

FERNANDA PELIZZARI MAGRIN

**PONTO IDEAL DE COLHEITA E MÉTODOS DE
ARMAZENAGEM PARA MAÇÃS ‘M-15/07’**

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

Orientadores: Pesquisador DSc. Luiz Carlos Argenta e Prof. PhD. Cassandro Vidal Talamini do Amarante

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano André Steffens

**Lages, SC
2015**

M212p Magrin, Fernanda Pelizzari
Ponto ideal de colheita e
métodos de armazenagem para maçãs 'M-15/07' / Fernanda
Pelizzari Magrin. - Lages, 2015.
113 p.: il.; 21 cm

Orientador: Luiz Carlos Argenta
Coorientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Coorientador: Cristiano André Steffens
Bibliografia: p. 101-111
Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,
2015.

1. *Malus domestica* Borkh. 2. Maturação. 3.
Armazenamento. 4. Pós-colheita. 5. Qualidade. I.
Magrin, Fernanda Pelizzari. II. Argenta, Luiz Carlos.
III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 634.11 - 20.ed.

FERNANDA PELIZZARI MAGRIN

**PONTO IDEAL DE COLHEITA E MÉTODOS DE
ARMAZENAGEM PARA MAÇÃS ‘M-15/07’**

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 DSc. Luiz Carlos Argenta
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina (EPAGRI)

Membro: _____

Pesquisadora Dra. Maraisa Crestani Hawerth
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa
Catarina (EPAGRI)

Membro: _____

Dra. Aquidauana Miqueloto
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC)

Lages, SC, 29/05/2015

Aos meus pais, Antenor e Onira, pelo amor incondicional, por acreditarem na importância do estudo para um futuro melhor e por me apoiarem, tanto nos momentos bons quanto naqueles em que surgiam obstáculos...

Ao meu irmão Mateus, minha cunhada Jandira e minha sobrinha Júlia por estarem ao meu lado nesta conquista e por todas as vezes que esta florzinha me fez esquecer das preocupações da vida com um simples sorriso...

Ao meu noivo Charle, por estar sempre presente, pelo seu apoio e amor...

AGRADECIMENTOS

Uma dissertação não é feita por apenas uma pessoa...para a execução de qualquer atividade em nossa vida precisamos de outras pessoas para somarem, multiplicarem, dividirem...enfim, chegou o momento de agradecer a todos aqueles que colocaram uma ‘peça’ (ou muitas delas) para que o ‘quebra-cabeças’ desta dissertação fosse montado...

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado forças e saúde para concluir esta etapa, fazendo com que eu superasse os obstáculos e aprendesse com as dificuldades, buscando sempre melhorar.

Aos meus queridos pais, Antenor e Onira, sempre batalhadores e presentes em minha vida, colocando o ensino em primeiro lugar, torcendo para que eu alcance muitos objetivos que eles, muitas vezes, não puderam alcançar... Sempre me guiando pelo caminho correto e justo. Amo vocês!

Ao meu irmão e sua família, pela nossa união, pelo incentivo nos momentos difíceis e por terem me dado essa sobrinha maravilhosa, que ao ser perguntada sobre minha profissão diz: ‘a tia cuida das plantinhas...’ e que me faz sorrir sem ter motivo... Um dia ela vai entender o motivo do ‘de noooooo!’ que ela sempre repetia quando eu dizia que precisava estudar... Júlia você é uma florzinha!!! Amo vocês!

Ao meu noivo Charle, sempre ao meu lado, me incentivando, ajudando, indo para Caçador me levar para fazer as avaliações e, muitas vezes, ajudando-me com elas, mas também fazendo críticas construtivas quando necessário para o meu crescimento pessoal e profissional. Amo-te!

Ao Erlim e a Maria Helena, meus segundos pais, que sempre me ajudaram e incentivaram.

À minha avó, carinhosamente chamada de nona Maria, que do alto dos seus 88 anos de vida é exemplo de garra e luta.

Aos meus familiares, que sempre acreditaram em mim.

Ao Michel e a Jaqueline, sempre presentes, nos momentos bons e ruins, nos momentos de lazer e na descoberta de lugares através de nossas viagens.

Aos meus padrinhos Luis Carlos e Silvani, pelo seu carinho e acolhida, quando lhes visitava a caminho de Caçador.

À Bruna e a Patrícia, por serem minha família em Lages por um ano, pelas conversas, risadas, aprendizado e amizade que, com certeza, será por toda vida.

À Pamella e ao Sulian, por me receberem em Lages com muita boa vontade, pela amizade e ajuda.

Ao pesquisador DSc. Luiz Carlos Argenta, pelo voto de confiança ao aceitar me orientar sem me conhecer, pelo grande profissional que é, pela transmissão do conhecimento, por toda ajuda e amizade.

Aos pesquisadores M.Sc. Frederico Denardi e D.Sc. Marcus Vinícius Kvitschal pelos seus esforços e contribuições de grande relevância para a cultura da maçã e pela possibilidade de utilizarmos a seleção de macieira M-15/07 culminando nesta dissertação.

Ao professor PhD. Cassandro pela disponibilidade na orientação, ajuda, dedicação, rapidez em sanar as dúvidas, amizade e pelo exemplo de grande profissional que é.

Ao professor Dr. Cristiano, pela disponibilidade na orientação, conhecimento, amizade e exemplo de grande profissional.

À Epagri, pela possibilidade de desenvolver a parte prática da pesquisa na Estação Experimental de Caçador, utilizando toda a infraestrutura necessária para a realização dos experimentos bem como pela disponibilidade do alojamento.

À Fischer S/A Agroindústria, pelo cultivo do pomar experimental e armazenagem das maçãs.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da EPAGRI, Estação Experimental de Caçador, Karyne, Cleiton, Leonardo, Caroline, Cauê, Maysa, Marcelo e Débora pela colaboração na execução dos experimentos, amizade, dedicação, companheirismo, paciência e pelos momentos de descontração.

À Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pelo ensino público, gratuito e de qualidade.

A todos os professores, que contribuíram para meu aperfeiçoamento.

Aos colegas do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da UDESC, pela ajuda e companheirismo.

Ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP), pela concessão da bolsa, que possibilitou a realização do Mestrado.

A todos os colegas que, tantas vezes, fizeram o trajeto de Vacaria a Lages, pela amizade e momentos de descontração.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação do CAV-UDESC, por sempre estarem à disposição para o esclarecimento de dúvidas.

A todas as pessoas que aceitaram participar das avaliações sensoriais que foram realizadas tanto na EPAGRI - Estação Experimental de Caçador quanto na Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).

Aos membros da banca examinadora, pelas contribuições.

A todas as pessoas que, de alguma forma, participaram desta e das demais etapas e conquistas de minha vida.

Muito obrigada!!!!

“Porque aos seus anjos dará ordens a seu respeito, para que te guardem em todos os teus caminhos. Eles te sustentarão nas mãos para não tropeçares nalguma pedra.”

SI 91. 11-12

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO GERAL

MAGRIN, Fernanda Pelizzari. **Ponto ideal de colheita e métodos de armazenagem para maçãs ‘M-15/07’**. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2015.

A qualidade de maçãs no ponto de consumo varia em função da interação entre o estágio de maturação na colheita e o uso adequado de tecnologias de armazenagem. Em função disso, o ponto ideal de colheita e as tecnologias mais adequadas para atingir a máxima qualidade de maçãs na colheita e após a armazenagem devem ser estabelecidos antes do lançamento de novas cultivares. Através do melhoramento genético a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) lançou diversas cultivares e outras estão em fase final de avaliação. A ‘M-15/07’ é uma dessas seleções em pré-lançamento, e foi adotada como objeto dos estudos. Foram realizados dois experimentos independentes. O primeiro objetivou a determinação dos índices de maturação visando o ponto ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’ destinadas para a armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC) por longos períodos. Os frutos foram colhidos, semanalmente, no período de 121 a 153 DAPF (dias após a plena floração). Os frutos foram armazenados por sete meses em AC (1,5 kPa de O₂ e 1,5 kPa de CO₂, temperatura 0,7±0,5° C e umidade relativa do ar de 93±3 %), e avaliados no dia seguinte a cada colheita e no final da armazenagem, após um e sete dias em condição ambiente. O segundo experimento teve como objetivo a determinação do método e do potencial de armazenagem dos

frutos da seleção M-15/07 em diferentes condições. Os frutos, colhidos em uma única data, foram tratados ou não com 1-metilciclopropeno (1-MCP) e armazenados em atmosfera do ar (AA; temperatura de $0,5\pm 0,5^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $85\pm 5\%$) ou em atmosfera controlada (AC; 1,5 kPa de O_2 e 1,5 kPa de CO_2 , temperatura de $0,7\pm 0,5^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $93\pm 3\%$). Os frutos foram analisados após 85, 142, 204 e 270 dias de armazenagem, seguido de sete dias a 20°C . De acordo com o primeiro experimento, o ponto ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’ armazenadas por longos períodos em AC ocorreu entre 121 e 138 DAPF. Os índices de maturação para esse período variaram de 18,3 a 17,2 lb (81,4-76,5 N) para firmeza, de 11,7 a 12,8 % para sólidos solúveis, de 0,301 a 0,259 % para acidez titulável, de 4,7 a 8,2 para índice de amido e de 2,2 a 2,7 para cor de fundo da epiderme. De acordo com o segundo experimento, as maçãs ‘M-15/07’, quando em armazenagem refrigerada sob atmosfera do ar (AA) apresentaram menor conservação e menor manutenção da qualidade, uma vez que a taxa respiratória e de produção de etileno nessa situação mostrou-se elevada, e os parâmetros de qualidade de fruto, como a firmeza de polpa, a acidez titulável, e os teores de sólidos solúveis foram menores diante dos demais tratamentos, associado à cor de fundo da epiderme mais amarelada. Os frutos da seleção M-15/07 armazenados em AA ou em armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC) tratados com 1-MCP e frutos armazenados em AC não tratados com 1-MCP apresentaram menores taxas respiratória e de produção de etileno, e maiores teores de AT e SS. O uso do 1-MCP foi benéfico para a manutenção da firmeza de polpa dos frutos da seleção de macieira ‘M-15/07’. Os distúrbios e podridões, de maneira geral, foram verificados após 270 dias de armazenagem, sendo esse o limite de tempo recomendado para o armazenamento de maçãs ‘M-15/07’.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh. Maturação. Armazenamento. Pós-colheita. Qualidade.

ABSTRACT

MAGRIN, Fernanda Pelizzari. **The optimum harvest dates and storage methods for apples ‘M-15/07’**. 2015. 113 f. Master (Dissertation in Vegetable Production – Area: Biology and Post-Harvest) – University of de Santa Catarina State. Graduate Program in Vegetable Production, Lages, 2015.

The quality of apples at the point of consumption varies according to the interaction between the maturity stage at harvest and the proper use of storage technologies. As a result, the ideal harvest and the most appropriate technologies for maximum quality apples at harvest and after storage should be established before the release of new cultivars. Through breeding Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (EPAGRI) launched several cultivars and others selections are in the final evaluation. The ‘M-15/07’ is one of these selections at pre-release and it was used as subject of this study. Two independent experiments were performed. The first was realized looking for to determine the maturation indices at the ideal point of harvest of apples ‘M-15/07’ destined for cold storage during long periods under controlled atmosphere (CA). The fruits were harvested weekly at 121 to 153 DAFB (days after full bloom). These fruits were stored for seven months at CA (1,5 kPa O₂ and 1,5 kPa CO₂, temperature of 0,7±0,5° C and relative humidity of 93±3 %), and the fruit quality characters were evaluated at the day after each collection and at the end of storage, after one and seven days at ambient conditions. The second experiment was realized aiming to determine the method and the storage potential of the apples ‘M-15/07’ in different conditions. The fruits were harvested on a single date, and they were or not treated with 1-

methylcyclopropene (1-MCP), and then stored in atmosphere of air (AA; temperature of $0,5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $85\pm 5\%$) or controlled atmosphere (CA; 1,5 kPa O_2 and 1,5 kPa CO_2 , temperature of $0,7\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $93\pm 3\%$). The fruits were analyzed after 85, 142, 204 and 270 days of storage, followed by seven days at 20°C . According to the first experiment, the optimal harvesting point of apples 'M-15/07' stored for long periods at CA occurred between 121 and 138 DAFB. Maturity indices for this period ranged from 18,3 to 17,2 lb (81,4 to 76,5 N) for firmness, 11,7 to 12,8 % for soluble solids, 0,301 to 0,259 % for titratable acidity (TA), 4,7 to 8,2 for starch content, and 2,2 to 2,7 for the epidermis background color. According to the second experiment, apples 'M-15/07', when in cold storage under an atmosphere of air (AA) have presented lower maintenance of quality, since the respiratory and ethylene production rate in this situation was quite high and the fruit quality parameters, such as firmness pulp, titratable acidity, and soluble solids, were lower before the other treatments, associated with the background color more yellowish skin. The fruits of selection M-15/07 were treated with 1-MCP and storage in AA or in cold storage under controlled atmosphere (CA) or storage in CA without 1-MCP treatment, presented lower respiratory ethylene production rates and higher TA and SS content. The use of 1-MCP was beneficial for maintaining the firmness of the apples 'M-15/07'. The disorders and diseases, in general, were checked after 270 days of storage, considered the limited period of storage for apples 'M-15/07' in this study.

Key-words: *Malus domestica* Borkh. Maturity. Storage. Postharvest. Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Caracterização de uma planta inteira (A) e frutos (B e C) de um pomar de maçãs ‘M-15/07’ na safra 2013/2014 em Fraiburgo-SC, 2014.....	52
Figura 2 – Procedimentos realizados em cada análise sensorial de maçãs ‘M-15/07’ em Caçador-SC, 2014.....	58
Figura 3 – Massa fresca dos frutos e taxa de produção de etileno da seleção M-15/07, em função da data de colheita. Os frutos foram analisados um dia após a colheita e após sete meses de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias a 22° C.....	61
Figura 4 – Índices de maturação e qualidade de maçãs ‘M-15/07’, em função da data de colheita. Os frutos foram analisados um dia após a colheita e após sete meses de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias a 22° C.....	63
Figura 5 – Severidade e incidência de escurecimento da polpa e podridões, e qualidade sensorial interna de maçãs ‘M-15/07’, em função da data de colheita. Os frutos foram analisados após sete meses de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais sete dias a 22° C.....	67
Figura 6 – Aplicação de 1-MCP, em câmara hermética, em frutos da seleção M-15/07 em Caçador-SC, 2014.....	83
Figura 7 – Análises de qualidade dos frutos da seleção de macieira M-15/07 em Caçador-SC, 2014.....	85

Figura 8 – Taxas de produção de etileno e de respiração de maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado (coluna à esquerda) e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (coluna à direita).....	90
Figura 9 – Firmeza de polpa e acidez titulável de maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado (coluna à esquerda) e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (coluna à direita).....	94
Figura 10 – Sólidos solúveis em maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado (à esquerda) e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (à direita).	97
Figura 11 – Cor de fundo da epiderme em maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado.	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Doenças e distúrbios fisiológicos em maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosfera do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), após remoção do armazenamento refrigerado (à esquerda), e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (à direita).	100
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS

d	dia
lb	Libras
$\mu\text{l l}^{-1}$	Microlitro por litro
mMol	Milimolar
ml min^{-1}	Mililitro por minuto
I-KI	Iodo-iodeto de potássio
1-MCP	1-metilciclopropeno
Vol.	Volume
SS	Sólidos solúveis
AT	Acidez titulável
pH	Potencial hidrogeniônico
NaOH	Hidróxido de sódio
N	Newton (unidade de firmeza de polpa)
N	Normal (concentração de solução química)
p	Probabilidade
ha	Hectare
t	Tonelada
m	Metro
Km	Quilômetros
mm	Milímetros
ml	Mililitro
cm	Centímetros
l	Litro
S	Sul
O	Oeste
UF	Unidades de Frio
UR	Umidade relativa do ar
MFG	Mancha Foliar de Glomerella
SAS	Programa estatístico – SAS Institute Inc.
DAPF	Dias após a plena floração
PG	Poligalacturonase
PME	Pectinametilesterase

AC	Atmosfera Controlada
AA	Atmosfera do Ar
AR	Armazenamento Refrigerado
SC	Santa Catarina
Dr.	Doutor
Dra.	Doutora
DSc.	<i>Doctor Scientiae</i>
PhD.	<i>Philosophiae Doctor</i>
Prof.	Professor
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PROMOP	Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UNIARP	Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
±	Mais ou menos
O ₂	Oxigênio
CO ₂	Dióxido de carbono
kPa	Quilo Pascal
®	Marca registrada
>	Maior que
<	Menor que
¼	Um quarto

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
1 DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE MATURAÇÃO PARA O PONTO IDEAL DE COLHEITA DE MAÇÃS ‘M-15/07’	46
1.1 RESUMO	46
1.2 ABSTRACT	47
1.3 INTRODUÇÃO	48
1.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
1.6 CONCLUSÕES.....	70
1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
2 ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA DO AR E ATMOSFERA CONTROLADA E A UTILIZAÇÃO DE 1-MCP NA CONSERVAÇÃO DE MAÇÃS ‘M-15/07’	75
2.1 RESUMO	75
2.2 ABSTRACT	76
2.3 INTRODUÇÃO	77
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	81
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
2.6 CONCLUSÕES.....	100
2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um país de grande extensão territorial e diversos climas, o que possibilita a produção de uma vasta gama de frutas. Em função disso, cada região brasileira destaca-se na produção de determinadas frutas devido as condições de ambientes peculiares e favoráveis que apresentam (CARVALHO; MIRANDA, 2009).

