ‘Gala’ e de 18,6% para a ‘Fuji’ (Figura 5).

A frequência de frutas classificadas como frutas fora de categoria em função de danos não evolutivos para a ‘Gala’ foi de 5,6% e para a ‘Fuji’ foi de 4,3% enquanto para as maçãs classificadas como fora de categoria em função de danos evolutivos a frequência foi de 0,7% para a ‘Gala’ e de 0,6% para a ‘Fuji’ (Figura 5).

3.2 VARIAÇÃO DA MATURAÇÃO E QUALIDADE EM FUNÇÃO DA SEMANA DE COLHEITA

3.2.1 Variação da maturação e qualidade em função da semana de colheita para a cultivar Fuji

A colheita em nível comercial nas safras de 2005 a 2015 da cultivar Fuji foi realizada num período de 13 semanas, entre as semanas 10 e 22 (Figura 4). As semanas 10 e 22 normalmente correspondem a primeira semana de março e a última semana de maio, respectivamente. A distribuição de frequência do número de bins colhidos por semana permite demonstrar, no entanto, que a maior parte das maçãs ‘Fuji’ são colhidas entre as semanas 12 e 17, normalmente correspondentes a terceira semana de março e a terceira semana de abril.

A distribuição de frequência de bins colhidos por semana mostra que na semana 10 em média foram colhidos 1489 bins ou 2% do total, na semana 11 foram colhidos 7% do total de bins, um pico de 14% na semana 12, entre a semana 13 e 16 em média foram colhidos 12,5% dos bins, diminuindo para 10%, 7%, 5%, 2%, 2% e 1% nas semanas 17, 18, 19, 20, 21 e 22 respectivamente. Na semana 15 do ano, em média já haviam sido colhidos 60% do total de bins da safra, e até a semana 17 em média 83% do total de bins a serem colhidos na safra já haviam sido enviados ao *packing house*. Apesar de na semana 12 a distribuição apontar um leve aumento, podemos considerar que

a colheita da Fuji não apresenta um pico bem evidente de colheita, podendo ser considerada uma colheita bem escalonada (Figura 4).

Na semana 10, primeira semana de colheita da cultivar Fuji, a firmeza de polpa média foi de 17,1 lb, e ao longo das semanas de colheita os frutos apresentaram redução da firmeza média chegando na semana 22 com valores médios de 14,3 lb (Figura 4).

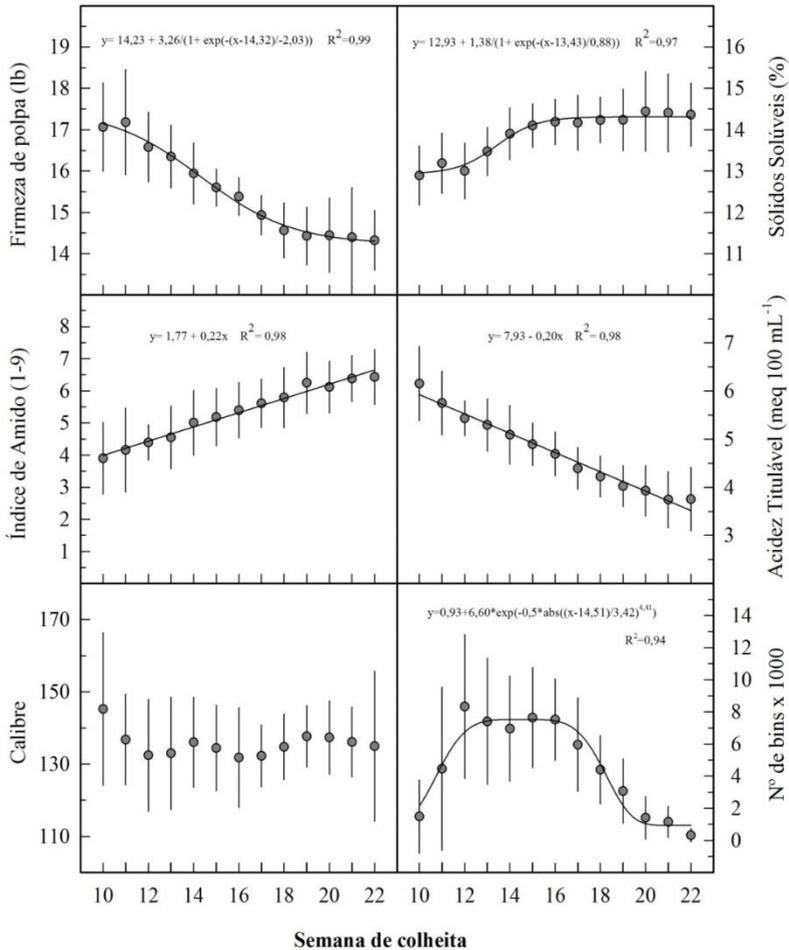
A perda de firmeza média ao longo do período de colheita da Fuji se adequou a um modelo sigmoide, sendo que nas duas primeiras semanas de colheita (semanas 10 e 11) praticamente não houve diminuição da firmeza média da fruta recebida no *packing house*, entre as semanas 12 a 18 foi possível verificar que a medida que a colheita evoluía, 0,4 lb a menos de firmeza por semana era verificada, e a partir da semana 19 até a semana 22 as frutas que foram recebidas no *packing house* praticamente não apresentaram diferenças na firmeza média (Figura 4).

Os valores de SS aumentaram à medida que a colheita avançou no ano, sendo 12,9% na primeira semana de colheita (semana 10 do ano) e 14,4% na 13ª semana de colheita. O maior aumento no teor de SS, de 12,9% para 14,1%, ocorreu entre a primeira semana de colheita (10ª semana do ano) e a 5ª/6ª semana de colheita (15ª semana do ano) (Figura 4).

O índice de iodo-amido aumentou linearmente nas maçãs ‘Fuji’, ao longo do período de colheita. O índice de iodo-amido médio aumentou de 3,9 na primeira semana de colheita para 6,4 na última semana de colheita (Figura 4).

Para a ‘Fuji’, na semana 17 do ano, ou também na 8ª semana de colheita o índice de iodo-amido de 5,5 foi atingido, o que significa propor que em média a ‘Fuji’ colhida até esta semana estaria adequada para armazenagem por longo período (Figura 4).