No tocante da fruticultura de clima temperado, a maçã merece destaque, em virtude de o Brasil ter modificado sua situação de importador para autossuficiente e exportador dessa fruta. Isso só foi possível graças a incentivos fiscais e apoio tanto da pesquisa quanto da extensão rural (VALDEBENITO-SANHUEZA, 2003), tendo como último objetivo a substituição das importações dessa pomácea pela sua produção nacional (BRDE, 2011). A produção brasileira de maçãs em escala comercial deu-se a partir da década de 1960 (BRDE, 2011). E desde o início da década de 1970 aumentou de forma significativa (FIORAVANÇO; LAZZAROTTO, 2012).

A macieira pertence à família Rosaceae, ordem Rosales, subfamília Pomoideae (HOFFMANN; BERNARDI, 2004) e ao gênero *Malus* (PETRI; LEITE, 2008). Recebeu diversas denominações científicas, até que no ano de 1803 a denominação *Malus domestica* Borkhausen foi proposta, e é considerada a primeira denominação válida para a macieira cultivada (IUCHI, 2006).

A pomicultura está distribuída em diversos estados brasileiros: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Bahia (PETRI; LEITE, 2008). Entretanto, o agronegócio da maçã concentra-se nos três estados da região Sul do país, com destaque para o município de Vacaria, localizado no estado do Rio Grande do Sul, os municípios de São Joaquim e Fraiburgo, localizados no estado de Santa Catarina, e o município de Palmas, no Paraná (PETRI

et al., 2011), em razão principalmente das condições de ambiente propícias para o cultivo da macieira nessas regiões (MAPA, 2007). Porém, atualmente o cultivo da macieira está sendo expandido para outras regiões, até mesmo para aquelas não tradicionais ao cultivo de frutas temperadas (PETRI et al., 2011).

A área plantada com essa fruta na região Sul do Brasil na safra de 2014 foi de 37.367 hectares (ha), com leve queda se comparada a safra de 2013, quando foram cultivados 38.269 ha. Em Santa Catarina foram cultivados 18.055 ha na safra 2014, no Rio Grande do Sul foram 17.582 ha, e no Paraná 1.730 ha. Já a produção dos três estados na safra de 2014 somou 1.368.645 toneladas (t), tendo o Rio Grande do Sul com 690.422 t, Santa Catarina com 629.437 t e o Paraná com 48.786 t (IBGE, 2014).

As cultivares Gala e Fuji são responsáveis por 90 % da produção de maçãs no Sul do Brasil (SILVEIRA et al., 2013), sendo que 60 % da produção corresponde a frutos do grupo Gala e 30 % do grupo Fuji (PETRI et al., 2011). Essas cultivares apresentam qualidade organoléptica que são apreciadas pelo paladar brasileiro (FIORAVANÇO et al., 2010).

A necessidade de diversificação das cultivares a serem cultivadas no Brasil é consenso entre os principais dirigentes e técnicos da cadeia produtiva de maçãs. Enquanto mais de 90 % da produção no Brasil corresponde a maçãs das cultivares Gala e Fuji, nos Estados Unidos, maçãs de 10 cultivares compõem 90 % da produção total.

Entretanto, basear a produção brasileira de maçãs em poucas cultivares confere vulnerabilidade ao sistema produtivo, uma vez que, as atividades concentram-se em determinados períodos do ciclo da cultura, dificultando a contratação de mão de obra e gerenciamento dos pomares. Além disso, pomares nessa situação podem ser mais prejudicados tanto por

desordens climáticas quanto por surtos de pragas e doenças (FIORAVANÇO et al., 2011).

Em função da intensificação do plantio das cultivares Gala e Fuji e seus clones, a base genética da macieira foi sendo estreitada cada vez mais, ocasionando o surgimento de diversos problemas, entre os quais estão: a vulnerabilidade genética da espécie, a concentração da janela de colheita em um período de tempo restrito, a mitigação de outros mercados de maçãs que não os de ‘Gala’ e ‘Fuji’, a redução da rentabilidade dessa atividade, principalmente pelo uso de tecnologias para minimizar os efeitos de falta de adaptação aos ambientes de cultivo sul-brasileiros e da susceptibilidade à doenças (KVITSCHAL; DENARDI, 2012).

Os mesmos autores, ainda, citam algumas medidas a serem tomadas frente a esse cenário: o desenvolvimento de tecnologias de manejo, produção e pós-colheita, a profissionalização dos pequenos produtores e sua organização em grupos, a visualização e exploração de opções de mercado diferenciados, a introdução de cultivares a partir do exterior, o desenvolvimento de novas cultivares via melhoramento genético, e o marketing e divulgação das novas opções para serem consolidadas no mercado. Para Fioravanco et al. (2011), é fundamental a diversificação da produção, que se faz a partir da criação de novas cultivares com aparência, coloração, sabor, aroma e propriedades nutracêuticas diferenciadas.

Novas variedades estão sendo constantemente desenvolvidas objetivando a aproximação do desejo do consumidor em relação a fruta, assim como, a busca de resistência às principais doenças, e maior produtividade da cultura (PEREIRA; SIMIONI; CARIO, 2006). Para Petri; Leite (2008), a tendência é a diversificação de cultivares a partir do melhoramento genético, disponibilizando, desta forma, novos genótipos que apresentem maior adaptabilidade às condições climáticas do Sul do Brasil e com resistência às principais doenças que acometem a cultura.

As pesquisas com melhoramento genético da macieira na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) iniciaram na década de 1970 visando, principalmente, duas linhas de ação: adaptação climática e resistência a doenças (DENARDI; KVITSCHAL, 2013). O programa de melhoramento genético da macieira desenvolvido pela EPAGRI tem como objetivo associar boa adaptação climática, múltipla resistência a doenças, além de alta produtividade, qualidade e capacidade de conservação dos frutos (DENARDI et al., 2011). Como resultado desse trabalho, diversas cultivares foram lançadas, entre elas: Fuji Suprema, Daiane, Condessa, Joaquina, Monalisa, Kinkas, e Fuji Precoce.

As últimas cultivares lançadas pelo programa de melhoramento da EPAGRI, Daiane e Monalisa, vêm sendo cultivadas, entretanto representam menos de 5 % da área plantada no Brasil (PETRI et al., 2011).

A seleção M-15/07 foi desenvolvida pelo Programa de Melhoramento Genético da EPAGRI e será lançada como nova cultivar de macieira em 2015, por apresentar vários atributos importantes. A ‘M-15/07’ é resultante do cruzamento entre ‘Imperatriz’ (♀) (Gala x Mollie’s Delicious) e ‘Cripps Pink’ (♂) (Golden Delicious x Lady William). Cabe ressaltar que a utilização do código experimental ‘M-15/07’ nessa dissertação será substituído em breve por uma nomenclatura adequada mediante o seu lançamento, registro e proteção junto aos órgãos competentes. Além de representar uma nova opção para plantio, a seleção em questão apresenta resistência à mancha foliar de glomerella (MFG), menor requerimento de frio (\approx 1.200-1.300 Unidades de Frio - UF), e precocidade em relação ao início da produção (DENARDI; KVITSCHAL, 2013). Vale destacar que o desenvolvimento de cultivares a partir do melhoramento genético visando a obtenção de genótipos com resistência a determinadas doenças, como a MFG, traz benefícios para o setor produtivo, uma vez que os

custos com a compra de insumos e sua aplicação são reduzidos, assim como os riscos de contaminação ambiental.

Os índices de maturação para o ponto ideal de colheita e os métodos de armazenagem visando a máxima qualidade dos frutos no ponto de consumo, normalmente, são específicos para cada cultivar de macieira e devem ser definidos antes do lançamento e recomendação de plantio.

A colheita no ponto ideal, associada ao resfriamento rápido, ao uso de atmosfera controlada (AC) e à inibição da ação do etileno pelo 1-MCP são as estratégias e tecnologias mais importantes para prevenção ou retardamento da deterioração de maçãs durante a armazenagem. Nesse sentido, os objetivos dessa dissertação foram identificar o estágio de maturação (ponto de colheita) para maçãs da seleção M-15/07; determinar o método de armazenagem ideal para a máxima conservação da qualidade dos frutos por longos períodos pós-colheita; além de identificar o potencial (tempo) de conservação das maçãs dessa seleção considerando diferentes condições de armazenagem.

Para tanto, o presente manuscrito está dividido em dois capítulos, sendo o primeiro relacionado com a identificação do estágio de maturação (ponto de colheita) para maçãs ‘M-15/07’, e o segundo relacionado à determinação do método de armazenagem ideal visando a máxima conservação da qualidade de maçãs da seleção M-15/07 por longos períodos pós-colheita, bem como a identificação do potencial (tempo) de armazenagem das maçãs sob diferentes condições de armazenagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRDE - Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Superintendência de Planejamento. **Cadeia Produtiva da maçã no Brasil: limitações e potencialidades**. Porto Alegre: BRDE, 44 p., 2011. Disponível em: http://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos_e_publicacoes/NT%202011-04%20Maca.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2014.
- CARVALHO, J. M.; MIRANDA, D. L. As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. 2009.
- DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V.; PÁDUA, J. G.; CZERMAINSKI, A. B. C.; OLIVEIRA, P. R. D. Banco ativo de germoplasma de maçã. In: WORKSHOP DE CURADORES DE GERMOPLASMA DO BRASIL, 2011, Campinas, SP. **Anais eletrônicos...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 260, 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73356/1/BAG-Maca.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2014.
- DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V. Melhoramento genético da macieira na Epagri: novas opções de cultivares para os próximos anos. **Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã (AGAPOMI)**, Vacaria, 235 ed., 2013. Disponível em: <http://www.agapomi.com.br/jornal.php?noticia=265>>. Acesso em: 10 jul. 2014.
- FIORAVANÇO, J. C.; GIRARDI, C. L.; CZERMAINSKI, A. B. C.; SILVA, G. A.; NACHTIGALL, G. R.; OLIVEIRA, P. R. D. **Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1 ed., 60 p., 2010. (Documentos, 71).

FIORAVANÇO, J. C.; DENARDI, F.; CZERMAINSKI, A. B. C.; KVITSCHAL, M. V.; OLIVEIRA, P. R. D. **Avaliação da cultivar de macieira Daiane em Vacaria, RS**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1 ed., 8 p., 2011. (Comunicado Técnico, 109).

FIORAVANÇO, J. C.; LAZZAROTTO, J. J. A cultura da macieira no Brasil: reflexões sobre produção, mercado e fatores determinantes da competitividade futura. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 42-54, 2012.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: Produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 17-24, 2004. (Série Frutas do Brasil, 37).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Agregados**: previsão de safra. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u1=5&u2=5&u3=5&u4=5>. Acesso em: 5 jul. 2014.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2 ed., p. 59-104, 2006.

KVITSCHAL, M. V.; DENARDI, F. Necessidade de diversificação de cultivares de macieira no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 10, 2012, São Joaquim, SC. **Anais eletrônicos...** São Joaquim: Revista Agropecuária Catarinense, p. 68-74, 2012.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de frutas**. BUAINAIN, A. M; BATALHA, M. O. (Coord.). Brasília: IICA: MAPA/SPA, 102 p. 2007. (Agronegócios; v. 7). Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/Cadeia Produtiva de Frutas S%C3%A9rie Agroneg%C3%B3cios MAPA.pdf](http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/Cadeia_Produtiva_de_Frutas_S%C3%A9rie_Agroneg%C3%B3cios_MAPA.pdf)>. Acesso em: 8 jun. 2014.

PEREIRA, L. B.; SIMIONI, F. J.; CARIO, S. A. F. Evolução da produção de maçã em Santa Catarina: novas estratégias em busca da competitividade. **XLIV CONGRESSO DA SOBER**. Fortaleza, 2006. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/1116.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2014.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 857-1166, 2008.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p. 48-56, 2011.

SILVEIRA, F. N.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; BOGO, A.; FIORAVANÇO, J. C. Relação entre características morfológicas de frutos e incidência de podridão carpelar em clones de macieira ‘Gala’ e ‘Fuji’ sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 075-085, 2013.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Importância da cultura.
In: **Produção Integrada de Maçãs no Brasil**. Embrapa Uva e
Vinho, 2003. Sistemas de Produção, 1. Versão eletrônica.

Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Maca/ProducaoIntegradaMaca/>>. Acesso em: 7 jul. 2014.

1 DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE MATURAÇÃO PARA O PONTO IDEAL DE COLHEITA DE MAÇÃS ‘M-15/07’

1.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar os índices de maturação para o ponto ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’, armazenada por longos períodos, em atmosfera controlada (AC). Os frutos foram colhidos semanalmente, no período de 121 a 153 dias após a plena floração (DAPF), e armazenados por sete meses sob AC (1,5 kPa de O₂ e 1,5 kPa de CO₂, temperatura de 0,7±0,5° C e umidade relativa do ar de 93±3 %). Os frutos foram avaliados no dia seguinte a cada colheita e ao findar o período de armazenagem, após um e sete dias em condição ambiente, considerando características relacionadas à maturação e à qualidade dos frutos. O ponto ideal de colheita, considerando os parâmetros acidez titulável, teor de sólidos solúveis, o índice de amido e a análise sensorial, se encontra compreendido no intervalo entre 128 à 131 DAPF. Por outro lado, considerando o índice de frutos afetados pelo escurecimento de polpa e por podridões, verificou-se que o ponto ideal de colheita foi até 131 DAPF. Já, em relação à característica cor vermelha da película do fruto, adotando o critério de ao menos 50 % de maçãs classificadas na Categoria Extra (de acordo com a legislação brasileira), o ponto ideal de colheita foi verificado com a coleta dos frutos a partir de 138 DAPF. Com base na firmeza de polpa e cor de fundo da epiderme, o ponto ideal de colheita se deu, respectivamente, entre 121 à 127 DAPF, e entre 127 à 131 DAPF. Assim, o ponto ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’, armazenadas por longos períodos em AC ocorreu entre 121 e 138 DAPF. Os índices de maturação para esse período variaram de 18,3 a 17,2 lb (81,4-76,5 N) para firmeza, de 11,7 a 12,8 % para sólidos solúveis, de 0,301 a 0,259 % para acidez titulável, de 4,7 a 8,2

para índice de amido, e de 2,2 a 2,7 para cor de fundo da epiderme.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh. Maturação. Data de colheita. Armazenagem. Pós-colheita. Qualidade. Análise Sensorial.

DETERMINATION OF MATURITY INDICES FOR THE OPTIMUM HARVEST DATES OF ‘M-15/07’ APPLES

1.2 ABSTRACT

The study was carried out aiming to identify the maturity indices for the optimum harvest dates of apples ‘M-15/07’ designated to long-term storage in controlled atmosphere (CA). Fruits were harvested weekly, from 121 to 156 days after full bloom (DAFB), and storage during seven months under CA (1,5 kPa O₂ and 1,5 kPa CO₂, temperature of 0,7±0,5° C and relative humidity 93±3 %). Fruits were evaluated the day after each harvest and the storage period ending after one and seven days in shelf life, considering characteristics related to ripening and fruit quality. The optimum harvest dates defined considering titratable acidity, soluble solids, starch index and sensorial analysis showed to be between 128 and 131 DAFB. On the other hand, considering the rate of fruits affected by internal browning and rots, the optimum harvest dates seemed to be until 131 DAFB. Based on red skin color of fruits, considering at least 50 % of apples in the Extra Category (according to Brazilian regulation), the optimum harvest dates showed to be from 138 DAPF. For flesh firmness and skin background color the optimum harvest dates presented to be, respectively, from 121 to 127 DAFB, and from 127 to 131 DAFB. So, in general, the optimum harvest dates of apples ‘M-15/07’ designated to long-term storage under CA were between

121 e 138 DAFB. The maturity indices during this period varied from 18,3 to 17,2 lb (81,4-76,5 N) for flesh firmness, 11,7 to 12,8 % for soluble solids, 0,301 to 0,259 % for titratable acidity, 4,7 to 8,2 for starch index and 2,2 to 2,7 for skin background color.

Key-words: *Malus domestica* Borkh. Maturity. Harvest date. Storage. Postharvest. Quality. Sensory analysis.

1.3 INTRODUÇÃO

A qualidade de maçãs recém-colhidas e o potencial de sua conservação durante e após a armazenagem são influenciados pelo estágio de maturação no momento da colheita. A maturação de maçãs na planta e o ponto ideal de colheita normalmente são determinados por médias de mudança da coloração da epiderme, da firmeza da polpa, dos teores de amido e açúcares solúveis, e produção de etileno (ARGENTA, 2006; ARGENTA; VIEIRA, SCOLARO, 2010). Valores de índices físico-químicos ou fisiológicos para o ponto ideal de colheita de maçãs podem variar em função de condições climáticas entre regiões e anos, além das variações de solo e sistemas de cultivo entre os pomares (ARGENTA, 2006). Por isso, a combinação das medidas de firmeza da polpa, índice de degradação do amido e do teor de sólidos solúveis num único índice (Índice Streif) também tem sido usada para estimar o ponto ideal de colheita de maçãs (DELONG et al., 1999). Os índices de maturação para o ponto ideal de colheita normalmente são específicos para cada cultivar de macieira.

A ‘M-15/07’ é uma nova seleção de macieira a ser lançada no mercado, resultante do cruzamento entre ‘Imperatriz’ (♀) (Gala x Mollie’s Delicious) e ‘Cripps Pink’ (♂) (Golden Delicious x Lady William), desenvolvida pela

EPAGRI. Entre suas principais características destaca-se o: menor requerimento de frio hibernal em relação à ‘Gala’ (aproximadamente 1.200-1.300 Unidades de Frio - UF), resistência a mancha foliar da glomerella (MFG), precocidade para o início da produção, alto potencial produtivo, e hábito de crescimento com alta capacidade de esporonamento ao longo dos ramos (DENARDI; KVITSCHAL; CRESTANI HAWERROTH, 2015).