Figura 4 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, calibre de frutos e nº de bins colhidos de maçãs ‘Fuji’ em função da semana de colheita. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 11 anos (n=11).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

A redução da acidez nas maçãs ‘Fuji’ em função da semana de colheita se ajustou a um modelo linear. Na primeira semana de colheita, a acidez média foi de 6,2 meq/100 ml, e a 13ª semana de colheita este índice reduziu para 3,8 meq/100ml (Figura 4).

O tamanho médio das maçãs variou bastante entre amostras de um mesmo ano, mas, não foi possível identificar uma tendência de aumento ou redução do tamanho ao longo do período de colheita comercial (Figura 4).

3.2.2 Variação da maturação e qualidade em função da semana de colheita para a cultivar Gala

A colheita da maçã ‘Gala’ normalmente inicia na terceira semana do ano e se estende por 13 semanas, até a 15ª semana do ano. Isso significa que o período de colheita comercial de maçãs ‘Gala’ se estende de meados de janeiro ao final de março. Um pico de colheita bem claro foi verificado para maçãs ‘Gala’. Aproximadamente 80% das maçãs ‘Galas’ são colhidas entre a 6ª e a 10ª semana do ano, correspondendo a 2ª semana de fevereiro até a 2ª semana de março. É possível verificar que somente na semana 8 foram recebidos 28.680 bins, representando aproximadamente 21% do volume total de bins recebido no *packing house* (Figura 5).

Houve redução da firmeza de polpa média das maçãs ‘Gala’ com o avanço do período de colheita, se ajustando a um modelo sigmoide. A firmeza de polpa média foi de 17,9 lb e 18,0 lb na semana 3 e 4, respectivamente, enquanto que entre as semanas 5 e 12, a firmeza média diminuiu de 17,6 lb para 15,6 lb, e entre as semanas 13 e 15 a firmeza média diminuiu de 14,7 lb para 14,2 lb (Figura 5).

Ainda com relação a firmeza de polpa e relacionando este indicador com o volume semanal de colheita, podemos afirmar que em média 46% da cultivar Gala foi colhida com firmeza média acima de 17 lb, 38% foi colhida com firmeza média entre 16,0 e 16,9 lb, 15% com firmeza média entre 15,0 e 15,9 lb e

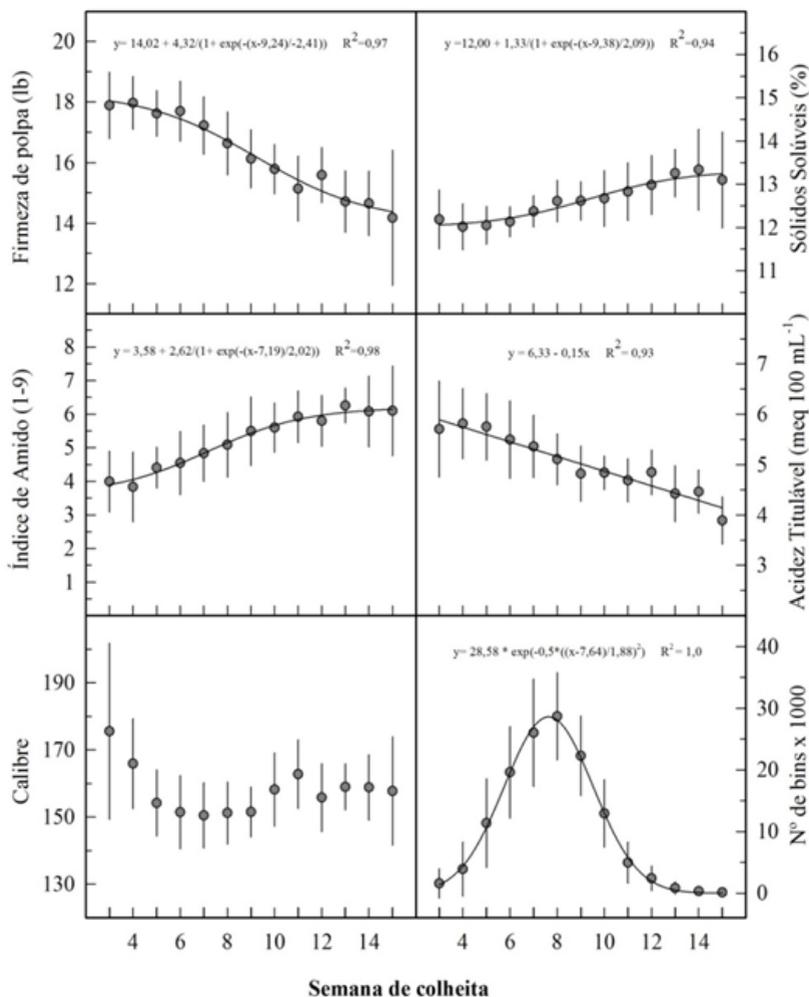
somente 1% foi colhido com firmeza media abaixo de 15,0 lb (Figura 5).

O aumento do teor de SS a medida que a colheita avança nas semanas do ano se ajustou a modelo sigmoide. O teor médio de SS foi 12,2% na semana 3 e 13,1% na semana 15. Tendência de aumento do teor de SS foi observada entre a 5^a e a 12^a semana do ano. (Figura 5). Os teores médios de SS foram superiores aos referenciados como bons padrões para o consumo (HARKER GUNSON; JAEGER 2003) desde a primeira semana de colheita.

O índice de iodo-amido das maçãs ‘Gala’ também evoluiu ao longo da colheita, partindo de aproximadamente 4 nas semanas 3 e 4 para 4,4 na semana 5 e 6,3 nas semanas 13 a 15 (Figura 5). Assim como ocorreu para o teor de SS, o aumento do índice de iodo-amido se ajustou a um modelo sigmoide.

A redução da acidez das maçãs ‘Galas’ ao longo do período de colheita comercial diminui linearmente, assim como observado para maçãs ‘Fuji’, embora a redução tenha sido numa taxa levemente inferior a das maçãs Fuji. Na primeira semana de colheita (semana 3 do ano), as maçãs ‘Gala’ apresentaram 5,7 meq/100ml e, na última semana de colheita, 15^a semana do ano, as maçãs ‘Gala’ apresentaram acidez média de 3,9 meq/100ml (Figura 5).