A colheita de maçãs no Brasil ocorre em um período relativamente curto, o que exige a armazenagem de grande parte da produção, para ser ofertada no mercado de forma escalonada ao longo de todo o ano. Portanto, é indispensável realizar a colheita no momento ideal para que os frutos preservem sua qualidade após o armazenamento e possam ser ofertados com características físico-químicas agradáveis ao paladar dos consumidores. Além disso, DeLong et al. (1999) consideram que a determinação do ponto ideal de colheita é importante para que os produtores maximizem a qualidade pós-armazenagem dos frutos e minimizem as perdas.

Maçãs colhidas muito cedo, quando ainda imaturas, apesar de apresentarem boa conservação, apresentam características indesejáveis como menor tamanho e pouca coloração, sabor e aroma (ARGENTA; MONDARDO, 1994). Essas frutas podem não conseguir amadurecer completamente, e apresentam maior suscetibilidade a distúrbios como escaldadura superficial (*scald*) e *bitter pit* (DELONG et al., 1999). Ainda, podem apresentar capacidade de armazenamento deficiente, baixa qualidade dos frutos frescos e processados (YUAN; CARBAUGH, 2007), além de sabor ácido e amiláceo (BULENS et al., 2012). Por outro lado, maçãs colhidas muito maduras são vulneráveis ao dano mecânico e à doenças e, frequentemente, evidenciam maior ocorrência de pingo-de-mel (*watercore*) e degenerescência senescente (*senescent breakdown*) (MEHERIUK et al., 1994 *apud* DELONG et al., 1999). Nesse estágio também ocorre a queda dos frutos, além

disso essas maçãs não podem ser armazenadas por longos períodos, pela pré-disposição a desenvolver textura farinácea, ausência de sabor (*off flavor*) e casca oleosa (LITTLE; HOLMES, 2000 *apud* BULENS et al., 2012). Finalmente, a colheita de frutos sobremaduros culmina na redução do potencial de armazenagem e/ou aumento dos riscos de perda da produção por deterioração ao longo do período de armazenagem (SCOLARO et al., 2015).

Contudo, Stanger et al. (2013) salientam que a qualidade de maçãs armazenadas por longos períodos pode ser afetada de forma negativa, tanto se forem colhidas antecipadamente quanto se houver retardamento excessivo da colheita.

Para James; Nock; Watkins (2010), a data de colheita tem um efeito expressivo sobre a suscetibilidade da fruta à degenerescência da polpa. Esses autores avaliaram o desempenho da cultivar de macieira Empire, e concluíram que a colheita precoce é a chave para estender o potencial de armazenamento dos seus frutos.

As características mais utilizadas no monitoramento da evolução da maturação dos frutos na planta e para a indicação do ponto de colheita das maçãs pelos produtores são a firmeza da polpa, o índice de degradação do amido, o índice de cor de fundo da epiderme e o teor de sólidos solúveis (KINGSTON, 1992; BLANPIED; SILSBY, 1992; BARTRAM, 1993). Essas avaliações são de fácil execução, e alguns desses parâmetros podem ser medidos até mesmo nos pomares, uma vez que não exigem equipamentos sofisticados, e a obtenção dos resultados é relativamente rápida. Entretanto, valores absolutos para os parâmetros físico-químicos ou fisiológicos nem sempre correspondem ao ponto ideal de colheita para máxima qualidade e/ou potencial de armazenagem, em função das variações das condições meteorológicas entre regiões e anos, além das variações de solo e sistemas de cultivo entre os

pomares (KINGSTON, 1992; BLANPIED; SILSBY, 1992; BARTRAM, 1993; ARGENTA et al., 1995).

O estágio de maturação na colheita para a máxima qualidade após a armazenagem de maçãs ‘M-15/07’ não foi estudado até o presente momento. Esses estudos são importantes, uma vez que a ‘M-15/07’ será lançada como cultivar em 2015, e o conhecimento do ponto ideal de colheita é indispensável para sua aceitação e utilização em plantios futuros.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar os índices de maturação para o ponto ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’ destinada à armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC).

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um pomar experimental da seleção de macieiras ‘M-15/07’ com oito anos de idade, conduzidas em líder central, sobre o porta-enxerto Marubakaido com filtro M-9 em sistema de média densidade, com espaçamento de 0,70 metros (m) entre plantas e 3,80 m entre linhas, localizado em uma área da empresa Fischer S/A Agroindústria, no município de Fraiburgo, Santa Catarina, Brasil [27°01’ S e 50°55’ O, com altitude de 1.048 m acima do nível do mar] (Figura 1). Os tratos culturais foram realizados de acordo com os critérios da empresa, baseados nas recomendações do sistema de produção integrada para a cultura da macieira (SANHUEZA; PROTAS; FREIRE, 2006).

Figura 1 – Caracterização de uma planta inteira (A) e frutos (B e C) de um pomar de maçãs ‘M-15/07’ na safra 2013/2014 em Fraiburgo-SC, 2014.



Fonte: produção da própria autora.

A colheita foi realizada de forma manual, de modo que o pedúnculo permanecesse com a fruta após pequena torção para sua colheita, sem a presença de folhas. Foram utilizadas sacolas de colheita de fundo falso, e os frutos foram posteriormente acondicionados em caixas de papelão, forradas com plástico transparente, a fim de evitar o contato dos frutos com as superfícies da caixa, e prevenir qualquer tipo de contaminação. Foram colhidos frutos em porções distintas nas plantas, em todos os quadrantes. Tomou-se cuidado, para evitar batidas nos frutos durante as etapas de colheita, transporte e manuseio dos mesmos.

Foram realizadas seis colheitas, com uma colheita por semana, nos seguintes dias: 24/01/2014 (1ª colheita - aos 121 DAPF), 30/01/2014 (2ª colheita - aos 127 DAPF), 03/02/2014 (3ª colheita - aos 131 DAPF), 10/02/2014 (4ª colheita - aos 138 DAPF), 18/02/2014 (5ª colheita - aos 146 DAPF) e 25/02/2014 (6ª colheita - aos 153 DAPF). Após cada colheita, os frutos

foram cuidadosamente transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Estação Experimental de Caçador da EPAGRI, distante cerca de 55,5 quilômetros (km) do pomar.

Amostras dos frutos colhidos em seis estádios de maturação foram analisadas um dia após cada colheita, e após sete meses de armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC; 1,5 kPa de O₂ e 1,5 kPa de CO₂, temperatura de $0,7\pm 0,5^{\circ}$ C e umidade relativa do ar de 93 ± 3 %), mais um e sete dias sob condição ambiente a 22° C, para simulação do período de prateleira.

Após cada colheita, os frutos foram separados em 10 amostras homogêneas compostas por 20 frutos, de forma casualizada. Uma amostra foi avaliada no dia seguinte a cada colheita, para a análise dos índices de maturação, e as outras nove amostras foram, imediatamente depois de selecionadas, destinadas a armazenagem em AC em uma câmara comercial da empresa Fischer S/A Agroindústria. No laboratório, os frutos foram homogeneizados e escolhidos de maneira criteriosa visando selecionar apenas os frutos sadios, com ausência de defeitos morfológicos e livres de qualquer tipo de dano mecânico, ferimentos e ataques por pragas ou doenças.

Para cada data de colheita, foram analisados 25 frutos no dia seguinte a cada colheita, 20 frutos após um dia do final da armazenagem e 100 frutos após sete dias sob condição ambiente.

Cada fruto foi considerado como uma repetição para as análises de intensidade de cor vermelha, índice de amido, cor de fundo da epiderme, firmeza de polpa e incidência e severidade de distúrbios fisiológicos e patológicos. Os teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), massa dos frutos e a taxa de produção de etileno foram analisados utilizando quatro sub-amostras de sete frutos, correspondentes a quatro repetições por tratamento.

O ponto ideal de colheita e os índices físico-químicos correspondentes ao ponto ideal de colheita foram determinados relacionando-se a qualidade dos frutos após a armazenagem e os índices físico-químicos na colheita.

A massa dos frutos (em g) foi determinada com o auxílio de uma balança eletrônica (Toledo®).

A avaliação da intensidade de cor vermelha nos frutos (em %) foi estimada, visualmente, de acordo com a porcentagem de área coberta com a coloração vermelha, em relação à superfície total do fruto.

A cor de fundo da epiderme (1-5) também foi estimada de forma visual, na área menos avermelhada da superfície dos frutos, sendo atribuídas notas de 1 (verde) a 5 (amarelo-laranja), através do catálogo de escalas de cores desenvolvido para maçãs 'Gala' (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO 2010).

O índice de amido (1-9) foi realizado mediante dois cortes transversais na secção equatorial de cada fruto, obtendo-se uma pequena fatia, que foi imersa em solução de iodo-iodeto de potássio (I-KI) por aproximadamente 1 minuto. Após aproximadamente 10 minutos foi estimado visualmente, o índice de degradação de amido com base da escala de Bender; Ebert (1985). Nessa escala, o estágio 1 corresponde a frutos imaturos, nos quais não houve degradação do amido. O estágio 9 corresponde a frutos com maturação avançada, apresentando teor de amido próximo a zero. Os estágios entre 1 e 9 correspondem a evolução da maturação dos frutos a partir da crescente evolução da degradação do amido.

A firmeza de polpa (em lb) foi quantificada em duas extremidades opostas de cada fruto, na região equatorial, onde ocorre a transição da coloração da região mais avermelhada para a região menos avermelhada, a partir da remoção de pequena porção da epiderme, com auxílio de um objeto com lâmina. Em seguida, foi utilizado o penetrômetro eletrônico motorizado (Güss®, África do Sul), com ponteira de 11 milímetros (mm).

Para a determinação dos teores de SS e AT, foi utilizado o suco dos frutos, o qual foi obtido a partir do processamento de pequenas porções dos frutos, com o auxílio de um espremedor centrífugo (The Champion Juicer[®], Plastaket Mfg., Estados Unidos). O teor de SS (em %) no suco foi determinado com o uso do refratômetro digital, com compensação automática de temperatura (Atago[®], Japão). A AT (em % de ácido málico) foi obtida através da titulação de 10 ml de suco que foi diluído em 20 ml de água destilada, com NaOH 0,1 N até atingir o pH 8,2, utilizando um titulador automático (Radiometer Analytical[®], França).

As avaliações da produção de etileno ($\mu\text{Mol.Kg.h}$) foram realizadas em quatro amostras de frutos, utilizando um sistema de fluxo contínuo, por meio de um cromatógrafo a gás, conforme descrito por Argenta et al. (2003). Os frutos foram acondicionados em jarras de vidro de 4 l, supridas com ar comprimido, livre de etileno, a 100 ml min^{-1} , sendo mantidas nesse processo em uma câmara de maturação, a $23 \pm 0,3^\circ \text{ C}$ por 12 horas, para equilibrar a temperatura. Após esse período, os efluentes de etileno foram coletados utilizando seringas, e analisadas suas concentrações por meio de cromatografia a gás (Shimadzu[®] GC-14B, Japão).

As avaliações de podridões, distúrbios fisiológicos e escurecimento de polpa foram realizadas com base nos frutos cortados, transversalmente, e visualmente identificados pelo grau de severidade.

Para podridões foram atribuídos os seguintes escores: 1) ausente; 2) inicial: uma ou duas lesões com somatório de diâmetro (s) inferior a 1 centímetro (cm); e 3) severa: uma ou mais lesões de podridão com diâmetro superior a 1 cm de diâmetro.

A podridão carpelar foi avaliada utilizando a seguinte escala: 1) ausência de fungo ou presença de fungo no carpelo, mas sem lesão na polpa; 2) lesão inicial, < 1 cm de diâmetro na

polpa; 3) lesão entre 1 e 3 cm de diâmetro na polpa; e 4) lesão > 3 cm de diâmetro na polpa.

O escurecimento da polpa foi analisado pela severidade do sintoma, mediante a atribuição de notas: 1) ausência de sintoma; 2) inicial: 1 a 30 % da secção transversal com coloração amarronzada; 3) moderada: 30 % a 60 % da secção transversal com coloração amarronzada difusa; e 4) severa: mais de 60 % da secção transversal com coloração amarronzada.

Para a avaliação de porcentagem de frutos afetados, tanto pelas podridões quanto pelo escurecimento de polpa, foi observado o número de frutos apresentando esses sintomas pelo número total de frutos avaliados em cada data de colheita.

O pingo-de-mel foi avaliado com os seguintes escores: 1) ausente; 2) leve, manchas aquosas com < 5 mm de diâmetro entorno dos feixes vasculares; 3) moderada, com manchas aquosas com 5 mm a 15 mm de diâmetro entorno dos feixes vasculares; e 4) severa, com manchas aquosas coalescidas entorno dos feixes vasculares e espalhadas no córtex.

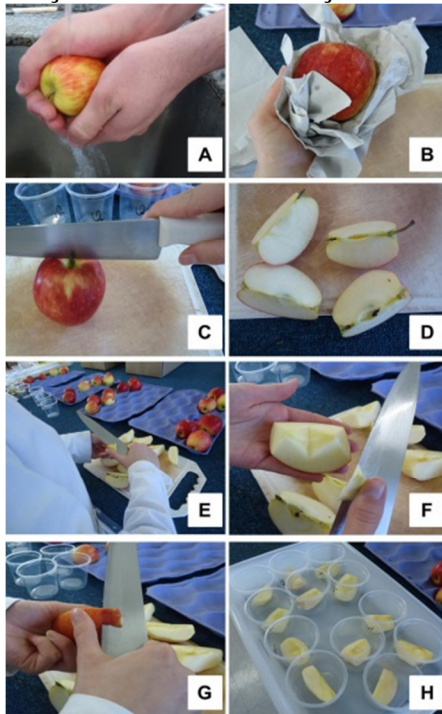
Nos dias 09/09/2014, 11/09/2014, 12/09/2014, 16/09/2014, 18/09/2014 e 19/09/2014 foram realizadas as análises sensoriais dos frutos da seleção M-15/07, após sete meses de armazenagem refrigerada sob AC. Para tanto, foram utilizados 60 frutos provenientes de cada uma das seis colheitas. A análise sensorial foi realizada pelo método de ordenação ('ranking'), conforme descrito por Chaves; Sproesser (2005), com pequena modificação no que diz respeito a atribuição de mesma nota para duas ou mais amostras.

Os frutos de todas as datas de colheitas foram retirados da AC e foram deixados em AA até que as avaliações fossem realizadas. Os frutos permaneceram aproximadamente sete dias em sala com condição ambiente, com o objetivo de simular o período de prateleira a que os frutos são submetidos quando chegam aos pontos de comercialização. Após esse período,

foram procedidas as avaliações sensoriais, sendo realizadas pela manhã na Estação Experimental de Caçador da EPAGRI, com avaliadores treinados e não treinados, e a tarde na Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), com avaliadores não treinados. Foram evitadas as horas mais próximas ao meio-dia e também as próximas ao final da tarde, a fim de evitar a influência da proximidade dos períodos de refeição dos avaliadores nos resultados das avaliações das amostras.

Para iniciar as análises sensoriais, os frutos foram retirados da sala com condição ambiente e, em seguida, os frutos foram higienizados em água corrente com temperatura ambiente, e secos com auxílio de papel toalha (Figura 2). Os frutos que apresentaram podridões durante a armazenagem ou durante o período de prateleira foram descartados. Os frutos foram cortados em quatro partes, de maneira que cada amostra correspondesse a $\frac{1}{4}$ de uma maçã cortado em forma de cunha. Após, cada cunha foi cortada em formato de “V” na região onde se encontravam as sementes e foi descascada, imediatamente, antes de cada oportunidade de análise sensorial. As amostras foram colocadas em copos plásticos transparentes enumerados.

Figura 2 – Procedimentos realizados em cada análise sensorial de maçãs ‘M-15/07’ em Caçador-SC, 2014.



Lavagem (A) e secagem (B) dos frutos; procedimento de corte dos frutos (C e D); cortes nas extremidades (E) e em formato de “V” na região das sementes (F) e descascamento das cunhas (G); amostras prontas para a análise sensorial (H).

Fonte: produção da própria autora.

Cada avaliador provou seis cunhas em cada oportunidade de avaliação, correspondentes as seis datas de colheita e, em seguida, foram preenchidos os questionários (ANEXO A). Foi solicitado aos avaliadores que classificassem as amostras de acordo com sua preferência global quanto ao sabor e à textura, e que desconsiderassem sua aparência e o tamanho. Foi solicitado também que os avaliadores alinhinhassem as seis amostras, analisassem um pedaço de cada amostra e que

afastassem as amostras de qualidade inferior, que mantivessem na mesma posição aquelas amostras de qualidade mediana, e que colocassem a frente as amostras de qualidade superior. Em seguida, que analisassem um segundo pedaço de cada amostra e que reposicionassem as amostras, caso fosse necessário. Por fim, que ranqueassem as amostras em um quadro assinalando com um X os seguintes parâmetros de qualidade: muito inferior, inferior, mediana, superior, muito superior. Duas ou mais amostras poderiam receber a mesma nota, caso o avaliador não conseguisse distinguir quanto ao sabor e textura.

Entretanto, não foi possível realizar todas as avaliações com os mesmos avaliadores, em virtude de que esses nem sempre estavam presentes nos dias exatos de cada avaliação sensorial.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado para as análises físico-químicas e de qualidade dos frutos, com 60 repetições (cada repetição correspondendo a um fruto) por tratamento (data de colheita), exceto para as análises de SS, AT, massa dos frutos e etileno, para as quais foram adotadas quatro repetições de sete frutos por tratamento. Para a análise sensorial utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 184 repetições (avaliador) por tratamento (data de colheita). Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), com auxílio do programa estatístico SAS (SAS Institute Inc., 2002). Os efeitos de tratamento (data de colheita) foram analisados pelo teste de médias Tukey ($p < 0,05$).