Figura 5 - Firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, índice de iodo-amido, acidez titulável, calibre de frutos e nº de bins colhidos de maçãs 'Gala' em função da semana de colheita. As barras verticais indicam o desvio-padrão. Os dados representam médias de 11 anos (n=11).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Na cultivar Gala o calibre médio da colheita na semana tres foi o 176 o que significa massa média de 102 g por fruto, para a semana quatro o calibre médio foi o 166 (108 g/fruto), entre as semanas 5 e 9 o calibre médio tendeu aos tamanhos mais graúdos, calibre de 152 (118,4g/fruto), já a partir da semana 10 até o final da colheita na semana 13 o calibre foi 159 (113 g/fruto) (Figura 5).

Em resumo, os dados obtidos demonstram que a medida que a colheita da cultivar Gala avança há uma redução sistemática da firmeza de polpa, redução dos níveis de acidez titulável, aumento do teor de SS e do índice de degradação de amido.

4 DISCUSSÃO

Como observados nas figuras 1 e 2 existiram variações entre as firmezas médias de polpa obtidas nas diferentes safras tanto para a cultivar Gala quanto para a cultivar Fuji. Estas diferenças podem ser atribuídas a fatores pré-colheita (DEELL et al., 2001). Entre os fatores pré-colheita que influenciam a firmeza de polpa na colheita estão, umidade do solo, temperatura do ar, umidade relativa do ar, disponibilidade de nutrientes, tamanho dos frutos, cultivar, origem e manejo do pomar, característica genética e uso de bioreguladores (SAMS, 1999; DEELL et al., 2001).

A condição climática durante o desenvolvimento da fruta, da fecundação até o ponto de colheita possivelmente seja uma das principais causas de variação de índices de maturação entre anos. As variações da firmeza de polpa entre os anos para ‘Gala’ e ‘Fuji’ foram diferentes, apesar de as regiões de produção terem sido as mesmas, indicando que as duas cultivares reagem diferentemente as variações climáticas. As condições climáticas durante as 4 semanas que antecedem a colheita têm papel preponderante nestas variações.

Lachapelle, Bourgeois e Deell (2013) apontou que a firmeza de polpa de maçãs da cultivar McIntosh é reduzida

quando há baixa temperatura entre o 31° e o 60° dia após plena floração (DAPF), alta temperatura e alta pluviosidade entre o 61° e o 90° DAPF, e alta temperatura entre o 91° até a colheita. Lachapelle, Bourgeois e Deell (2013) também afirma que a precipitação sozinha, foi responsável por 39% da variação da firmeza entre anos, na colheita da cultivar McIntosh em um banco de dados formado com informações de 9 pomares diferentes em 15 anos de análise.

Fatores pré colheita, que influenciam a firmeza de polpa de maçãs na colheita e após a armazenagem incluem, fatores climáticos, como a intensidade de luz, a temperatura e a precipitação (JOHNSTON et al., 2001). A safra de 2012 para a 'Gala' (figura 2) apresentou peculiaridades do clima, que poderiam explicar em partes a firmeza de polpa mais alta da série histórica avaliadas, o teor de SS mais alto que as safras de 2005, 2007, 2009, 2010, 2011, 2014 e 2015, a índice de iodo-amido mais baixo que as safras 2007, 2009, 2010, 2011, 2013, 2014 e 2015 e a acidez titulável mais alta de todas as safras da série avaliada. De acordo com Fioravanço, Czermainski e Alves (2012) quando comparada com a safra de 2011, a safra de 2012 apresentou, maior número de horas de frio invernal acumulada entre os meses de maio e setembro, temperaturas médias mensais menores que 2011 nos meses de setembro e dezembro, temperaturas médias maiores que as verificadas em 2011, nos meses de outubro e fevereiro, e as mesmas médias de temperatura que na safra de 2011 nos meses de novembro e janeiro. O mesmo autor ainda relata que se comprovou haver maior amplitude térmica entre as temperaturas máximas e mínimas especialmente nos meses de fevereiro e março no ano de 2012 quando comparado com 2011. A precipitação média acumulada por mês foi menor na safra 2012 que na safra 2011 entre os meses de setembro e abril, a exceção é o mês de outubro que na safra 2012 apresentou média ligeiramente maior que na safra 2011. A safra de 2012 também apresentou segundo o mesmo trabalho sistematicamente menos dias com ocorrência de

precipitação entre os meses de outubro e abril do que a safra 2011.

A produção de maçãs clones mutantes de ‘Gala’ (Maxi Gala, Galaxy) e ‘Fuji’ (Fuji Suprema, Fuji Mishima) aumentou ao longo dos últimos anos. Esse fato tem favorecido a antecipação do início da colheita das maçãs desses clones em pelo menos uma semana, por apresentarem desenvolvimento precoce da coloração avermelhada. O volume de maçãs colhidas precocemente tem aumentado nos últimos anos, na medida em que se aumenta o volume de produção e a demanda pela armazenagem por longos períodos e como uma estratégia para redução das perdas por podridões. A antecipação da colheita adotada nos últimos anos poderia explicar, em parte, a redução do teor de SS médio e o aumento do calibre (diminuição da massa) observada em ambas cultivares ao longo dos últimos anos. No entanto, a tendência de redução do teor de SS não foi associada a aumento da firmeza e redução do índice de iodo-amido, indicando que outros fatores pré-colheita têm maior efeito sobre os índices de maturação na colheita.

Na figura 1 e 2 esta demonstrada a variação que existiu com relação ao tamanho dos frutos entre os diferentes anos. Também é possível verificar que a Fuji sistematicamente apresenta frutos mais pesados que a Gala, resultando em maiores calibres.

Como os frutos tanto de Gala quanto de Fuji são produzidos nas mesmas regiões fica clara a influencia da condição climática e de manejo na questão do tamanho dos frutos, já que o crescimento dos frutos inicia logo após a sua fertilização, pela multiplicação celular, seguido do período de expansão celular. De acordo com Lakso e Goffinet (2013), a variação no tamanho dos frutos foi 85% influenciada pela quantidade de células por fruto, e daí a importância de um raleio de frutos adequado, já que a divisão celular ocorre predominantemente até a 4ª semana após a floração.

Outros fatores citados por Lakso e Goffinet (2013), e que interferem no crescimento dos frutos e por consequência no seu tamanho final, são a reserva de carboidratos para suportar o crescimento inicial, a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelas folhas e transferida para os frutos, a quantidade de folhas das gemas tipo esporão além do suporte nutricional e hídrico da planta para o desenvolvimento de todas as faculdades neste período crítico.

Segundo De Salvador et al. (2006), existe uma correlação negativa entre o tamanho dos frutos e o teor de SS e ainda mais negativa para firmeza de polpa, independente da carga total da planta. No caso do presente trabalho, não podemos afirmar que a variação nos indicadores de maturação observados, são oriundos da variação do tamanho médio dos frutos, pois as análises de maturação foram determinadas em todos os anos com frutos do calibre médio 135, ou seja em frutos com massa média entre 120 e 145 gramas.

Em nível comercial, o calibre médio dos frutos tem impacto direto na produtividade e na rentabilidade do pomar, seja pela maior produção em kg por planta, seja pelos preços alcançados em nível comercial, já que calibres maiores apresentam preços mais elevados no mercado (HF BRASIL, 2016).

Um exemplo de flexibilidade da produtividade em função da alteração do perfil de calibre pode ser verificado fazendo uma relação entre a produtividade estimada com um perfil de calibre para um hectare na safra 2015 em comparação com o mesmo hectare com o mesmo número de frutas, mas, considerando o perfil de calibre da safra 2010. Na safra 2015 onde o calibre médio foi 155, com peso médio de frutos de 116,1 g, assumindo uma densidade de 2.500 plantas por ha, para que um pomar atingisse uma produtividade de 50.000 kg/ha de frutas entregues no *packing house*, seriam necessários aproximadamente 430.663 frutos, caso o calibre médio fosse o calibre 120, com frutos pesando em média 150 g, a exemplo do

que ocorreu na safra 2011 este mesmo pomar precisaria de aproximadamente 333.333 frutos para a mesma produtividade. Caso este mesmo pomar com 2500 plantas/ha produzisse os mesmos 430.000 frutos/ha necessários para a produtividade de 50.000 kg/ha na safra 2015, mas, agora com o calibre médio 120 teria potencial de produção de 64.500 kg/ha, o que significaria um incremento de 29% no total de kg produzidos na mesma área.

Também foram verificadas variações de severidade de *russeting* tanto na Gala quanto na Fuji em função do ano (Figura 1; Figura 2). Estas variações possivelmente estejam relacionadas com variações entre os anos nas condições climáticas, durante o período crítico de surgimento de *russeting* que segundo Gildemacher (2006) o período crítico de surgimento deste distúrbio, seria entre a primeira e a quarta semana após o final da floração. *Russeting* pode ser causado por diferentes estímulos, incluindo fungos e leveduras na superfície da fruta, danos por insetos, geadas no período próximo da floração, alta umidade e alta precipitação, particularmente dentro do período entre 15 e 20 dias após a plena flor, ou pelo uso de vários produtos fitossanitários. Estes fatores interagem entre si para determinar a severidade de *russeting* (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012). Uma das razões para esta redução, poderia estar em partes relacionadas a redução do uso de Carbaryl como raleante químico nos pomares nos últimos anos, mas tal suposição deveria ser melhor explorada. Fatores climáticos e, possivelmente, o emprego intensivo de certos produtos químicos, usados para o controle de pragas e de doenças, possam estar mais envolvidos na ocorrência de *russeting* do que uma única aplicação de Carbaryl utilizada como raleante (CAMILO; DENARDI, 2001).

Possíveis diferenças na demanda por adubação nitrogenada, pelo uso de Giberilinas, e pela aplicação de fungicidas e inseticidas entre os anos também podem estar relacionado a esta variação na severidade e na diminuição do

russeting nos últimos anos (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012).

Com relação a qualidade, foi possível observar diferenças na distribuição da qualidade média das maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ (Figura 3).

A classificação das maçãs, juntamente com o calibre são responsáveis por grandes diferenças de faturamento para o produtor e para o embalador. Os preços pagos aos produtores apresentam diferentes valores em função da qualidade e calibre. As maçãs são comercializadas normalmente em caixas com 18 kg, e os preços também são estabelecidos em função da combinação de qualidade e calibre, sendo que as qualidades superiores, descritas como Cat Extra e Cat 1 são as que atingem os maiores valores comerciais, e as qualidades inferiores, que são os produtos fora de categoria seja em função de danos evolutivos ou não é a qualidade que tem o menores valores por kg, normalmente são comercializados para a indústria de transformação como matéria prima para sucos, geleias, maçã desidratadas e outros derivados (HF BRASIL, 2016).

Sugiura et al. (2013) sugere que o incremento da temperatura média observada durante o ciclo produtivo em um histórico de 40 anos, afetou aspectos de qualidade da Fuji, sendo que ao longo dos anos houve uma tendência de diminuição da concentração de ácidos e na média de firmeza de polpa, enquanto que houve uma tendência de aumento dos SS, informações estas que divergem em partes das apresentadas no presente estudo.

A colheita da Gala e Fuji teve duração de 13 semanas, neste período tanto para a ‘Gala’ (Figura 5), quanto para a ‘Fuji’ (Figura 4) observou-se um aumento do teor de SS, tal aumento resulta da hidrólise do amido (ARGENTA, 2002).

É possível afirmar, que a medida que a colheita avança há uma tendência de aumento do teor de SS e um aumento do índice de Iodo-Amido que representa a redução do teor de amido na polpa das maçãs.

Os teores de SS aumentam com a maturação dos frutos na planta ou durante a armazenagem. Variedades colhidas com baixo escore de iodo-amido (alto conteúdo de amido) apresentam alto conteúdo de açúcares solúveis após a armazenagem (ARGENTA, 2002). Em anos ou regiões caracterizadas por baixo acúmulo de horas de sol durante o desenvolvimento dos frutos e ou pelo excesso de chuvas e alta umidade relativa, os frutos apresentam menos teores de SS (ARGENTA, 2002).

Mesmo existindo referências sobre o teor de SS mínimo ideal para a colheita, em condições comerciais, este índice não é um bom indicador para determinar o início da colheita, já que a condição edafoclimática tem grande influência neste índice, e outros fatores podem ter maior importância na determinação do início da colheita.