1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

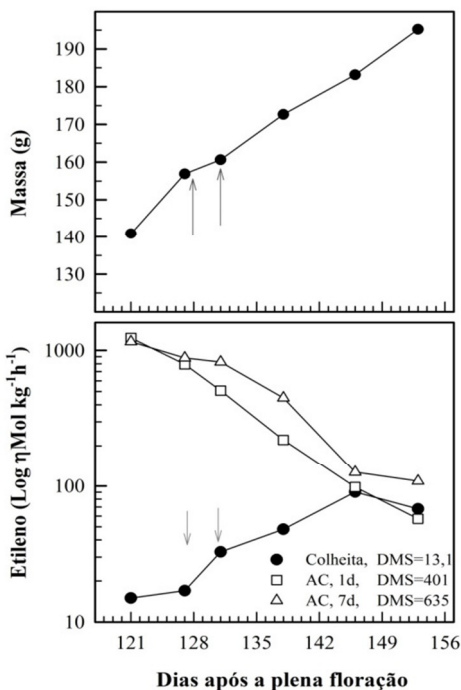
Os dados de fenologia mostraram que para a safra agrícola de 2013/2014 as plantas ‘M-15/07’ iniciaram a brotação no dia 25/08/2013. Já, o início da floração deu-se em 10/09/2013, a plena floração foi atingida em 25/09/2013, e o final da floração ocorreu em 02/10/2013.

A massa fresca dos frutos da ‘M-15/07’ aumentou aproximadamente 35 % entre 121 e 153 dias após a plena floração (DAPF), saltando de 147 g para 198 g em 32 dias de maturação na planta (Figura 3). Esse desempenho equivaleu a um incremento de aproximadamente 11 g por semana, durante o período de maturação dessa seleção. Stanger et al. (2013) verificaram que maçãs da cultivar Daiane cresceram aproximadamente 13 % em um pomar formado por plantas enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido, e 18 % em um pomar com o porta-enxerto M-9, durante 35 dias de maturação na planta.

Houve aumento significativo da produção de etileno durante a maturação das maçãs ‘M-15/07’ na planta, entre 127 e 131 DAPF, indicando o início do amadurecimento associado ao climatério (Figura 3). Etileno é o fitohormônio que promove a maturação de frutos climatéricos (TAIZ; ZEIGER, 2009), e por isso o ponto ideal de colheita de maçãs a serem armazenadas por longos períodos está associado ao estágio de maturação cuja taxa respiratória é mínima e ao início da síntese de etileno auto-catalítico (REID; RODES; HULME, 1973; KNEE; SMITH; JOHNSON, 1983; BLANPIED, 1986 *apud* ARGENTA, 2006). Portanto, os dados de produção de etileno obtidos sinalizam que o período ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’ destinadas a longos períodos de armazenagem deva ser antes de 131 DAPF.

Ao contrário do observado na colheita, a produção de etileno pós-armazenagem de maçãs colhidas aos 121 e 127 DAPF foi maior que a das maçãs colhidas tardiamente, aos 146 e 153 DAPF.

Figura 3 – Massa fresca dos frutos e taxa de produção de etileno da seleção M-15/07, em função da data de colheita. Os frutos foram analisados um dia após a colheita e após sete meses de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias a 22° C.



DMS: diferenças mínimas significativas para efeitos de data de colheita. Setas verticais indicam o período ideal de colheita.

Fonte: Produção da própria autora.

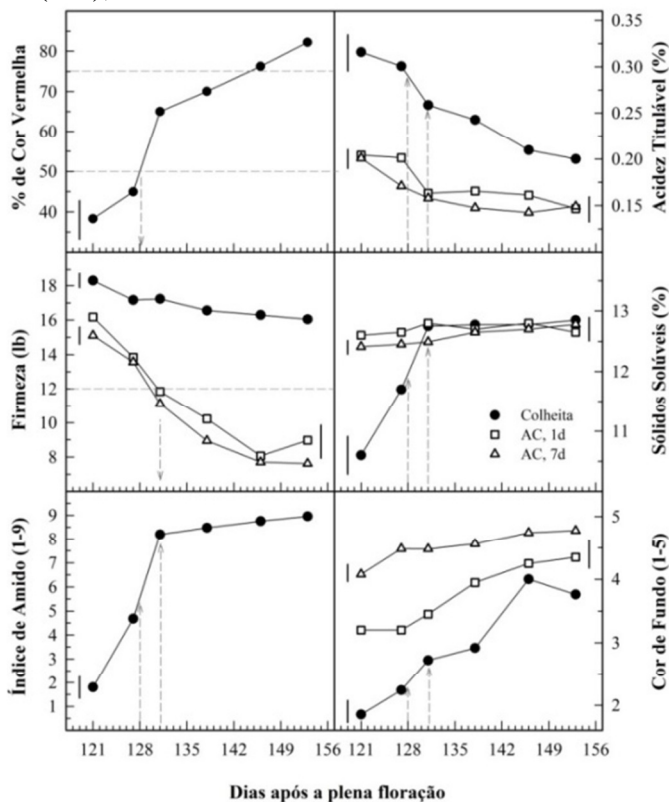
A maior firmeza de polpa foi observada aos 121 DAPF, e diminuiu a cada data de colheita, resultado observado tanto para os frutos mensurados logo após cada colheita, quanto para sete meses a 0,7° C + um dia a 22° C e sete meses a 0,7° C + sete dias a 22° C (Figura 4). Houve redução da firmeza de polpa em todas as datas de colheita ao se comparar sete meses

a 0,7° C + um dia a 22° C com sete meses a 0,7° C + sete dias a 22° C, conforme inicialmente esperado.

Nas avaliações no dia seguinte a cada colheita, todas as datas de colheita apresentaram frutos com firmeza de polpa superiores a 12 lb (53 Newtons - N), indicando que poderiam ser colhidos até 153 DAPF visando o comércio imediato após a colheita. Entretanto, para os frutos armazenados por sete meses a 0,7° C + um dia a 22° C, apenas os frutos colhidos aos 121 e 127 DAPF obtiveram firmeza de polpa superior a 12 lb (53 N), sendo que os frutos colhidos aos 121 DAPF apresentaram a maior firmeza, diferindo estatisticamente das demais datas de colheita. Esse mesmo resultado foi verificado para os frutos armazenados por sete meses a 0,7° C + sete dias a 22° C. Portanto, levando em consideração o limite de firmeza de 12 lb (53 N), o período ideal de colheita de maçãs 'M-15/07' destinadas a armazenagem por longos períodos em AC está entre 121 e 127 DAPF.

Harker et al. (2002) verificaram que com a redução da firmeza de polpa ocorreu a redução da crocância e da suculência dos frutos. Além disso, constataram que maçãs com firmeza de polpa abaixo de 11,2 lb (50 N) são consideradas farináceas. Para Jaeger et al. (1998) *apud* Harker et al. (2002), a presença de polpa farinácea nos frutos é um atributo percebido de forma negativa pelos consumidores.

Figura 4 – Índices de maturação e qualidade de maçãs ‘M-15/07’, em função da data de colheita. Os frutos foram analisados um dia após a colheita e após sete meses de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias a 22° C.



As barras verticais representam as diferenças mínimas significativas para efeitos de cada data de colheita. As linhas pontilhadas horizontais indicam limite inferior de firmeza de polpa (12 lb ou 53 N), sendo que abaixo deste as maçãs apresentam menor aceitação e valor comercial, e de percentagens de cor vermelha para que as maçãs sejam classificadas como Categoria 1 (50 % de cor vermelha dos frutos) ou Categoria Extra (75 % de cor vermelha dos frutos). As setas pontilhadas verticais indicam o período ideal de colheita.

Fonte: Produção da própria autora.

Existem normas internacionais para a comercialização de frutas e, segundo as normas para maçãs comercializadas no Estado de Washington, Estados Unidos da América, o mínimo de firmeza de polpa no momento do embarque das frutas é de 12 lb (53 N) para ‘Red Delicious’ e variedades ‘Delicious’, 9,8 lb (44 N) para ‘Golden Delicious’ e 11 lb (49 N) para ‘Gala’ e ‘Jonagold’ (WASHINGTON, 1999).

Em um estudo com a cultivar Daiane, Stanger et al. (2013) verificaram que frutos analisados no dia seguinte à colheita apresentavam firmeza de polpa superior a 12 lb (53 N), independente da data de colheita. Esse resultado mostrou que essas frutas poderiam ser colhidas até 149 DAPF, caso fossem destinadas ao comércio imediatamente. Já, após a armazenagem de 240 dias em AC, as maçãs colhidas aos 136 e 149 DAPF apresentaram firmeza de polpa inferior a 12 lb (53 N). Portanto para a cultivar Daiane, o ponto ideal de colheita para longos períodos de armazenagem terminou aos 136 DAPF.

A AT foi significativamente maior aos 121 e 127 DAPF, e se mostrou decrescente nas demais datas de colheita, tanto na colheita quanto para sete meses a 0,7° C + um dia a 22° C (Figura 4). Aos sete dias após a armazenagem, somente os frutos colhidos aos 121 DAPF apresentaram maior teor de AT. Logo, de acordo com a AT, o ponto de colheita ideal da ‘M-15/07’ mostrou-se ser entre 128 e 131 DAPF.

Os SS na colheita foram superiores aos 131, 138, 146 e 153 DAPF, diferindo estatisticamente de 121 e 127 DAPF (Figura 4). Aos sete meses a 0,7° C + um dia a 22° C não foi identificada diferença significativa entre as datas de colheita. Já, aos sete meses a 0,7° C + sete dias a 22° C, os frutos colhidos 153 DAPF apresentaram maior teor de SS, entretanto não diferiram dos frutos colhidos aos 127, 131, 138 e 146 DAPF. Para o teor dos SS, o ponto de colheita ideal dos frutos da ‘M-15/07’ ocorreu entre 128 e 131 DAPF.

Ao longo da maturação, há um aumento no teor de SS, resultante da hidrólise do amido (ARGENTA, 2006). Para Treptow et al. (1995), o teor de açúcares é um fator determinante da qualidade, uma vez que está associado ao sabor e aroma dos frutos.

O índice de amido aumentou em função do avanço nas datas de colheita (Figura 4). O maior índice de amido foi verificado aos 131, 138, 146 e 153 DAPF. Com base nessa característica, o ponto ideal de colheita esteve entre 128 e 131 DAPF.

Argenta et al. (1995), estudando padrões de maturação de maçãs ‘Gala’, ‘Golden Delicious’ e ‘Fuji’, obtiveram índices de amido entre 3 e 5 na ‘Gala’ e ‘Golden Delicious’, e entre 4 e 6 na ‘Fuji’, frequentemente associados ao período de maturação comercial. Para Watkins et al. (2005), a maturidade de colheita para ‘Honeycrisp’, conforme estabelecido comercialmente em cada região, está associada com diferentes índices de amido.

A intensidade de cor vermelha dos frutos na colheita foi superior aos 153 DAPF, entretanto não diferiu de 138 e 146 DAPF (Figura 4). As normas brasileiras de classificação de maçã, tanto para os frutos produzidos no Brasil quanto para aqueles importados, regulamentam que o mínimo de área da epiderme da fruta com coloração vermelha, para as cultivares vermelhas é: a) Categoria Extra: maior ou igual a 75 %; b) Categoria 1: maior ou igual a 50 %; c) Categoria 2: maior ou igual a 25 %; e d) Categoria 3: maior ou igual a 15 % (BRASIL, 2006). Dessa forma, utilizando a norma citada acima, verificou-se que para se colher ao menos 50 % de maçãs na Categoria 1, de acordo com a intensidade de cor vermelha, o ponto ideal de colheita da seleção M-15/07 deu-se a partir de 128 DAPF. Já, para se colher ao menos 50 % de maçãs na Categoria Extra, o ponto ideal de colheita mostrou ser a partir de 138 DAPF.

A cor de fundo da epiderme das maçãs, na colheita, foi superior aos 146 DAPF (Figura 4). Entretanto, nesta data, os frutos encontram-se muito próximos a nota máxima da escala (amarelo-laranja) e, portanto, com cor de fundo muito avançada. O ponto ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’, segundo a cor de fundo da epiderme dos frutos, esteve entre 127 e 131 DAPF, contemplando o intervalo de escala de 2,2 a 2,7 no catálogo de escalas de cores de fundo utilizado.

Os resultados obtidos permitiram observar que durante a maturação dos frutos da seleção M-15/07, houve redução da AT, da firmeza de polpa e degradação do conteúdo de amido dos frutos, que foram aproximando-se do índice 9 da escala utilizada (Figura 4). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Stanger (2012), ao pesquisar o ponto de colheita da cultivar Daiane. A cor de fundo da epiderme dos frutos foi elevada, verificando mudança da cor verde para uma cor de fundo mais amarelada. A intensidade de cor vermelha dos frutos também foi elevando-se com a maturação dos frutos. Adicionalmente, os teores de SS aumentaram até 131 DAPF, seguido de uma estabilização.

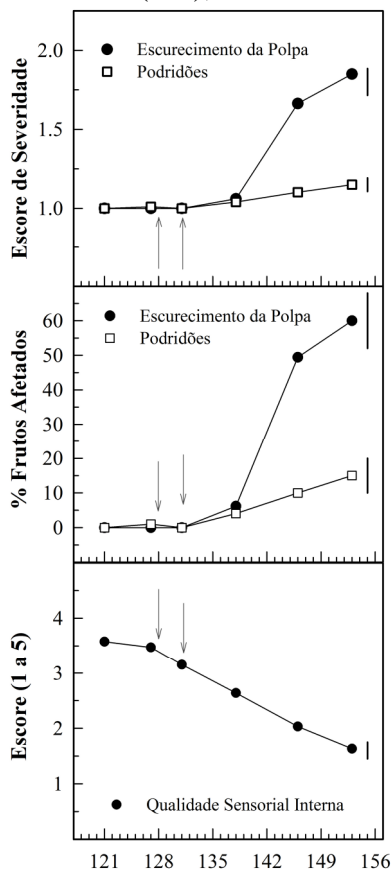
O escurecimento da polpa aos sete meses a 0,7° C + sete dias a 22° C, apresentou aumento significativo em frutos colhidos aos 153 DAPF (Figura 5).

Para podridões, aos sete meses a 0,7° C + sete dias a 22° C, maiores valores foram observados em frutos colhidos aos 146 e 156 DAPF (Figura 5). As perdas ocorridas ao longo do período pós-colheita de maçãs são, em grande parte, ocasionadas pelas podridões dos frutos (SANHUEZA et al., 2011).

O ponto de colheita ideal para a ‘M-15/07’, de acordo com o escore de severidade e a porcentagem de frutos afetados, tanto pelo escurecimento de polpa quanto pelas podridões, mostrou-se ser até 131 DAPF, uma vez que apenas a partir desse momento os distúrbios citados desenvolveram-se.

A podridão carpelar e o pingo-de-mel não foram afetados pela data de colheita.

Figura 5 – Severidade e incidência de escurecimento da polpa e podridões, e qualidade sensorial interna de maçãs ‘M-15/07’, em função da data de colheita. Os frutos foram analisados após sete meses de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais sete dias a 22° C.



As barras verticais representam as diferenças mínimas significativas para efeitos de data de colheita. As setas verticais indicam o período ideal de colheita.

Fonte: Produção da própria autora.

A análise sensorial realizada demonstrou que, de acordo com a preferência global dos provadores para o conjunto sabor e textura de maçãs ‘M-15/07’, as colheitas realizadas aos 121 e 127 DAPF foram, significativamente, superiores as demais e, por conseguinte, mais apreciadas pelos provadores (Figura 5). Já os frutos colhidos aos 153 DAPF apresentaram mínima qualidade sensorial, menor que em todas as outras colheitas. Dessa forma, em relação à qualidade sensorial, o período ideal de colheita de ‘M-15/07’ destinadas a armazenagem por longos períodos em AC não deveria ultrapassar 127 DAPF. Portanto, a qualidade sensorial de ‘M-15/07’, após longos períodos de armazenagem, é influenciada pela data de colheita. Para a obtenção do ponto ideal de colheita, segundo a análise sensorial, os frutos deveriam ser colhidos entre 128 e 131 DAPF.

Para ‘Daiane’, Stanger et al. (2013) verificaram que, considerando a qualidade sensorial de seus frutos, a colheita visando a armazenagem não deveria estender-se além de 136 DAPF.

Portanto, para as maçãs ‘M-15/07’, a cada semana em que os frutos foram colhidos, a maturação tornou-se avançada, prejudicando a qualidade dos frutos após o período de armazenamento.

A realização da colheita após o ponto ideal culmina em frutos mais doces, menos ácidos, com menor firmeza de polpa e até mesmo com polpa farinácea e com menos suculência. Entretanto, essas características, que para algumas pessoas são desfavoráveis, são apreciadas por outras. Para Camilo; Denardi (2006), as preferências dos consumidores variam em se tratando de paladar, uma vez que algumas pessoas preferem maçãs mais ácidas, outras mais doces, e ainda há outras que preferem frutas bem equilibradas quanto aos teores de açúcares e ácidos. Ainda segundo os autores, os povos asiáticos preferem os frutos mais doces, enquanto que europeus e

americanos preferem frutos um pouco mais ácidos ou com melhor balanceamento entre teores de ácidos e açúcares.

A análise sensorial é de grande importância, principalmente nesse caso em que o ponto de colheita ideal de uma nova cultivar está sendo pesquisado. De acordo com Lanzillotti; Lanzillotti (1999), a análise sensorial vem sendo aplicada em diversos momentos, entre eles no desenvolvimento e melhoramento de produtos, no controle de qualidade, nos estudos sobre armazenamento e no desenvolvimento de processos.