Frutas colhidas com baixo teor de SS, mas com alta firmeza de polpa, tem potencial de armazenagem maior que frutas com firmeza de polpa mais baixa (MATTHEIS, 1998). Estas frutas colhidas com teor de SS mais baixos, mas com firmeza de polpa alta e índice de iodo-amido baixo, que se relaciona com bom potencial de armazenagem, se beneficiam da conversão do amido em SS durante a armazenagem, e normalmente apresentam SS mais altos após longo período de armazenagem do que no período de colheita. Plotto et al. (1995), descreveram que as pessoas que consumiram maçãs logo após a colheita avaliaram melhor as frutas colhidas tardiamente do que as colheitas precoces, enquanto que após 8 meses de armazenagem os consumidores preferiram as frutas que haviam sido colhidas mais cedo a colheitas tardias.

Outro indicador que apresentou variações entre os anos e evolução ao longo das semanas de colheita foi o índice de iodo-amido. Segundo Argenta (2002), a partir do início do amadurecimento das maçãs na planta, o amido acumulado durante o crescimento é convertido em açúcares solúveis. Desta forma a quantidade de amido acumulada na fruta diminui.

De maneira geral, noites frias seguidas de dias quentes nas semanas que antecedem o período de colheita de maçãs favorecem a hidrólise de amido (ARGENTA, 2002). Entretanto altas temperaturas durante o verão também favorecem a produção e o transporte de açúcares resultando em maior acúmulo de amido (ARGENTA, 2002). O índice de iodo-amido máximo aceitável na colheita é determinado para cada cultivar, sendo 7 para Boskoop, 8 para Braeburn, 7 para Cos Orange Pippin, 5 para Elstar, 7 para Royal Gala, 8 para Golden Delicious e 7,5 para Jonagold (PEIRS, 2002).

Para a condição da Inglaterra, a janela de colheita baseada no índice de Iodo-amido para as cultivares Gala e Fuji, de modo que a hidrólise do amido estivesse entre 40% e 60% seria de 9 a 11 dias (SZALAY et al., 2013).

Os fatores que poderiam explicar a variação da firmeza de polpa ao longo dos anos seriam perfeitamente aderentes as variações do índice de Iodo amido e as condições climáticas tem peso importante nestas variações.

Para a ‘Gala’ o índice de amido 5,0 foi atingido na semana 10 ou na 8.a semana de colheita, relacionando este índice ao percentual de bins amostrados que reflete a proporção de colheita, poderíamos inferir com base neste índice que a maior parte da ‘Gala’ estaria em condições de armazenagem.

A acidez titulável apresentou pouca variação entre os anos avaliados tanto para a ‘Gala’, quanto para a ‘Fuji’, e na avaliação dos índices de maturação durante as semanas de colheita apresentou redução linear de 0,2 meq/100ml/semana para a ‘Fuji’ e de 0,15 meq/100ml/semana para a ‘Gala’. Esta constatação está de acordo com Argenta (2002), que cita que o conteúdo de ácidos orgânicos diminui gradualmente durante a maturação. A variação da acidez titulável durante a maturação na planta é muito pequena, por isto este parâmetro é menos útil para estimar o estágio de maturação e o ponto de colheita. No entanto se a acidez titulável for baixa na colheita, a qualidade

organoléptica após a armazenagem pode ser inaceitável pelos consumidores (ARGENTA, 2002).

Em pomares comerciais para a ‘Gala’, os índices mais utilizados para determinar o início da colheita são a firmeza de polpa, o índice de degradação de amido e a cor da epiderme (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010). Normalmente quando se observa a partir das avaliações da maturação pré-colheita, que índice de iodo-amido começou a aumentar, e já existe uma percentagem de frutas com mais de 50% de cor vermelha, se autoriza o início da colheita das maçãs, para que estas sejam direcionadas para longos períodos de armazenagem. No caso da firmeza de polpa, quando os monitoramentos indicam que está ocorrendo diminuição da firmeza de polpa, e as frutas já apresentam 50% de cor vermelha, mesmo que o índice de iodo-amido não esteja apresentando alteração, também é autorizado o início da colheita.

Já para a ‘Fuji’, além do índice de cor, que também deve estar com mais de 50% de cobertura, os índices utilizados em nível comercial são o teor de sólidos solúveis totais e o índice de iodo-amido, sendo que a firmeza de polpa não é tão crítica, em função do comportamento da firmeza de polpa da ‘Fuji’ e seus clones durante o período de armazenagem. De maneira simples, se o teor de SS estiver abaixo do recomendado pela pesquisa a colheita não é autorizada, mesmo que o índice de iodo-amido já apresente degradação e o monitoramento da firmeza de polpa esteja indicando que este indicador esteja diminuindo.

Estudos demonstram que maçãs continuam a crescer durante o período de amadurecimento na planta (STANGER et al., 2013). No entanto, o presente estudo mostra que não há tendência de contínuo aumento do tamanho (redução do calibre) ao longo do período de colheita comercial. Ressalta-se que os dados apresentados nesse trabalho não representam uma curva de crescimento e desenvolvimento de frutos de uma mesma planta ou pomar, mas a evolução da qualidade (ex: tamanho) e maturação em função da semana de colheita de diferentes

repasses de um mesmo pomar e principalmente de diferentes pomares e regiões. Maças dos primeiros repasses normalmente terem origem de gemas que floresceram antes e por isso amadurecem antes. Por outro lado, frutos da primeira semana comercial de colheita frequentemente são colhidos de pomares onde se aplicou reguladores de crescimento para quebra de dormência antecipada e/ou para amadurecimento antecipado e por isso frequentemente são menores (de maior calibre). Por outro lado, a aplicação de reguladores de crescimento para retardar a maturação e escalonar a colheita das maçãs resulta em frutos maiores (de menor calibre). Assim, leves reduções temporárias do calibre ao longo da janela de colheita comercial, conforme observadas para galas, entre as semanas 6 e 9 podem ser atribuídas ao uso de reguladores de crescimento para retardamento do amadurecimento e colheita. E colheita tardia de maçãs produzidas em regiões de maior altitude, que naturalmente amadurecem tardiamente, não significa necessariamente que esses frutos terão maior tamanho médio (menor calibre). Finalmente, se destaca que o tamanho das maçãs de diferentes pomares, colhidas ao longo da longa janela comercial de colheita, pode variar em função de mudança na condição microclimática, data de quebra de dormência, geadas e prática de raleio, seja ele químico ou manual.

Segundo Camilo e Denardi (2002), a maturação de maçãs ‘Gala’ normalmente ocorre entre o final de janeiro e o final de fevereiro enquanto que a maturação das maçãs ‘Fuji’ ocorre entre a última semana de março e a primeira quinzena de abril, sendo mais tardia em regiões mais frias para ambas cultivares. Dados médios de estudo realizado entre 1985 a 1994 mostram que o período ideal de colheita de maçãs destinadas a armazenagem ocorre entre 30 de janeiro e 22 de fevereiro para ‘Gala’ e entre 26 de março e 9 de abril para Fuji (ARGENTA et al., 1995).

O presente estudo mostra que os períodos de colheita comercial de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ se estendem por 11 e 12

semanas, respectivamente (Figuras 4 e 5), sendo, bem mais prolongados que aqueles indicados experimentalmente. A colheita comercial de maçãs ‘Gala’ ocorre entre a segunda quinzena de janeiro e aproximadamente a primeira semana de abril enquanto a colheita comercial de maçãs Fuji ocorre entre a segunda quinzena de março e aproximadamente a primeira semana de junho (Figuras 4 e 5). Essa maior extensão do período de colheita em nível comercial ocorre por que várias medidas/estratégias de manejo de pomares são adotadas para escalonar a colheita de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’. Esse escalonamento da colheita é particularmente importante no Brasil por que 95% da produção se concentra nessas duas cultivares (PÉRÈS, 2009; KIST, 2015). Se não houvesse escalonamento, não seria possível colher o atual volume de produção sem aumento significativo das perdas de produção por queda pré-colheita e/ou deterioração pós-colheita. Os métodos de manejo para escalonamento da colheita adotados são: plantio de pomares em diferentes altitudes e microclimas, manejo da quebra de dormência das gemas floríferas em diferentes datas pelo uso de reguladores de crescimento e aceleração ou retardamento da maturação das maçãs na planta pelo uso de reguladores de crescimento. Adicionalmente, o plantio de novos clones mutantes de ‘Gala’ e ‘Fuji’ que apresentam acúmulo precoce e mais intenso de pigmentos vermelhos na epiderme tem favorecido a antecipação do período de colheita. A adoção dessas estratégias de escalonamento da colheita explica o fato de que há colheita simultânea de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ em algumas semanas do ano (10^a a 12^a), conforme mostra as figuras 3 e 4.

O número de bins amostrados (Quadro 3) revela que do total de maçãs colhidas aproximadamente 68% foi de ‘Gala’ e 32% de ‘Fuji’. Apesar do maior volume de produção de ‘Gala’, a colheita dessa cultivar foi mais concentrada e mais rápida (Figura 5) que a colheita das maçãs ‘Fuji’ (Figura 4). Os dados do volume de colheita semanal mostram que aproximadamente 72% das maçãs ‘Gala’ são colhidas num intervalo de 4 semanas,

entre a 6^a e 9^a semana (Figura 5) do ano enquanto aproximadamente 73% das maçãs ‘Fuji’ são colhidas em um de intervalo de 6 semanas, entre a 12^a e a 17^a semana do ano (Figura 4). A colheita de maçãs Gala é mais concentrada e rápida que a de maçãs ‘Fuji’ pelos seguintes motivos: 1) A maturação de maçãs ‘Gala’ na planta é mais rápida que a de maçãs ‘Fuji’ (ARGENTA, 1993; ARGENTA et al., 1995; PLOTTO et al., 1995). Por esse motivo, normalmente se mobiliza maior número de trabalhadores para colheita que a colheita da ‘Gala’ seja mais rápida. 2) O volume de maçãs ‘Gala’ destinadas ao armazenamento prolongado é maior que do que maçãs ‘Fuji’, estando relacionado ao maior volume de produção de ‘Gala’. 3) Adicionalmente, o volume de maçãs Galas destinadas a exportação é maior que o de ‘Fuji’. Maçãs ‘Gala’ apresentam menor potencial de armazenagem que ‘Fuji’ (PLOTTO et al., 1995; ARGENTA, 2002). Por esses motivos, maior percentagem do volume de produção de maçãs ‘Gala’ deve ser colhida com índices de maturação apropriados para permitir armazenagem por médios e longos períodos. 4) Frequentemente, há menor disponibilidade de bins, estrutura de transporte e de movimentação, câmaras de armazenagem e até mesmo de mão-de-obra no período de colheita das maçãs ‘Fuji’. Em alguns casos a colheita da ‘Fuji’ depende da liberação de espaço de armazenagem ocupado por ‘Galas’, na medida que elas são classificadas, empacotadas e comercializadas.

Ao longo do período de colheita comercial houve evidente evolução da maturação das maçãs na planta, caracterizada pelo aumento do índice de iodo-amido, redução da firmeza da polpa, aumento do teor de sólidos solúveis e redução da acidez (Figuras 4 e 5), conforme esperado e já demonstrado para maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ produzidas no Brasil (ARGENTA, 1993; ARGENTA; MONDARDO, 1994; ARGENTA et al., 1995; ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010; SCOLARO et al., 2015). A velocidade de mudança dos indicadores de maturação observada em nível comercial, ao longo do período

de colheita, foi menor que aquelas de estudos em nível experimental. Embora a perda de firmeza tenha se ajustado a modelos sigmóides para períodos de 11 e 12 semanas de colheita, houve evidente redução linear de firmeza no período entre a 6^a e a 12^a semana de colheita para ‘Gala’ (Figura 5) e entre 13^a e 18^a semana para ‘Fuji’ (Figura 4). Nesses períodos, as taxas de perda de firmeza foram de 0,4 e 0,35 lb por semana para ‘Gala’ e ‘Fuji’ respectivamente. No entanto, o monitoramento semanal da maturação das maçãs ‘Gala’ de um mesmo pomar demonstra que a taxa de perda semanal da firmeza é de 1,3 lb (média de 10 anos) (ARGENTA et al., 1995), embora ela possa variar de 0,95 a 1,4 lb, dependendo do pomar (ARGENTA, 1993). Esses mesmos estudos apontam que a taxa de perda semanal da firmeza de maçãs ‘Fuji’ é de 0,8 lb (média de 10 anos), embora possa variar de 0,7 a 1 lb, dependendo do pomar.

Em complemento, comparando três trabalhos (DEELL et al, 2001; SAMS, 1999; ARGENTA; MONDARDO, 1994), fica evidente que a taxa de perda de firmeza semanal durante a colheita da ‘Gala’ é maior que da ‘Fuji’.