A preferência do consumidor de maçãs é, geralmente, associada com a firmeza de polpa, suculência e doçura, sendo que eles percebem a polpa farinácea como um atributo de qualidade negativo e o associam ao armazenamento por longos períodos (JAEGER et al., 1998).

Os resultados observados nesse estudo referentes a AT, SS, índice de amido e análise sensorial indicaram que o ponto ideal de colheita de maçãs 'M-15/07', para frutos armazenados em AC, deveria ser entre 128 e 131 DAPF. Para a intensidade de cor vermelha da epiderme para frutos Categoria Extra e para a severidade e porcentagem de frutos afetados tanto por escurecimento de polpa quanto por podridões, os frutos deveriam ser colhidos aos 138 DAPF. Os demais parâmetros indicaram a colheita ideal aos 121-127 DAPF, 127-131 DAPF, 128 DAPF e 131 DAPF, para firmeza de polpa, cor de fundo da epiderme, intensidade de cor vermelha da epiderme para frutos na Categoria 1 e produção de etileno, respectivamente.

Os resultados do presente estudo permitem sugerir que o ponto ideal de colheita de maçãs 'M-15/07' armazenadas por longos períodos em AC, ocorreu entre 121 e 138 DAPF. Stanger et al. (2013), definiram como período ideal de colheita para a cultivar Daiane destinadas a longos períodos em AC entre 121 e 136 DAPF, quando enxertada sobre o porta-enxerto Marubakaido, e entre 129 e 136 DAPF quando conduzida sobre o porta-enxerto M-9.

1.6 CONCLUSÕES

O ponto ideal de colheita de maçãs ‘M-15/07’ armazenadas por longos períodos em atmosfera controlada ocorreu entre 121 e 138 dias após a plena floração.

Os índices de maturação para o período ideal de colheita da seleção M-15/07 variaram de 18,3 a 17,2 lb (81,4-76,5 N) para a firmeza de polpa, de 11,7 a 12,8 % para sólidos solúveis, de 0,301 a 0,259 % para acidez titulável, de 4,7 a 8,2 para índice de amido, e de 2,2 a 2,7 para cor de fundo da epiderme.

1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, L. C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs ‘Gala’ após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 135-140, 1994.

ARGENTA, L. C.; BENDER, R. J.; KREUZ, C. L.; MONDARDO, M. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 10, p. 1259-1266, 1995.

ARGENTA, L.; KRAMMES, J.; MEGGUER, C.; AMARANTE, C.; MATTHEIS, J. Ripening and quality of ‘Laetitia’ plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1139-1148, 2003.

ARGENTA, L. C. Fisiologia pós-colheita: maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2 ed., p. 691-732, 2006.

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.

BARTRAM, D. Interpretation of weekly harvest tests for determining long term CA storage harvest timing. In: **Apple maturity program**. Wenatchee: USDA-USA, p. 45-54, 1993.

BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira. Teste iodo-amido**. Florianópolis, EMPASC, 6 p., 1985.

BLANPIED, G. D.; SILSBY, K. J. **Predicting harvest date windows for apples**. Ithaca: Cornell Cooperative Extension Information, 12 p., 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã**. Brasília, 9 p., 2006. (Instrução Normativa, 5). Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/maca_in_05_06.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2014.

BULENS, I.; VAN DE POEL, B.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; DE PROFT, M. P.; GEERAERD, A. H.; NICOLAI, B. M. Influence of harvest time and 1-MCP application on postharvest ripening and ethylene biosynthesis of 'Jonagold' apple. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 11-19, 2012.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2 ed., p. 113-168, 2006.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: UFV. 81 p. 2005.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V.; HAWERROTH CRESTANI, M. Lançamento de novas cultivares de macieiras. *In press.* In: **XIV Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado**, Fraiburgo, 2015.

DELONG, J. M.; PRANGE, R. K.; HARRISON, P. A.; SCHOFIELD, R. A.; DEELL, J. R. Using the Streif Index as a final harvest window for controlled-atmosphere storage of apples. **HortScience**, Saint Joseph, v. 34, n. 7, p. 1251-1255, 1999.

HARKER, F. R.; MAINDONALD, I.; MURRAY, S. H.; GUNSON, F. A.; HALLETT, I. C.; WALKER, S. B. Sensory interpretation of instrumental measurements 1: texture of apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 225-239, 2002.

JAEGER, S. R., ANDANI, Z., WAKELING, I. N., MACFIE, H. J. H. Consumer preferences for fresh and aged apples: a cross-cultural comparison. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 9, n. 5, p. 355-366, 1998.

JAMES, H.; NOCK, J. F.; WATKINS, C. B. **Internal browning in Empire apples in relation to harvest date.** New York Fruit Quarterly, New York State Horticultural Society, v. 18, n. 2, 2010.

KINGSTON, C. M. Maturity indices for apple and pear. **Horticultural Reviews**, New York, v. 13, p. 407-432, 1992.

LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Análise sensorial sob o enfoque da decisão *fuzzi*. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 145-157, 1999.

SANHUEZA, R. M. V.; PROTAS, J. F. S.; FREIRE, J. M. **Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 164 p., 2006.

SANHUEZA, R. M. V.; BARTNICKI, V. A.; CAMPOS, A. D.; RIZZATI, M. R. In: NACHTIGALL, G. R. (ed.). **Inovações tecnológicas para o setor da maçã - INOVAMAÇÃ**: Relatório Técnico. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 107-136, 2011.

SAS INSTITUTE. **SAS User`s guide**: statistics. Software Version 9.0. Cary, NC, USA, 2002.

SCOLARO, A. M. T.; ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T.; PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J. Controle de maturação pré-colheita de maçãs ‘Royal Gala’ pela inibição da ação ou síntese do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 032-041, 2015.

STANGER, M. C. **Manejo pós-colheita de maçãs ‘Daiane’**. 2012. 54 f. Dissertação (Pós-Graduação em Produção Vegetal), Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

STANGER, M. C.; ARGENTA, L. C.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T. 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução: Eliane Romanato Santarém...[et al.].4. ed. Porto Alegre: Artmed, 848 p., 2009.

TREPTOW, R. O.; QUEIROZ, M. I.; ANTUNES, P. L. Caracterização físico-química e sensorial de quatro cultivares de maçãs (*Malus domestica* Borkh). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, 179-184, 1995.

YUAN, R.; CARBAUGH, D. H. Effects of ANA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity and quality 'Golden Delicious' apples. **HortScience**, Alexandria, v. 42, n. 1, p. 101-105, 2007.

WASHINGTON STATE LEGISLATURE. Washington inspection procedures. **Washington Agriculture Code**. Olympia, 1999. Disponível em:
<<http://app.leg.wa.gov/WAC/default.aspx?cite=16-403-142>>.
Acesso em: 20 mar. 2015.

WATKINS, C. B.; ERKAN, M.; NOCK, J. F.; IUNGERMAN, K. A.; BEAUDRY, R. M.; MORAN, R. E. Harvest date effects on maturity, quality, and storage disorders of 'Honeycrisp' apples. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n. 1, p. 164-169, 2005.

2 ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA DO AR E ATMOSFERA CONTROLADA E A UTILIZAÇÃO DE 1-MCP NA CONSERVAÇÃO DE MAÇÃS ‘M-15/07’

2.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o potencial de conservação de maçãs ‘M-15/07’, em diferentes condições de armazenagem. Os frutos, colhidos em uma única data, foram tratados ou não com 1-MCP e armazenados em atmosfera do ar (AA; temperatura de $0,5 \pm 0,5^\circ \text{C}$ e umidade relativa do ar $85 \pm 5\%$), ou em atmosfera controlada (AC; 1,5 kPa de O_2 e 1,5 kPa de CO_2 , temperatura de $0,7 \pm 0,5^\circ \text{C}$ e umidade relativa de $93 \pm 3\%$). Os frutos foram analisados após 85, 142, 204 e 270 dias de armazenagem, seguido de sete dias a 20°C . As taxas respiratória e de produção de etileno foram maiores em frutos do tratamento armazenagem refrigerada sob atmosfera do ar (AA) após 142, 204 e 270 dias em armazenamento, bem como após sete dias a 20°C . A firmeza de polpa, em todo o período avaliado, foi menor em frutos do tratamento AA, no momento da remoção da câmara e após sete dias a 20°C . Houve efeito sinérgico do 1-MCP e da AC na preservação da firmeza de polpa, com exceção aos 85, 142 e 204 dias para armazenagem refrigerada sob atmosfera do ar (AA) com a utilização de 1-MCP (AA+1-MCP). Maçãs ‘M-15/07’ em AA apresentaram menor conservação da qualidade, apresentaram taxa respiratória e de produção de etileno elevada, acompanhado pela firmeza de polpa, acidez titulável (AT), e sólidos solúveis (SS) menores, além da cor de fundo da epiderme mais amarelada. Frutos tratados com 1-MCP, quando em AA ou AC, e frutos sem 1-MCP em AC, apresentaram menores taxas respiratória e de produção de etileno, e maiores teores de AT e SS. A ocorrência de podridões foi muito baixa, entretanto, após sete dias a 20°C , aos 270 dias de armazenagem, frutos armazenados em AA apresentaram maior índice de podridões,

não diferindo do armazenamento em AA+1-MCP e em armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC). A podridão carpelar foi maior em AA+1-MCP, aos 270 dias de armazenagem. A degenerescência senescente superior foi maior aos 270 dias de armazenagem, na remoção da câmara fria e após sete dias a 20° C em AA+1-MCP.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh. Atmosfera controlada. 1-MCP. Firmeza de polpa. Qualidade. Pós-colheita.

COLD STORAGE AND CONTROLLED ATMOSPHERE AND THE USE OF 1-MCP IN THE CONSERVATION OF 'M-15/07' APPLES

2.2 ABSTRACT

The objective of this study was to determine the method and the storage potential of farming of apples 'M-15/07' in different storage conditions. The fruits, harvested on a single date, were evaluated in two atmospheres: cold storage in an atmosphere of air (AA; temperature of $0,5\pm 0,5^{\circ}$ C and relative humidity of 85 ± 5 %), or in cold storage under controlled atmosphere (CA; 1,5 kPa O₂ and 1,5 kPa CO₂, temperature of $0,7\pm 0,5^{\circ}$ C and relative humidity of 93 ± 3 %) with or without treatment with 1-MCP. The fruits were analyzed after 85, 142, 204 and 270 days of storage, followed by seven days at 20° C. The respiratory and ethylene production rates were higher in fruits of cold storage under an atmosphere of air (AA) treatment during 142, 204 and 270 days as well as after seven days at 20° C. The firmness, throughout the study period, was lower in fruits of AA treatment in the chamber removal and after seven days at 20° C. There was synergistic effect of 1-MCP and CA in preserving firmness, except the 85, 142 and 204 days in cold storage under an atmosphere of air (AA) with

the use of 1-MCP (AA+1-MCP). ‘M-15/07’ apples in AA showed lower quality conservation, presented respiratory rate and high ethylene production and firmness, titratable acidity, lower soluble solids, in addition to the more yellowish skin background color. Fruits treated with 1-MCP, when stored in AA or in CA, and fruits without 1-MCP in CA, presented lower respiratory and ethylene production rates and higher AT content and SS. The rot incidence was very low, however after seven days at 20° C to 270 days of storage, fruits stored in AA presented higher rot, but did not differ from AA+1-MCP and from cold storage under controlled atmosphere (CA). The moldy core was higher in AA+1-MCP, the 270 days of storage. The senescent breakdown was higher at 270 days of storage, the removal from the chamber and after seven days at 20° C in AA+1-MCP.

Key-words: *Malus domestica* Borkh. Controlled atmosphere. 1-MCP. Firmness. Quality. Postharvest.

2.3 INTRODUÇÃO

A maçã é a fruta de clima temperado de maior importância comercial para consumo *in natura* (MELLO; JÚNIOR, 2004). Essa pomácea, tem grande importância para a região Sul do país, uma vez que é a base da economia de muitos municípios e é uma atividade que contribui para a geração de muitos empregos, em virtude, da necessidade de diversos tratamentos culturais ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento da macieira, especialmente, no momento da colheita.

Há mais de três décadas, a EPAGRI desenvolve novas cultivares de macieira com características de adaptação ao clima do Sul do Brasil, bem como com resistência às principais

doenças e pragas da cultura (DENARDI; CAMILO; KVITSCHAL, 2013).

A macieira ‘M-15/07’ foi obtida a partir do cruzamento ente ‘Imperatriz’ (♀) (Gala x Mollie’s Delicious) e Cripps Pink (♂) (Golden Delicious x Lady William). O fruto amadurece até uma semana antes da ‘Gala’. Entre as suas características estão: menor requerimento de frio hibernal do que a ‘Gala’; resistência à mancha foliar de glomerella (MFG); precocidade para o início da produção; alto potencial produtivo; frutos sem ‘russeting’ e de bom apelo visual; sabor doce, com média acidez; polpa crocante e suculenta; melhor conservação que a ‘Gala’; e hábito de crescimento apresentando alta capacidade de esporonamento ao longo dos ramos (DENARDI; KVITSCHAL; CRESTANI HAWERROTH, 2015).

É de fundamental importância o desenvolvimento de novas cultivares de maçã, para que, desta forma os produtores tenham opções para escalonar sua produção, evitando acúmulo de atividades em determinados períodos da safra, e para que os consumidores possam ter novas opções de compra. Além disso, através do melhoramento genético, pode-se obter cultivares com resistência a doenças, menor requerimento de frio, entre outras características desejadas.

A qualidade global de maçãs bem como seu potencial de armazenamento são influenciados pelo manejo do pomar e pelo estágio de maturação na colheita além da presença de patógenos e de seu contato com os frutos (ANTONIOLLI et al., 2011).

A maturação dos frutos é uma fase transitória entre a maturação fisiológica e a senescência. As mudanças, de ordem física e química, que ocorrem durante a maturação estão associadas às modificações na textura, aparência, sabor e aroma dos frutos (ARGENTA, 2006). O etileno é um fitormônio responsável pelo desencadeamento de diversos processos, tanto fisiológicos quanto bioquímicos, que estão relacionados à maturação dos frutos (BRACKMANN et al.,

2000). A produção de etileno pode ocorrer em quase todas as partes dos vegetais superiores. Essa produção aumenta durante a abscisão foliar, a senescência floral e amadurecimento dos frutos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Segundo Argenta (2006), as principais alterações fisiológicas que ocorrem ao longo da maturação de maçãs são o aumento relativamente rápido da taxa respiratória e o aumento da síntese de etileno. O etileno regula diversos eventos fisiológicos que culminam na ocorrência de perdas nas etapas de pré-colheita e pós-colheita. Entretanto, seu controle é um dos fatores principais na redução dessas perdas (BRACKMANN et al., 2009a).

A produção da maçã concentra-se em um curto período do ano, por isso, torna-se necessária a utilização de armazenamento, a fim de regular a oferta e o preço da fruta e atender o mercado consumidor ao longo do ano (BRACKMANN et al., 2005a). O armazenamento de maçãs é uma prática comumente utilizada no Brasil (BRACKMANN et al., 2003).

De acordo com Hendges et al. (2011), existem diferentes tecnologias de armazenamento visando a redução de perdas e o controle da oferta de maçãs aos consumidores, como o armazenamento refrigerado (AR) também conhecido como armazenamento sob atmosfera do ar (AA), e a atmosfera controlada (AC), que podem estar associados a utilização do 1-metilciclopropeno (1-MCP).

O armazenamento sob AA, com o controle da temperatura e da umidade relativa do ar (UR), permite curto período de conservação dos frutos em função do rápido amadurecimento e da incidência de podridões (BRACKMANN et al., 2005b), distúrbios fisiológicos, bem como acentuada perda da acidez (BRACKMANN et al., 2002). Este tipo de armazenamento não é indicado para longos períodos (SAQUET, 1997).

No armazenamento em AC, além da temperatura e da UR, há o controle das pressões parciais de oxigênio (O₂) e gás carbônico (CO₂) (WEBER et al., 2013). Nesse armazenamento ocorre redução da taxa respiratória e da produção de etileno, permitindo a maior conservação das características físico-químicas, e inibe a ocorrência de distúrbios fisiológicos (BRACKMANN et al., 2012). Para Bender (1989), cada cultivar tem uma exigência diferenciada de temperatura e atmosfera, portanto precisam ser armazenadas em condição de AC segundo sua tolerância.

De acordo com Brackmann et al. (2009a), a ação do etileno sobre a maturação dos frutos pode ser reduzida mediante sua absorção logo após ser produzido e/ou pela aplicação do 1-MCP.

O 1-MCP é um gás, que tem sido formulado como pó, que é liberado quando misturado com uma solução básica ou água (JACOMINO et al., 2002). Esse composto se liga fortemente ao sítio de ligação do etileno, evitando sua ligação e ação (KLUGE et al., 2002). O 1-MCP liga-se de forma irreversível ao receptor do etileno em nível de membrana celular, inibindo o seu estímulo fisiológico e a transdução de sinal, influenciando no processo de amadurecimento dos frutos (BLANKENSHIP; DOLE, 2003).

O 1-MCP é considerado um regulador de crescimento que possui modo de ação não tóxico e que pode ser ativo por longos períodos após curta exposição (< 24 h) (SISLER; SEREK, 1997; BINDER; BLEECKER, 2003). Esse agente químico tipicamente retarda as alterações fisiológicas associadas à maturação e à senescência de frutos climatéricos da maioria das espécies de clima temperado, ao exemplo da maçã (BLANKENSHIP; DOLE, 2003).