O aumento semanal do índice de iodo-amido foi de 0,25 para ‘Gala’ na fase de aumento linear (entre a 4^a e a 13^a semana) e de 0,22 para ‘Fuji’ (Figuras 3 e 4). Essa taxa de mudança do índice de iodo-amido ao longo do período de colheita comercial também é menor que aquela descrita por Argenta (1993) e Argenta et al., (1995). Segundo esses autores, o aumento semanal do índice de iodo-amido é de 0,9 a 1,4 para ‘Gala’ e de 0,85 a 1,2 para ‘Fuji’ dependendo da região. As taxas de redução semanal da acidez, durante a colheita comercial, foram de 0,14 meq/100ml para ‘Gala’ e 0,20 meq/100ml para ‘Fuji’ (Figura 3; Figura 4). Essas taxas são semelhantes aquelas observadas experimentalmente, quando as maçãs das diferentes semanas de colheita foram colhidas de um mesmo pomar (ARGENTA; MONDARDO, 1994; ARGENTA et al., 1995),

As velocidades de mudança dos índices de maturação descritas no presente trabalho são menores que aquelas descritas na literatura porque as primeiras refletem, em grande parte, a evolução da maturação de maçãs de diferentes pomares e regiões, colhidas numa única passada e, em pequena parte, a evolução da maturação de um pomar, quando nele houve duas ou mais passadas de colheita. Já, as segundas refletem a evolução da maturação de maçãs de um pomar, colhidas semanalmente (1 a 3 “passadas”). Esse fato das taxas de perda de firmeza e aumento do índice de iodo-amido serem maiores no monitoramento da maturação de maçãs de um pomar que no monitoramento da colheita comercial evidencia que as estratégias de manejo de pomar para escalonamento da colheita aplicadas comercialmente tem sido eficientes, exceto para a acidez.

Taxas de perda de firmeza diária ou semanal são indicativos da velocidade de maturação de maçãs na planta e úteis para prever o período ideal de colheita, especialmente para frutos destinados a armazenagem em AC por longos períodos (ARGENTA et al., 1995).

As taxas de redução da firmeza das maçãs durante a maturação na planta variam entre cultivares, sendo altas em cultivares como Gala e Golden Delicious e mínimas em cultivares como Fuji e Starking Delicious (ARGENTA et al., 1995; DEELL; SAAD; KHANIZADEH, 1999). Esta redução da firmeza durante a maturação está associada a síntese e ao transporte, para a parede celular, de enzimas envolvidas na hidrólise de componentes da parede celular e da lamela média (ARGENTA, 2002), e também é influenciada pelo tamanho e anatomia das células, estrutura da parede celular, estrutura da membrana celular e teor de cálcio dos frutos (JOHNSTON et al., 2001).

A firmeza de polpa é uma das mais importantes características de qualidade das maçãs e, portanto, obter e manter estas características a partir do pomar até a chegada no

consumidor é um dos maiores desafios da indústria (DEELL et al., 2001). Consumidores geralmente demandam maçãs crocantes e firmes ao invés de secas e com aspecto farináceo (HARKER, 2008). Entretanto maçãs tendem a ter esta condição de alta firmeza de polpa durante os estádios iniciais de maturação, e vão perdendo progressivamente esta condição a medida que a maturação avança (Figuras 4 e 5).

Em geral maçãs com alta firmeza na colheita, terão alta firmeza de polpa após a armazenagem, ou podem ser armazenadas por mais tempo (JOHNSTONS et al., 2001). Entretanto segundo o mesmo autor, utilizar somente a firmeza de polpa para prever a qualidade após a armazenagem, responderia por aproximadamente 55% das variáveis durante a armazenagem. Argenta e Mondardo (1994), afirmam que o ponto ideal de colheita de maçãs Gala, destinadas a longo período de armazenagem, seria quando a firmeza de polpa estivesse em no mínimo 17 lb, desta forma é possível afirmar que até aproximadamente a semana 7 do ano as maçãs da cultivar Gala, apresentaram em média firmeza adequada para armazenagem longa, e a partir da semana 7 do ano, as maçãs estariam adequadas para comercialização rápida ou armazenagem média e curta. Pesquisas indicam que maçãs com firmeza da polpa inferior a 53 N (aprox. 12 lb) são consideradas farináceas, com suculência e corânica muito baixas, e normalmente rejeitadas pelos consumidores (HARKER et al., 2002). Logo, tanto para ‘Gala’, quanto para ‘Fuji’ em todas as semanas de colheita estes índices foram superados, ficando a disponibilidade de frutas com mais de 12 lb dependente da estratégia comercial ou da capacidade produtiva de cada unidade de empacotamento.

5 CONCLUSÃO

O período de colheita comercial de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ se estende por até 11 e 12 semanas respectivamente, embora

aproximadamente 70% da produção de maçãs ‘Gala’ e sejam colhidas em 4 semanas e a ‘Fuji’ este índice de 70% de colheita sejam atingidos em 6 semanas.

A redução da firmeza da polpa e o aumento do índice de iodo-amido observados ao longo do período (semanas) de colheita comercial são menores que os descritos na literatura ao longo do período de amadurecimento das maçãs de um mesmo pomar.

Durante o período de colheita comercial, os índices médios (média de 11 anos) de firmeza variam de 17,9 a 14,2 lb para ‘Gala’ e 17,1 a 14,3 lb para ‘Fuji’; os índices iodo-amido variam 4,0 a 6,1 para ‘Gala’ e 3,9 a 6,4 para ‘Fuji’; os teores de sólidos solúveis variam de 12,2 a 13,1% para ‘Gala’ e 12,9 a 14,4% para a ‘Fuji’; os teores de acidez variam de 5,7 a 3,9 meq/100ml para ‘Gala’ e 6,2 a 3,8 meq/100ml para ‘Fuji’.

A qualidade média observada nos 11 anos para a ‘Gala’ foi de 6,0%, 31,5%, 34,4%, 22% 5,6% e 0,7% para as categorias Extra, Cat1, Cat2, Cat3, fora de categoria por danos não evolutivos e fora de categoria por danos evolutivos respectivamente e para a ‘Fuji’ estes valores foram de 4,6%, 38,4%, 33,6%, 18,6%, 4,3%, 0,6% respectivamente para as categorias listadas acima.

O tamanho das maçãs (calibre) de ambas cultivares não varia consistentemente ao longo do período de colheita comercial. Mas apresentou variação importante entre os diferentes anos de colheita.

Os índices de maturação e qualidade das maçãs variam significativamente entre anos para ambas cultivares.

A firmeza da polpa média anual variou de 18,2 lb (2012) a 15,7 lb (2011) para ‘Gala’ e 16,8 lb (2014) a 14,5 lb (2010) para Fuji; O calibre variou de 154 (2014) a 120 (2010).

Houve tendência de redução do teor de sólidos solúveis de 2005 a 2015, em ambas cultivares, embora mais esta redução tenha sido mais marcante para Fuji.

A severidade do distúrbio *russeting* dos anos 2012 a 2015 foi menor aquela do período entre 2005 e 2011, para ambas cultivares. Em nível comercial, existem grandes variações entre os índices médios de maturação tanto da ‘Fuji’ quanto da ‘Gala’ ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, L.C. Concentração de etileno interno e maturação de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.15, n.1, p.125-132, 1993.

ARGENTA, L. C., MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs Gala após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.6, p.135-140, 1994.

ARGENTA, L. C. et al. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.1259 - 1266, 1995.

ARGENTA, L. C. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos** In: A cultura da macieira.1 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2002, p. 691-732.

ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SCOLARO, A. M. T. Validação de catálogos de cores como indicadores do estágio de maturação e do ponto de colheita de maçã. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.23, n.3, p.71-77, 2010.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã**. Brasília, 2006. 9p. (Instrução Normativa, 5).

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Efeito do Carbaryl sobre o russeting da maçã (*Malus domestica* Borkh) cultivares ‘Gala’,

‘Fuji’ e ‘Golden Delicious’ **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 580-583, 2001.

DEELL, J.R.; SAAD, F.; KHANIZADEH, S. **Factors influencing apple fruit firmness**. Hamilton, 42nd Annual IDFTA Conference, 1999.

DEELL, J.R. et al. Factors Affecting Apple Fruit Firmness – A Review. **Journal American Pomological Society**, Québec, v. 55, p. 8-27, 2001.

DE SALVADOR, F. R. et al. Correlations between fruit size and fruit quality in apple trees with high and standard crop load levels. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Pergine Valsugana, v. 14 (Suppl. 2), 2006.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em:
<<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2016.

FELLMAN, J. K. et al. Relationship of harvest maturity to flavor regeneration after CA storage of ‘Delicious’ apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.27, n.1, p.39-51, 2003.

FIORAVANÇO, J.C.; CZERMAINSKI, A.B.C.; ALVES, S.A.M. **Condições meteorológicas e sua influência na safra de maçã de 2011/12 em Vacaria, RS**. Bento Gonçalves. Comunicado Técnico 123. 2012.

HARKER, F. R. et al. Sensory interpretation of instrumental measurements 1: texture of apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, n.1, p.225-239, 2002.

HARKER, F.R.; GUNSON, F.A.; JAEGER, S.R. **The case of fruit quality: an interpretative review of consumer attitudes and preferences for apples.** *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.28, n.3, p.333-347, 2003.

HARKER, F. R. et al. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.50, n.1, p.70-78, 2008.

HF BRASIL. Hortifruti Brasil. Disponível em:
<http://www.hfbrasil.org.br/en/average-prices-database-of-horticultural.aspx?produto=10®iao%5B%5D=91&periodicidade=mensal&ano_inicial=2015&ano_final=2016#>. Acesso em: 19 de abril de 2016.

JOHNSTON, J.W. et al. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, p185-196, 2001.

KIST, B. B. **Anuário brasileiro da maçã.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 72 p.: IL.

LACHAPELLE, M.; BOURGEOIS, G.; DEELL, J.R. Effects of Preharvest Weather Conditions on Firmness of ‘McIntosh’ Apples at Harvest Time. **HortScience**, v. 48, p.474-480, 2013.

LAKSO, A. N.; GOFFINET, M. C. Apple Fruit Growth. **New York Fruit Quarterly**, New York, v. 21, n.1, 2013.

MATTHEIS, J. Maximizing Postharvest Quality of Gala and Fuji Apples. **14th Annual Postharvest Conference**, Yakima, 1998. Disponível em:
<<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pages/PC98N>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2016.

MCARTNEY, S.; OBERMILLER, J.D. Fruit skin problems: russet, sunburn, poor color, and lenticel breakdown. 2012. Disponível em: <<http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2012/Tree%20Fruit%20-20Enhancing%20Fruit%20Quality/Tree%20Fruit%20Enhancing%20Mcartney%20.pdf>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2016.

NEUWALD, D.A.; STREIF J. **Apple ripening determined by conventional methods and the ‘Nsure’ Genetic Assay.** XXXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People. Lisboa. Congresso. 2012.

PEIRS, A. et al. Uncertainty analysis and modelling of the starch index during apple fruit maturation. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 199-207, 2002.

PÉRÈS, P. N. **O mercado mundial e nacional de maçã.** In: Encontro Nacional Sobre Fruticultura De Clima Temperado, 11F, raiburgo. Palestras p.117-126. Caçador: Epagri, 2009.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B; CESA, J.D. **Padronização e classificação da maçã.** In: A cultura da macieira. 1 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2002, p. 733-743.

PETRI, J.L. et al. Concentração e época de aplicação de aminoetoxivinilglicine (AVG) na maturação de macieiras 'Fuji Suprema'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.335-344, 2011.

PLOTTO, A. et al. ‘Gala’, ‘Braeburn’ and ‘Fuji’ apples: maturity indices and quality after storage. **Fruit Varieties Journal**, University Park, v.49, n.3, p.133-142, 1995.

SAMS, C.E. Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest Biology and Technology*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.249-254, 1999.

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary, 2002. 200p.

STANGER, M. C. et al. Estádio de maturação para o período Ideal de colheita de maçãs ‘Daiane’ destinadas à armazenagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.977-989, 2013.

STEFFENS, C.A. et al. Maturação da maçã ‘Gala’ com a aplicação pre-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.434-440, 2006.

SUGIURA, T. et al. Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change. **Scientific Reports**, v. 3, n. 2418, 2013.

SZALAY, L. et al. Grouping of 24 apple cultivars on the basis of starch degradation rate and their fruit pattern. **Horticultural Science**, Budapeste, v. 40, n. 3, p. 93–101, 2013.

WATKINS, C.B. **Principal and practices of postharvest handling and stress**. In: FERREE, D.C.; WARRINGTON, I.J. *Apples: botany, production and uses*, 1ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 585-614.