O 1-MCP reduz ou retarda o desenvolvimento de distúrbios fisiológicos associados a alta produção de etileno e/ou ao avanço da maturação e à senescência de maçãs, incluindo a degenerescência senescente da polpa (polpa

farinácea e/ou amarronzada, coração amarronzado), escaldadura superficial, escaldadura senescente e casca engordurada (ARGENTA; FAN; MATTHEIS, 2005; MATTHEIS; FAN; ARGENTA, 2005; WATKINS; MILLER, 2006).

Entretanto, a eficiência do 1-MCP em atrasar o amadurecimento de maçãs depende de alguns fatores, entre eles a cultivar, as condições edafoclimáticas e de cultivo, o ponto de colheita, e as condições de armazenamento (WATKINS, 2006).

O período máximo de armazenagem de maçãs é dependente de diversos fatores, entre eles as características genéticas de cada cultivar, características das câmaras utilizadas na armazenagem, estágio de maturação dos frutos na colheita e teores minerais na polpa dos frutos (ARGENTA; DENARDI, 1994).

O objetivo deste trabalho foi determinar o método de armazenagem ideal para máxima conservação da qualidade de maçãs ‘M-15/07’, por longos períodos pós-colheita, bem como identificar o seu potencial (tempo) de armazenagem.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Maçãs da seleção M-15/07 foram colhidas em um pomar experimental com oito anos de idade, conduzido em sistema de líder central, sobre o porta-enxerto Marubakaido com filtro M-9 em sistema de média densidade, com espaçamento de 0,70 metros (m) entre plantas e 3,80 m entre linhas, localizado na empresa Fischer S/A Agroindústria, no município de Fraiburgo, Santa Catarina, Brasil (27°01’ S e 50°55’ O, com altitude de 1.048 m acima do nível do mar) na safra agrícola de 2013/2014. Os tratos culturais do pomar foram realizados de acordo com os critérios da empresa, baseados nas recomendações do sistema de produção integrada

para a cultura da macieira (SANHUEZA; PROTAS; FREIRE, 2006).

A colheita foi realizada em uma única data, no dia 03/02/2014, quando o índice de amido se encontrava entre 3,5 e 6 na escala de 1 a 9 de Bender; Ebert (1985). Foram utilizadas sacolas de colheita de fundo falso, e os frutos foram acondicionados em caixas de papelão, que foram previamente forradas com saco plástico, de modo que os frutos não tivessem contato com a superfície da caixa. Em seguida, foram levados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Estação Experimental de Caçador, na EPAGRI. Posteriormente, foi realizada uma seleção visual criteriosa, onde foram mantidos apenas os frutos sem defeitos morfológicos e livres de qualquer dano mecânico ou ataques de pragas e doenças.

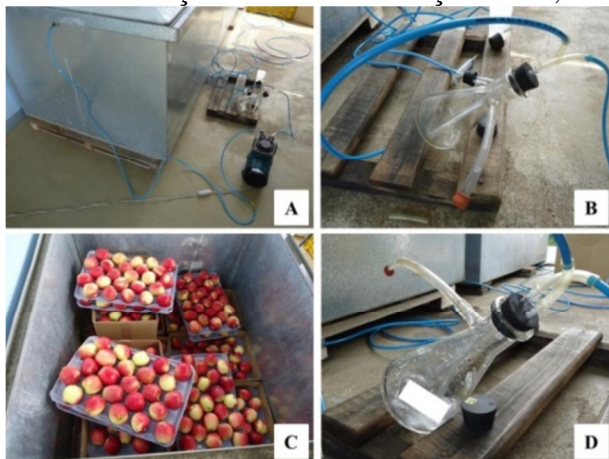
Avaliou-se o efeitos dos seguintes tratamentos: armazenagem refrigerada sob atmosfera do ar (AA) (tratamento denominado de AA); armazenagem refrigerada sob atmosfera do ar (AA) com a utilização de 1-MCP (tratamento denominado de AA+1-MCP); armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC) (tratamento denominado de AC); e armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC) com a utilização do 1-MCP (tratamento denominado de AC+1-MCP).

Os frutos foram tratados com 1-MCP (0 e 1 $\mu\text{l l}^{-1}$) 24 horas após a colheita, em câmara hermética (Figura 6) e o método de aplicação desse produto foi realizado conforme descrito por Argenta et al. (2003). Os frutos que não receberam tratamento foram mantidos em câmara hermética e sob as mesmas condições que os frutos submetidos ao tratamento com 1-MCP.

Na armazenagem sob AA foi utilizada a temperatura de $0,5\pm 0,5^\circ\text{C}$ e UR de $85\pm 5\%$. Na armazenagem sob AC foram mantidas pressões parciais de 1,5 kPa de O_2 e 1,5 kPa de CO_2 , temperatura de $0,7\pm 0,5^\circ\text{C}$ e UR de $93\pm 3\%$.

As avaliações foram realizadas um dia após a colheita e aos 85, 142, 204 e 270 dias de armazenagem, seguido de mais sete dias a 20° C (92, 148, 211 e 277 dias de armazenagem). Foram avaliados os parâmetros de intensidade de cor vermelha e índice de amido na colheita; cor de fundo da epiderme, firmeza de polpa, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS) na colheita e após a armazenagem; taxas respiratória e de produção de etileno e incidência e severidade de distúrbios fisiológicos e patológicos após a armazenagem.

Figura 6 – Aplicação de 1-MCP, em câmara hermética, em frutos da seleção M-15/07 em Caçador-SC, 2014.



Materiais utilizados (A e B), frutos colocados dentro da câmara hermética para a aplicação do 1-MCP (C) e momento da aplicação (D) após a inserção de água no sistema fechado.

Fonte: produção da própria autora.

Cada fruto foi considerado como uma repetição para as análises de intensidade de cor vermelha, índice de amido, cor de fundo da epiderme, firmeza de polpa e incidência e severidade de distúrbios fisiológicos e patológicos. Os teores de SS, AT e as taxas respiratória e de produção de etileno

foram analisados utilizando quatro sub-amostras de sete frutos, correspondentes a quatro repetições por tratamento.

A avaliação da intensidade de cor vermelha nos frutos (em %) foi estimada de maneira visual, de acordo com a porcentagem de área coberta com a coloração vermelha, em relação à superfície total do fruto (Figura 7).

A cor de fundo da epiderme (1-5) também foi estimada visualmente, na área menos avermelhada da superfície dos frutos, de maneira que, atribuiu-se notas de 1 (verde) a 5 (amarelo-laranja), de acordo com o catálogo de escalas de cores desenvolvido para maçãs cultivar Gala (ARGENTA; VIEIRA, SCOLARO, 2010) (Figura 7).

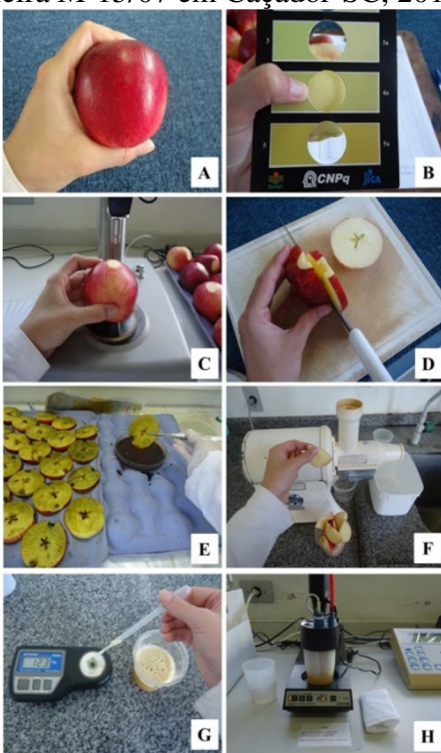
O índice de amido (1-9) foi determinado mediante dois cortes transversais na secção equatorial de cada fruto, de forma a obter-se uma pequena fatia (Figura 7). Em seguida, procedeu-se a imersão desta em solução de iodo-iodeto de potássio (I-KI) por aproximadamente 1 minuto. Após, retirou-se uma fatia e aguardou-se por aproximadamente, 10 minutos para estimar, por análise visual, o índice de degradação de amido com auxílio da escala de 1 a 9 de Bender; Ebert (1985). O estágio 1, nessa escala, corresponde a frutos imaturos, nos quais não houve degradação do amido, já o estágio 9 corresponde a frutos com maturação avançada, apresentando teor de amido próximo a zero.

A firmeza de polpa (em lb) foi quantificada em duas extremidades opostas de cada fruto, na região equatorial, onde ocorre a transição da coloração, do mais avermelhado para o menos avermelhado, a partir da remoção de pequena porção da epiderme (Figura 7). Para tanto, foi utilizado penetrômetro eletrônico motorizado (Güss[®], África do Sul), com ponteira de 11 milímetros (mm).

Para a determinação dos teores de SS e AT, foi realizado suco dos frutos, com o auxílio de um espremedor centrífugo (The Champion Juicer[®], Plastaket Mfg., Estados Unidos) (Figura 7). O teor de SS (em %) no suco foi

determinado com o uso do refratômetro digital, com compensação automática de temperatura (Atago[®], Japão). A AT (em % de ácido málico) foi obtida através da titulação de 10 ml de suco que foi diluído em 20 ml de água destilada, com NaOH 0,1 N até atingir pH 8,2, utilizando-se um titulador automático (Radiometer Analytical[®], França).

Figura 7 – Análises de qualidade dos frutos da seleção de macieira M-15/07 em Caçador-SC, 2014.



Análises de qualidade: intensidade de cor vermelha (A), cor de fundo da epiderme (B), firmeza de polpa (C), corte de fatias (D) para a avaliação do índice de amido (E), e extração do suco dos frutos (F) para as avaliações do teor de sólidos solúveis (G) e da acidez titulável (H).

Fonte: produção da própria autora.

As avaliações da taxa respiratória ($\mu\text{Mol.Kg.h}$) e da produção de etileno ($\mu\text{Mol.Kg.h}$) foram realizadas utilizando um sistema de fluxo contínuo, por meio de um cromatógrafo a gás, como descrito por Argenta et al. (2003). Para tanto, as amostras de frutos foram colocadas em jarras de vidro de 4 l, supridas com ar comprimido, livre de etileno, a 100 ml min^{-1} , sendo mantidas nesse processo, em uma câmara de maturação, a $23 \pm 0,3^\circ \text{ C}$ por 12 horas, com o objetivo de equilibrar a temperatura. Após esse período, foram coletados os efluentes de etileno e CO_2 com o uso de seringas, e analisadas suas concentrações por meio de cromatografia a gás (Shimadzu[®] GC-14B, Japão).

As avaliações das podridões bem como dos distúrbios fisiológicos, após cada período de armazenagem, foram realizadas com os frutos cortados transversalmente, e visualmente identificados pelo grau de severidade.

Para a avaliação de incidência de frutos com sintomas de rachadura senescente foram atribuídos escores: 1 para ausência e 2 para presença de fruto rachado por senescência.

Em relação à ocorrência de podridões foram atribuídos escores: 1) ausência de podridões; 2) inicial: para uma ou duas lesões com somatório de diâmetro (s) inferior a 1 centímetro (cm); e 3) severa: para uma ou mais lesões com somatório de diâmetro (s) superior a 1 cm.

A degenerescência senescente superior e a degenerescência senescente inferior (polpa amarronzada) foram analisadas pela severidade do sintoma, da seguinte maneira: 1) ausência de sintoma; 2) inicial: 1 a 30 % da secção transversal com coloração amarronzada; 3) moderada: 30 % a 60 % da secção transversal com coloração amarronzada difusa, e 4) severa: mais de 60 % da secção transversal com coloração amarronzada.

A escaldadura superficial foi avaliada da seguinte maneira, considerando a porcentagem da superfície do fruto com o sintoma: 1) 0 %; 2) 1 a 20 %; 3) 21 a 60 %; e 4) > 60 %.

A escaldadura profunda, caracterizada por manchas pretas bem definidas e deprimidas na epiderme, com cortiça, foi avaliada utilizando a seguinte escala: 1) ausência de sintoma; 2) inicial: uma mancha com diâmetro inferior a 1 cm; 3) moderado: 1 a 3 manchas com somatório de diâmetro (s) entre 1 e 2 cm; e 4) severo: 1 ou mais manchas com somatório de diâmetros superiores a 2 cm.

A podridão carpelar foi avaliada usando os seguintes escores: 1) ausência de fungo ou presença de fungo no carpelo, mas sem lesão na polpa; 2) lesão inicial (< 1 cm de diâmetro na polpa); 3) lesão entre 1 e 3 cm de diâmetro na polpa; e 4) lesão > 3 cm de diâmetro na polpa.

O distúrbio dano por CO₂ (mancha escura) foi analisado pela severidade do sintoma de manchas marrons escuras com margens bem definidas e úmidas nas regiões do córtex e medula. Para isto, foram utilizados os seguintes escores de severidade: 1) nenhuma mancha marrom escura; 2) 1 a 30 % da secção transversal (córtex e medula) com manchas marrons escuras; 3) 31 a 60 % da secção transversal com manchas marrons escuras e 4) > 60 % da secção transversal com manchas marrom escuras. Já o dano por CO₂ com a formação de cavidade foi avaliado a partir dos escores de severidade: 1) ausência de dano; 2) dano inicial (1 a 2 cavidades); 3) dano moderado (3-5 cavidades); e 4) dano severo (> 5 cavidades).

O pingo-de-mel foi avaliado com base nos seguintes escores: 1) ausente; 2) leve (manchas aquosas com < 5 mm de diâmetro, entorno dos feixes vasculares); 3) moderada (manchas aquosas com 5 mm a 15 mm de diâmetro entorno dos feixes vasculares); e 4) severa (manchas aquosas coalescidas entorno dos feixes vasculares e espalhadas no córtex).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 50 repetições de um fruto, seguindo esquema fatorial (5x4), obtido da combinação de cinco períodos de armazenagem (tratamento) e quatro métodos de armazenagem. Os dados foram submetidos à análise da

variância (ANOVA), utilizando o programa estatístico SAS. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O potencial de armazenagem (dias de armazenagem) ideal para 'M-15/07' foi definido para cada atmosfera de armazenagem e tratamento sem e com 1-MCP, com base no tempo em que os frutos atingiram 12 lb (53 N), e/ou no tempo a partir do qual a incidência de distúrbios fisiológicos e patológicos aumentou significativamente, comprometendo o armazenamento em função das perdas.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fenologia da seleção M-15/07 deu-se com o início da brotação em 25/08/2013, o início da floração ocorreu em 10/09/2013, a plena floração foi atingida em 25/09/2013, e o final da floração ocorreu em 02/10/2013.

Na colheita, os frutos apresentaram, em média, 16,8 lb de firmeza de polpa, 0,241 % de AT, 12,3 % de SS, 63 % de intensidade de cor vermelha e 2,8 de cor de fundo da epiderme.

A taxa de produção de etileno de maçãs 'M-15/07' foi maior no tratamento AA aos 142, 204 e 270 dias de armazenagem, bem como após sete dias a 20° C (Figura 8). Esse resultado pode ser explicado em função de que em AA apenas a temperatura e a UR são controladas. Segundo Brackmann et al. (2004), a rápida perda de qualidade em 'Gala' armazenada sob AA está ligada aos altos índices de produção de etileno, além da alta taxa respiratória desta cultivar. Portanto, quanto maior a produção e a ação do etileno, maior a velocidade do amadurecimento e senescência dos frutos (BRACKMANN et al., 2009b), o que é indesejado quando se trata do armazenamento dos frutos para comercialização futura.

A menor produção de etileno aos 142 e 204 dias de armazenagem foi em AA+1-MCP, AC e AC+1-MCP, e aos 270 dias de armazenagem em AC e AC+1-MCP. Após sete dias a 20° C a produção de etileno foi menor aos 92 dias de

armazenagem em AA+1-MCP e AC+1-MCP, aos 148 e 211 dias de armazenagem em AA+1-MCP, AC e AC+1-MCP, e aos 277 dias de armazenagem em AC e AC+1-MCP.

Os resultados obtidos indicam que a baixa produção de etileno está relacionada tanto com a utilização de 1-MCP quanto com a AC. Em relação ao 1-MCP, esse composto se liga de maneira irreversível ao sítio de ligação do etileno e impede que o mesmo se ligue ao seu receptor, e desta forma desencadeie o processo de maturação (DE MARTINO et al., 2006).

As maçãs armazenadas em AC apresentam menor síntese auto-catalítica de etileno em comparação com as maçãs em AA (FAN, 1992). Além disso, o fato da AC apresentar baixo teor de oxigênio e alto teor de gás carbônico, inibe a síntese e a ação do etileno. Isso se deve ao fato de que o oxigênio é um dos substratos do 1-aminociclopropano-1-carboxílico oxidase (ACC-oxidase), enzima catalizadora da conversão do ACC em etileno e ao fato do gás carbônico ser considerado inibidor competitivo da ligação do etileno ao seu receptor (BRACKMANN et al., 2004).

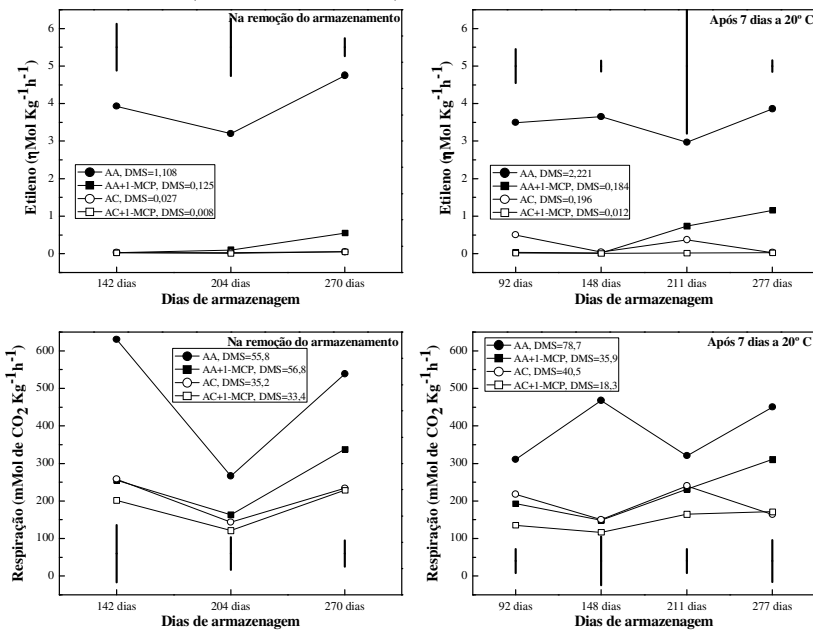
A utilização de 1-MCP reduz a produção de etileno e a atividade respiratória, e ainda retarda o pico de produção de etileno e mantém a qualidade dos frutos (STEFFENS et al., 2008).

A taxa respiratória de maçãs 'M-15/07' foi maior no tratamento AA aos 142, 204 e 270 dias de armazenagem, bem como após sete dias a 20° C. Segundo Brackmann et al. (2010), com maior atividade respiratória dos frutos há maior consumo de reservas dos seus tecidos, como açúcares e ácidos orgânicos, resultando em perda da qualidade.

O armazenamento em AC apresenta vantagens frente ao armazenamento em AA, uma vez que reduz a taxa respiratória e retarda a maturação dos frutos (BRACKMANN, 1991). Segundo Chitarra; Chitarra (1990), utilizando AC a respiração pode ser reduzida em até 50 % se comparada com a taxa

respiratória do produto armazenado em refrigeração na mesma temperatura.

Figura 8 – Taxas de produção de etileno e de respiração de maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado (coluna à esquerda) e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (coluna à direita).



As barras verticais representam as diferenças mínimas significativas para efeitos de tratamento, determinadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

AA = atmosfera do ar (AA)

AA+1-MCP = atmosfera do ar (AA) com a utilização de 1-MCP

AC = atmosfera controlada (AC)

AC+1-MCP = atmosfera controlada (AC) com a utilização de 1-MCP

Fonte: produção da própria autora.

As menores taxas respiratórias aos 142 e 204 dias de armazenagem foram obtidas em AA+1-MCP, AC e AC+1-MCP. Aos 270 dias de armazenagem, a menor respiração foi nos tratamentos AC e AC+1-MCP. Após sete dias a 20° C, para frutos armazenados por 92 e 211 dias a menor taxa respiratória foi em AC+1-MCP. Aos 148 dias de armazenagem, após sete dias a 20° C a menor taxa respiratória foi em AA+1-MCP, AC e AC+1-MCP, e aos 277 dias de armazenagem foi menor em AC e AC+1-MCP.

Argenta (2006) cita que a redução da taxa respiratória após a colheita está associada ao retardamento da maturação e ao aumento da conservação da qualidade dos frutos por longos períodos.

Da mesma forma como a produção de etileno, a menor taxa respiratória foi observada em AC e 1-MCP. Em AC, ocorreu redução da taxa respiratória e da produção de etileno conservando as características físico-químicas e inibindo a ocorrência de distúrbios fisiológicos (BRACKMANN et al., 2012). O baixo O₂ ou o alto CO₂ reduzem a atividade respiratória dos frutos (FONSECA et al., 2002 *apud* STEFFENS et al., 2007). Para Watkins et al. (2000) o 1-MCP tem um efeito maior em AC do que em AA. Em um estudo realizado por Steffens et al. (2008), com a cultivar Gala em função do dano mecânico por impacto e da aplicação de 1-MCP em AC, também verificaram que frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor atividade respiratória. Para Alves et al. (2009), o efeito do 1-MCP na redução da respiração e da produção de etileno deve-se a inibição da ação do etileno.

O aumento da taxa respiratória é um evento secundário, estimulado pelo aumento na taxa de produção de etileno durante o amadurecimento dos frutos (CHITARRA, 1998). A respiração é o principal fator que contribui para as perdas pós-colheita de produtos perecíveis (MAHAJAN; GOSWAMI, 2001), entre eles a maçã. Ainda, a intensidade respiratória pode

ser utilizada para indicar o potencial de armazenamento dos frutos (SAQUET; STREIF, 2002).

A firmeza de polpa dos frutos da seleção M-15/07 foi mais alta aos 85, 142 e 204 dias de armazenagem em AA+1-MCP e AC+1-MCP (Figura 9). Aos 270 dias de armazenagem, foi mais alta em AC+1-MCP. Já a menor firmeza de polpa, em todo o período avaliado foi em AA. Este resultado foi obtido na remoção da câmara fria e após sete dias a 20° C.

Em um estudo desenvolvido por Brackmann; Waclawovsky, (2000), a firmeza de polpa de maçãs 'Braeburn' armazenadas em AC foi superior aos frutos armazenados em AA, em função da maior respiração e degradação das pectinas da parede celular dos frutos em AA. Corrent et al. (2004) verificaram que 'Royal Gala' mesmo em condições de AC tem significativas reduções da firmeza de polpa, entretanto menos acentuadas do que em AA. A manutenção da firmeza de polpa em maçãs armazenadas sob AC é resultado da menor atividade de enzimas hidrolíticas da parede celular, resultantes da baixa pressão de O₂ e alta pressão de CO₂ (BRACKMANN; STEFFENS; WACLAWOSKY, 2002). A perda de firmeza de polpa durante a etapa de amadurecimento é atribuída à ação das pectinases denominadas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) que estão presentes na parede celular (CAMARGO et al., 2000).

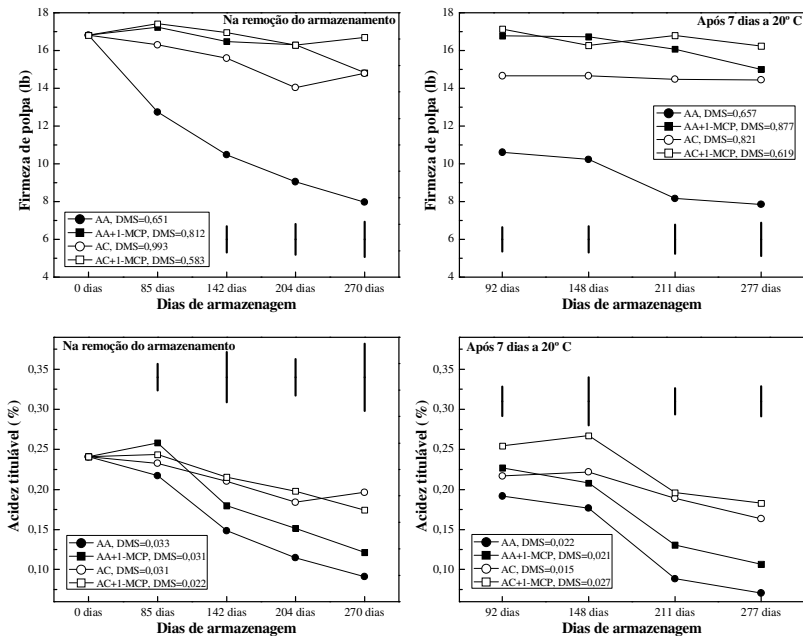
O armazenamento em AC reduz a produção de etileno e a respiração e os processos dependentes do etileno, como a perda de firmeza de polpa, o consumo de ácidos e a mudança na coloração dos frutos (WEBER et al., 2013).

Amarante et al. (2010), trabalhando com 'Fuji Suprema' durante nove meses de armazenamento refrigerado, seguido de uma semana a temperatura ambiente, obtiveram firmeza de polpa próxima de 11,0 à 11,9 lb (49 à 53 N) no tratamento-controle (sem a aplicação de 1-MCP), já nos frutos que receberam o tratamento com 1-MCP os valores de firmeza de polpa foram de 15,9 à 17,5 lb (71 à 78 N). Corrent et al.

(2005a), em trabalho realizado com maçãs da cultivar Fuji tratadas com 1-MCP, em média, apresentaram firmeza de polpa de 1,3 lb (6 N) superior aquelas maçãs não tratadas. Corrent et al. (2004), verificaram a contribuição do uso do 1-MCP na redução das perdas de firmeza de polpa de maçãs 'Royal Gala'. Para Hendges et al. (2011), a maior firmeza de polpa em frutos tratados com 1-MCP deve-se a redução na ação e produção do etileno.

A redução da firmeza da polpa dos frutos está associada ao amadurecimento, portanto, quanto mais rápida a perda de firmeza de polpa, menor é a vida útil dos frutos (TERRA et al., 2014). Frutos com menor firmeza de polpa, em geral, apresentam menor conteúdo de suco, uma vez que frutos menos firmes tendem a estar com a polpa mais farinácea e mais seca se comparados a frutos firmes (LUNARDI et al., 2004).

Figura 9 – Firmeza de polpa e acidez titulável de maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado (coluna à esquerda) e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (coluna à direita).



As barras verticais representam as diferenças mínimas significativas para efeitos de tratamento, determinadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

AA = atmosfera do ar (AA)

AA+1-MCP = atmosfera do ar (AA) com a utilização de 1-MCP

AC = atmosfera controlada (AC)

AC+1-MCP = atmosfera controlada (AC) com a utilização de 1-MCP

Fonte: produção da própria autora.

As maiores AT foram obtidas aos 85 dias de armazenagem em AA+1-MCP, mas não diferiu de AC+1-MCP, aos 142 dias de armazenagem em AC+1-MCP, mas não

diferiu de AC, e aos 204 e 270 dias de armazenagem em AC e AC+1-MCP (Figura 9). Após sete dias de maturação a 20° C, para frutos armazenados durante 92, 148 e 277 dias, a maior AT deu-se sob AC+1-MCP, e aos 211 dias de armazenagem deu-se sob AC e AC+1-MCP.

Teores de AT mais elevados em maçãs com a aplicação de 1-MCP em relação a maçãs não tratadas foram obtidos por Fan; Blankenship; Mattheis (1999). Quando o 1-MCP foi utilizado em maçãs 'Royal Gala' os valores da AT foram superiores aos das maçãs não tratadas (CORRENT et al., 2005b). Os mesmos autores, ainda, explicam que o efeito do 1-MCP com valores mais elevados de AT deve-se a desaceleração do metabolismo.

Já, a manutenção de níveis mais elevados de AT em AC provavelmente é consequência da redução da atividade respiratória (LIMA et al., 2002). É desejável durante o armazenamento de maçãs a manutenção da AT, pois a concentração de ácidos nos frutos diminui à medida que o metabolismo respiratório é acelerado (SWEETMAN et al., 2009).

A menor AT foi aos 85, 142 e 204 dias de armazenagem em AA, e aos 270 dias de armazenagem em AA e AA+1-MCP após a remoção da câmara fria. Já a menor AT, após sete dias a 20° C, foi obtida aos 92, 148, 211 e 277 dias de armazenagem em AA.

O teor de SS não diferiu entre os tratamentos aos 85 dias de armazenagem (Figura 10). Aos 142 e 204 dias de armazenagem, os teores de SS foram maiores em AA+1-MCP, AC e AC+1-MCP, e aos 270 dias de armazenagem foram maiores em AC, mas não diferiram de AC+1-MCP. Para sete dias a 20° C, aos 92 dias de armazenagem, os maiores teores de SS foram obtidos em AA+1-MCP e AC+1-MCP, porém não diferiram de AC. Aos 148 dias de armazenagem, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Aos 211 dias de armazenagem os maiores teores de SS foram em AA+1-MCP,

AC e AC+1-MCP, e aos 277 dias de armazenagem, foram maiores em AC e AC+1-MCP.

Corrent et al. (2005a), verificaram que para maçãs ‘Fuji’ tratadas com 1-MCP e armazenadas em AA os SS foram mais elevados do que em frutas que não receberam tratamento com 1-MCP, devido a menor atividade respiratória relacionada a menor produção de etileno. Os mesmos autores afirmam que em AC os efeitos tecnológicos não foram significativos, uma vez que as condições desse sistema de armazenamento já propiciam benefícios equivalentes a inibição da ação do etileno proporcionados pelo 1-MCP. Entretanto, em trabalho realizado por Hendges et al. (2011), com Royal Gala, em AA, o 1-MCP não proporcionou maior teor de SS, após sete dias em condições ambiente.

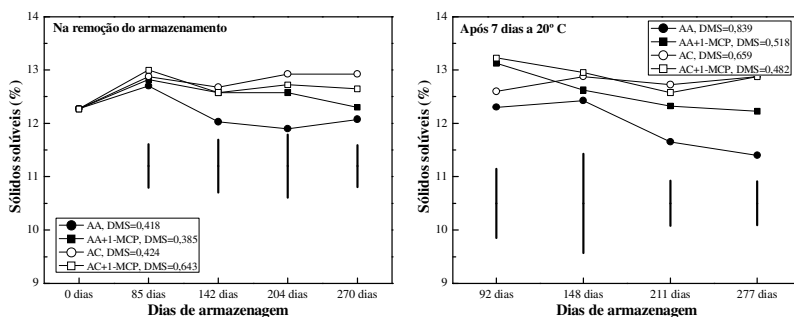
Não são percebidas grandes alterações nos teores de SS durante o armazenamento sob AC, visto que os açúcares são substratos da respiração, em que a utilização ocorre após acentuado consumo de ácidos orgânicos (BRACKMANN; SAQUET, 1995).

Os menores teores de SS foram obtidos em AA aos 142 e 204 dias de armazenagem, e aos 270 dias de armazenagem em AA, no entanto não diferindo de AA+1-MCP. Para sete dias a 20° C, verificou-se os menores valores do referido parâmetro, aos 211 e 277 dias de armazenagem em AA, e aos 92 dias de armazenagem em AA, mas não diferiu de AC. Aos 148 dias de armazenagem não houve diferença significativa entre os tratamentos. Quanto mais baixa for a razão entre SS e AT, mais adequado é o fruto para os processos industriais (ARGENTA FANTE et al., 2013).

De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), em maçãs, o teor de SS aumenta após a colheita e início do armazenamento devido a hidrólise do amido. Entretanto, quando em armazenamento prolongado há um decréscimo dos açúcares. Bender; Lunardi (2001) citam que os teores de açúcar

aumentam até determinado ponto, de dois a três meses após a colheita, e então diminuem de maneira gradativa.

Figura 10 – Sólidos solúveis em maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado (à esquerda) e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (à direita).



As barras verticais representam as diferenças mínimas significativas para efeitos de tratamento, determinadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

AA = atmosfera do ar (AA)

AA+1-MCP = atmosfera do ar (AA) com a utilização de 1-MCP

AC = atmosfera controlada (AC)

AC+1-MCP = atmosfera controlada (AC) com a utilização de 1-MCP

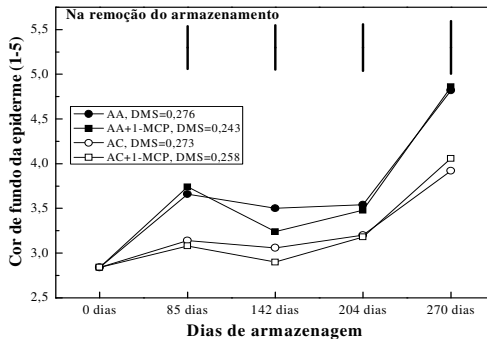
Fonte: produção da própria autora.

Após 85, 204 e 270 dias de armazenagem, os tratamentos AA e AA+1-MCP apresentaram maior índice de cor de fundo da epiderme, ou seja, frutos mais amarelados, e aos 142 dias de armazenagem o índice foi maior para AA (Figura 11). A presença de frutos amarelados, ainda na armazenagem, é desfavorável, visto que no momento em que esses frutos ficarem expostos a temperatura ambiente – no local de comercialização – esse aspecto ficará cada vez mais acentuado, contribuindo para a rejeição por parte dos

consumidores e para as perdas pós-colheita. Os menores índices de cor de fundo da epiderme aos 85, 204 e 270 dias de armazenagem foram em AC e AC+1-MCP, e aos 142 dias de armazenagem em AC+1-MCP, mas não diferiu de AC.

Brackmann et al. (2005c), trabalhando com a cultivar Pink Lady, verificaram que frutos mantidos em AA apresentaram coloração mais amarela, em função de estarem mais maduros que os frutos armazenados em AC. A manutenção da cor da epiderme mais verde em frutos com a aplicação de 1-MCP, segundo Jiang; Joyce; Macnish (1999), pode ser explicada pela redução da ação do etileno sobre o processo de degradação de clorofilas.

Figura 11 – Cor de fundo da epiderme em maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosferas do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), na remoção do armazenamento refrigerado.



As barras verticais representam as diferenças mínimas significativas para efeitos de tratamento, determinadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

AA = atmosfera do ar (AA)

AA+1-MCP = atmosfera do ar (AA) com a utilização de 1-MCP

AC = atmosfera controlada (AC)

AC+1-MCP = atmosfera controlada (AC) com a utilização de 1-MCP

Fonte: produção da própria autora.

A ocorrência de podridões foi muito baixa na remoção da câmara fria, em todos os tratamentos e período avaliado (Tabela 1). Após sete dias a 20° C, somente aos 270 dias de armazenagem, o AA apresentou maior podridão, mas não diferiu de AA+1-MCP e de AC.

O armazenamento em AC é mais eficaz que em AA na manutenção da qualidade de maçãs, entretanto, mesmo assim ocorrem perdas significativas, principalmente por podridões (SAUTTER et al., 2008).

A aplicação de 1-MCP não apresentou influência sobre a ocorrência de podridão em maçãs da cultivar Royal Gala em quatro meses de armazenamento a 0,5° C mais sete dias a 20° C (BRACKMANN et al., 2009b).

A podridão carpelar foi maior em AA+1-MCP, apenas aos 270 dias de armazenagem (Tabela 1). Nos demais tratamentos e períodos avaliados, tanto na remoção da câmara fria como após sete dias a 20° C, não houve diferença entre tratamentos.

A degenerescência senescente superior foi maior aos 270 dias de armazenagem, na remoção da câmara fria e após sete dias a 20° C, em AA+1-MCP (Tabela 1).

De acordo com Watkins (2006), a susceptibilidade a várias desordens parece aumentar com a utilização do 1-MCP.

Os distúrbios pingo-de-mel, rachadura, escaldadura superficial, escaldadura profunda, degenerescência senescente inferior e dano de CO₂ – mancha escura e cavidade – não diferiram entre tratamentos durante todo o período de armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1 – Doenças e distúrbios fisiológicos em maçãs ‘M-15/07’, sem ou com tratamento de 1-MCP, durante o armazenamento sob atmosfera do ar (AA) ou atmosfera controlada (AC), após remoção do armazenamento refrigerado (à esquerda), e após sete dias de exposição a temperatura de 20° C (à direita).

Podridão (1 a 3)					Podridão (1 a 3)				
Dias de armazenagem	AA	AA+1-MCP	AC	AC+1-MCP	Dias de armazenagem	AA	AA+1-MCP	AC	AC+1-MCP
85	1,04 a	1,00 a	1,00 a	1,02 a	92	1,02 a	1,00 a	1,04 a	1,00 a
142	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	148	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
204	1,04 a	1,04 a	1,00 a	1,00 a	211	1,06 a	1,02 a	1,04 a	1,00 a
270	1,00 a	1,02 a	1,00 a	1,06 a	277	1,14 a	1,04 ab	1,02 ab	1,00 b

Podridão Carpelar (1 a 4)					Podridão Carpelar (1 a 4)				
Dias de armazenagem	AA	AA+1-MCP	AC	AC+1-MCP	Dias de armazenagem	AA	AA+1-MCP	AC	AC+1-MCP
85	1,04 a	1,06 a	1,00 a	1,02 a	92	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
142	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	148	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
204	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	211	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
270	1,00 b	1,12 a	1,00 b	1,00 b	277	1,00 a	1,04 a	1,00 a	1,02 a

Degenerescência Senescente Superior (1 a 4)					Degenerescência Senescente Superior (1 a 4)				
Dias de armazenagem	AA	AA+1-MCP	AC	AC+1-MCP	Dias de armazenagem	AA	AA+1-MCP	AC	AC+1-MCP
85	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	92	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
142	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	148	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
204	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	211	1,10 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
270	1,00 b	1,18 a	1,00 b	1,00 b	277	1,00 b	1,08 a	1,00 b	1,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

AA = atmosfera do ar (AA)

AA+1-MCP = atmosfera do ar (AA) com a utilização de 1-MCP

AC = atmosfera controlada (AC)

AC+1-MCP = atmosfera controlada (AC) com a utilização de 1-MCP

Fonte: produção da própria autora.

2.6 CONCLUSÕES

As maçãs ‘M-15/07’, quando armazenadas em armazenagem refrigerada sob atmosfera do ar (AA) apresentam menor conservação e manutenção da qualidade, em função da elevada taxa respiratória e de produção de etileno, associado à

menor firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis, e cor de fundo da epiderme mais amarelada.

Os frutos da seleção 'M-15/07' que receberam tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP) em armazenagem refrigerada sob atmosfera do ar (AA) ou em armazenagem refrigerada sob atmosfera controlada (AC), e frutos sem este tratamento em AC, apresentaram menores taxas respiratória e de produção de etileno e maiores teores de acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS).

O uso do 1-metilciclopropeno (1-MCP) foi benéfico para a manutenção da firmeza de polpa dos frutos da seleção M-15/07.

Os distúrbios e podridões, de maneira geral, foram verificados após 270 dias de armazenagem, não sendo recomendados períodos superiores para o armazenamento de maçãs 'M-15/07'.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. O.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; PAVANELLO, E. P.; BRACKMANN, A. Manejo do etileno durante o armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2445-2451, 2009.

AMARANTE, C. V. T.; ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; STEFFENS, C. A. Alteração da eficiência do 1-MCP com o retardo na sua aplicação após a colheita em maçãs 'Fuji Suprema'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 984-992, 2010.

ANTONIOLLI, L. R.; NACHTIGALL, G. R.; FIALHO, F. B.; SANTOS, H. P.; NAVA, G.; DECHEN, A. R. Qualidade de maçãs baseada nas condições nutricionais e meteorológicas. In: NACHTIGALL, G. R. (ed.). **Inovações Tecnológicas para o Setor da Maçã - INOVAMAÇÃ: Relatório Técnico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. p. 275-309.

ARGENTA, L. C.; DENARDI, F. Perdas físico-químicas mensais de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ durante a armazenagem em atmosfera controlada e frio convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 3, p. 111-118, 1994.

ARGENTA, L.; KRAMMES, J.; MEGGUER, C.; AMARANTE, C.; MATTHEIS, J. Ripening and quality of ‘Laetitia’ plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1139-1148, 2003.

ARGENTA, L. C.; FAN, X.; MATTHEIS, J. Factors affecting efficacy of 1-MCP to maintain quality of apples fruit after storage. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 682, p. 1249-1255. 2005.

ARGENTA, L. C. Fisiologia pós-colheita: maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2 ed., p. 691-732, 2006.

ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SCOLARO, A. M. 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.

ARGENTA FANTE, C.; VILAS BOAS, A. C.; COSTA, A. C.; SILVA, E. P.; OLIVEIRA, M. C.; LIMA, L. C. O. 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2142-2147, 2013.

BENDER, J. R. Frigoconservação convencional e em atmosfera controlada de maçãs cv. Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 45-50, 1989.

BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira. Teste iodo-amido**. Florianópolis, EMPASC, 6 p. 1985.

BENDER, R.; LUNARDI, R. Perdas qualitativas de maçãs cv. Gala em armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 563-567, 2001.

BINDER, B. M.; BLEECKER, A. B. A model for ethylene receptor function and 1-methylcyclopropene action. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 628, p.177-187, 2003.

BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, p. 1-25, 2003.

BRACKMANN, A. Influência da concentração de oxigênio e etileno sobre a qualidade de maçãs armazenadas em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 12, n. 3, p. 235-242, 1991.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Efeito das condições de atmosfera controlada sobre a ocorrência de degenerescência em maçã 'Fuji'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 263-267, 1995.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; NEUWALD, D. A.; MELLO, A. M. Armazenamento de maçã 'Royal Gala' sob diferentes concentrações de etileno. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 39-41, 2000.

BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Conservação da maçã (*Malus domestica* Borkh.) cv. Braeburn. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 229-234, 2000.

BRACKMANN, A.; VIZOTTO, M.; MELLO, A. M.; FREITAS, S. T.; STEFFENS, C. A. Efeito da umidade relativa e momento da instalação da atmosfera controlada sobre a qualidade da maçã 'Fuji'. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 145-148, 2002.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; WACLAWOSKY, A. J. Influência da época de colheita e do armazenamento em atmosfera controlada na qualidade da maçã 'Braeburn'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 295-301, 2002.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; NEUWALD, D. A.; SESTARI, I. Armazenamento de maçã 'Gala' em atmosfera controlada com remoção de etileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 647-650, 2003.

BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A.; GIEHL, R. F. H. Qualidade da maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1415-1420, 2004.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; ANTES, R. B.; NEUWALD, D. A.; SESTARI, I.; PINTO, J. A. V. Condições de atmosfera controlada para o armazenamento de maçãs 'Royal Gala' de diferentes tamanhos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1049-1053, 2005a.

BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; STEFFENS, C. A.; GUARIENTI, A. J. W.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I. Consequência da unidade relativa durante o armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada na qualidade da maçã 'Gala'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1197-1200, 2005b.

BRACKMANN, A.; GUARIENTI, A. J. W.; SAQUET, A. A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I. Condições de atmosfera controlada para a maçã 'Pink Lady'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 504-509, 2005c.

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; SESTARI, I.; PETERLE, M. E.; BOTH, V.; PAVANELLO, E. P.; PINTO, J. A. V. Manejo do etileno e sua relação com a maturação de maçãs 'Gala' armazenadas em atmosfera controlada. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 519-525, 2009a.

BRACKMANN, A.; BOTH, V.; PINTO, J. A. V.; WEBER, A.; PAVANELLO, E. P. Absorção de 1-metilciclopropeno aplicado em maçãs 'Royal Gala' armazenadas em atmosfera refrigerada juntamente com madeira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1676-1681, 2009b.

BRACKMANN, A.; ANESE, R. O.; PINTO, J. A. V.; BOTH, V.; VENTURINI, T. L.; SCHORR, M. R. W. Aplicação de 1-metilciclopropeno e absorção de etileno em maçã da cultivar 'Royal Gala' colhida tardiamente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2074-2080, 2010.

BRACKMANN, A.; BOTH, V.; WEBER, A.; PAVANELLO, E. P.; SCHORR, M. R. W.; SANTOS, J. R. A. Variação da temperatura, oxigênio e CO₂ durante o armazenamento em atmosfera controlada de maçãs 'Royal Gala'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2247-2256, 2012.

CAMARGO, Y. R.; LIMA, L. C. O.; SCALON, S. P. Q.; SIQUEIRA, A. C. Efeito do cálcio sobre o amadurecimento de morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. campineiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 968-972, 2000.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 320 p., 1990.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BORÉN, F. M. (ed.). **Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, p. 1-57, 1998.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 785 p., 2005.

CORRENT, A. R.; PARUSSOLO, A.; GIRARDI, C. L.; ROMBALDI, C. V. Efeito do 1-metilciclopropeno na conservação de maçãs 'Royal Gala' em ar refrigerado e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 217-221, 2004.

CORRENT, A. R.; GIRARDI, C. L.; PARUSSOLO, A.; TOMAZZI, R.; FRONZA, E.; ROMBALDI, C. V. Efeito do 1-metilciclopropeno em maçãs 'Fuji' armazenadas em atmosfera refrigerada e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 91-94, 2005a.

CORRENT, A. R.; PARUSSOLO, A.; GIRARDI, C. L.; ROMBALDI, C. V. Uso do 1-metilciclopropeno no controle da maturação de maçãs cv. 'Royal Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 207-210, 2005b.

DE MARTINO, G.; VIZOVITIS, K.; BOTONDI, R.; BELLINCONTRO, A.; MENCARELLI, F. 1- MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activities. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, n. 1, p. 38-47, 2006.

DENARDI, F.; CAMILO, A. P.; KVITSCHAL, M. V. SCS417 Monalisa: cultivar de macieira com boa adaptação climática no Sul do Brasil e resistência múltipla a doenças e pragas. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 56-62, 2013.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V.; HAWERROTH CRESTANI, M. Lançamento de novas cultivares de macieiras. *In press*. In: **XIV Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado**. Fraiburgo, 2015.

FAN, X. **Maturity and storage of 'Fuji' apples**. Washington, 1992. 201 p. Dissertation (Master of Science in Horticulture) - Washington State University, 1992.

FAN, X.; BLANKENSHIP, S. M.; MATTHEIS, J. P. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, n. 6, p. 690-695, 1999.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A.; ANTONIOLLI, L. R.; AMARANTE, C. V. T.; BRACKMANN, A. Qualidade de maçãs 'Royal Gala' submetidas ao dano mecânico por impacto e aplicação de 1-Metilciclopropeno em dois sistemas comerciais de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 032-039, 2011.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CAMARGO E CASTRO, P. R. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-Metilciclopropano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 16, p. 187-193, 1999.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; BRACKMANN, A. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-Metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 895-901, 2002.

LIMA, L. C.; BRACKMANN, A.; CHITARRA, M. I. F.; VILAS BOAS, E. V. de B.; REIS, J. M. R. Características de qualidade da maçã 'Royal Gala' armazenada sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 354-361, 2002.

LUNARDI, R.; BRACKMANN, A.; NEUWALD, D. A.; ZANATTA, J. F.; SILVA, J. A.; ROMBALDI, C. V. Avaliação da suculência e da solubilização de pectinas em maçãs 'gala' armazenadas em atmosfera controlada, em função de diferentes pressões parciais de O₂ e CO₂. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 95-101, 2004.

MAHAJAN, P. V.; GOSWAMI, T. K. Enzyme kinetics based modelling of respiration rate for apple. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 399-406, 2001.

MATTHEIS, J. P.; FAN, X.; ARGENTA, L. C. Interactive responses of 'gala' apple fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 4510-4516, 2005.

MELLO, L. M. R.; JÚNIOR, L. B. Mercado nacional e internacional. In: GIRARDI, C. L. (ed.). **Maçã: Pós-colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 10-23, 2004. (Série Frutas do Brasil, 39).

SANHUEZA, R. M. V.; PROTAS, J. F. S.; FREIRE, J. M. **Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 164 p.

SAQUET, A. A. **Efeito das temperaturas e concentração de CO₂ e O₂ sobre a qualidade da maçã cultivar Gala durante o armazenamento em atmosfera controlada**. 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

SAQUET, A. A.; STREIF, J. Respiração e produção de etileno de maçãs armazenadas em diversas concentrações de oxigênio. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 71-75, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS User`s guide: statistics**. Software Version 9.0. Cary, NC, USA, 2002.

SAUTTER, C. K.; STORCK, L.; RIZZATTI, M. R.; MALLMANN, C. A.; BRACKMANN, A. Síntese de trans-resveratrol e controle de podridão em maçãs com uso de elicitores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1097-1103, 2008.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. **Physiologia Plantarum**, v. 100, p. 577-582, 1997.

STEFFENS, C. A.; BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; EISERMANN, A. C. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 313-321, 2007.

STEFFENS, C. A.; ESPÍNDOLA, B. P.; AMARANTE, C. V. T.; SILVEIRA, J. P. G.; CHECHI, R.; BRACKMANN, A. Respiração, produção de etileno e qualidade de maçãs “Gala” em função do dano mecânico por impacto e da aplicação de 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1864-1870, 2008.

SWEETMAN, C.; DELUC, L. G.; CRAMER, G. R.; FORD, C. M.; SOOLE, K. L. Regulation of malate metabolism in grape berry and other developing fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 70, n. 11, p. 1329-1344, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução: Eliane Romanato Santarém...[et al.]. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 848 p., 2009.

TERRA, F. A. M.; EDAGI, F. K.; SASAKI, F. F. C.; FRASSETTO FILHO, M. E.; SILVA, M. M.; GIRO, B.; BERNO, N. D.; KLUGE, R. A. Aplicação do 1-metilciclopropeno e sua influência no processo de remoção da adstringência com etanol em caqui ‘Giombo’ refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 210-216, 2014.

WATKINS, C. B. et al. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 17-32, 2000.

WATKINS, C. B.; MILLER, W. B. **A summary of physiological processes or disorders in fruits, vegetables and ornamental products that is delayed or decreased, increased, or unaffected by application of 1-methylcyclopropene (1-MCP)**. Doc. Department of Horticulture, Cornell University, Ithaca, New York 14853. 2006.

WATKINS, C. B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, Oxford, v. 24, p. 389-409, 2006.

WEBER, A.; BRACKMANN, A.; ANESE, R. O.; BOTH, V.; PAVANELLO, E. P. Atmosfera controlada para o armazenamento da maçã ‘Maxi Gala’. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 44, n. 2, p. 294-301, 2013.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de diversificação de cultivares é um ponto fundamental na cadeia produtiva da maçã. Esse nicho está sendo contemplado através do trabalho de décadas do Programa de Melhoramento Genético da EPAGRI. A seleção 'M-15/07' surge como uma nova opção para utilização do setor produtivo.

O presente trabalho determinou os índices de maturação de maçãs 'M-15/07' para o período ideal de colheita das maçãs, quando destinadas a longos períodos de armazenagem e identificou por quanto tempo é possível armazenar as maçãs dessa cultivar (potencial de armazenagem) para diferentes atmosferas de armazenagem e para frutos expostos ou não ao inibidor da ação do etileno.

Deve-se considerar que os resultados do presente estudo são relativos a safra agrícola 2013/2014 e, portanto, são influenciados pelas condições climáticas desse período.

Por isso, estudos complementares com maçãs da seleção M-15/07 produzidas em diferentes anos devem ser desenvolvidos para confirmar os resultados do presente trabalho, referentes aos índices de maturação ideais para o período de colheita das maçãs destinadas a diferentes períodos de armazenagem e, referentes ao potencial de armazenagem das maçãs sujeitas a diferentes atmosferas e sistemas de inibição da ação do etileno.

ANEXO

ANEXO A – Questionário utilizado na análise sensorial de maçãs ‘M-15/07’ na safra agrícola 2013/2014 em Caçador-SC, 2014.

Avaliação Sensorial - Método de Ordenação (“ranking”)

Classifique as amostras de acordo com sua preferência global quanto ao sabor + textura. Desconsidere a aparência ou tamanho da amostra.

Procedimento:

- ✓ Sente-se para fazer a análise sensorial.
- ✓ Use o copo vazio oferecido para descarte da polpa não ingerida.
- ✓ Alinhe as 6 amostras (copos).
- ✓ Analise um pedaço (mordida) de cada amostra
 - Empurre para trás as amostras (copos) de qualidade inferior
 - Mantenha na mesma posição as amostras (copos) de qualidade mediana
 - Puxe para frente às amostras (copos) de qualidade superior
- ✓ Analise um segundo pedaço (mordida) de cada amostra
 - Reposicione os copos se necessário
- ✓ Ranqueie as amostras no quadro abaixo anotando X

Qualidade	Amostra Z	Amostra J	Amostra W	Amostra Y	Amostra Q	Amostra T
Muito Inferior						
Inferior						
Mediana						
Superior						
Muito Superior						

Data: _____