

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR 9906 – DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Martina Werner

00194575

Análise de diferentes métodos de armazenamento de maçã e a perspectiva de redução do uso de energia

Porto Alegre, Setembro de 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

Análise de diferentes métodos de armazenamento de maçã e a perspectiva de redução do uso de energia

Martina Werner

00194575

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Dr. Eng. Agr. Daniel Neuwald

Supervisora de laboratório: Berenice Vollmar

Orientador acadêmico do Estágio: Dr. Eng. Agr. Renar João Bender

Comissão de Avaliação:

- Profa. Beatriz Maria Fedrizzi (Departamento de Horticultura e Silvicultura)
- Prof. Alberto Vasconcellos Inda Junior (Departamento de Solos)
- Prof. Fábio Kessler Dal Soglio (Departamento de Fitossanidade)
- Profa. Carine Simioni (Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia)
- Profa. Mari Lourdes Bernardi (Departamento de Zootecnia)
- Prof. Samuel Cordeiro Vitor Martins (Departamento de Plantas de Lavoura)

PORTO ALEGRE, Setembro de 2016.

AGRADECIMENTOS

À Centelha Divina de vida, que permitiu a um aglomerado de átomos viver, evoluir, se adaptar.

Agradeço aos meus avós, que apesar das nada favoráveis circunstâncias ficaram no meio rural, produziram, comerciaram e forneceram aos meus pais a oportunidade de uma vida melhor. Aos meus pais, pois apesar do conhecimento da dificuldade na vida no campo, preferiram enfrentá-las para criar-nos sem cercas, às quais também não impuseram aos nossos pensamentos, nos permitindo personalidades e pensamentos próprios.

Agradeço aos pagadores de impostos por terem financiado meus estudos no Ensino Superior e aos Professores que tornam possível que este seja concedido com excelência.

Sou infinita e eternamente grata aos Professores Trein, Clésio e Bender pelo suporte que me concederam não apenas na vida acadêmica, mas na vida real. Ao Professor Bender também agradeço pela oportunidade do Estágio, o qual me caiu não apenas como o cumprimento de uma obrigação, mas como a concretização de um sonho e a abertura de portas para tantos outros.

Por me suprirem de família quando não tinha a minha por perto, agradeço aos colegas de laboratório: Sabine, que com calma e paciência se comunicava comigo, com notável esforço para que lhe compreendesse a língua; Berenice, minha mãe e amiga de tantas vezes, pelas deliciosas gargalhadas; Martim, pelo mel e as risadas; e aos companheiros de casa Roy, por sua infundável calma, ao querido amigo Lukasz Dadej, que tornou a palavra solidão abstrata e impraticável.

Ao meu orientador do estágio, Daniel, pela amizade que encontrei nele, pela compreensão, calma, orientação exemplar e aos esforços que fez em me fazer ver meu próprio potencial.

Ao teste vocacional que tomei ao segundo ano do Ensino Médio, que me fez pensar na possibilidade de estudar Agronomia e a Lutzemberger, por me abrir os olhos que esse era meu destino.

Aos amigos: Cainã, meu gêmeo do “mal” e sua imensa boca; Lucas Gabriel, minha fonte de diálogos mansos e músicas sensacionais; Gabriel, sempre amável e conselheiro; Nardon, sempre disposto a ajudar, de madrugada; João, pelas ideias inovadoras empreendedoras *nonsense*; Olívia, fonte de muita coragem; Nickolas, pelo reaparecimento e tudo que isso implicou.

À Faculdade de Agronomia, pelo conhecimento a mim transferido, pelas lindas paisagens, pelos ônibus que, forçada a pegar para chegar ao campus, me apresentaram o amor, e pela oportunidade de conhecer outros amores, a quem agradeço: Tálisson, por tantas vezes que nossos mates se estenderam ao anoitecer; Vanessa Panachuk, irmã de alma, de riso e de mate, por quem segurarei amor eterno e pela chance de conhecer a irmã mais nova que habitava em minha irmã Morgana.

A Giovanni Rolla, por segurar minha mochila, numa viagem pós cálculo, e a barra, por quatro anos cheios de aventura e carinho.

Mais uma vez agradeço aos meus pais. Sem vocês, não seria eu, não seriam esses sonhos, não seria esse jeito de ver o mundo. Obrigada pelas oportunidades, livros, histórias (contadas e vividas), pelo (muito) amor. Por tudo que me ensinaram, sem nada pedir em troca.

À minha irmã Morgana: obrigada por me ouvir e levar a sério. Por acreditar que podia aprender comigo e confiar em mim. Nada me deu tanta honra quanto ser admirada por alguém a quem tanto admirei, ter os passos seguidos por aquela que me ditava os melhores caminhos. Foi um prazer abrir a picada pra ti e te envolver nessa indiada que é a Faculdade de Agronomia. Obrigada pelas alegrias, mas principalmente pelos risos que só eram possíveis porque foram contigo.

RESUMO

O Estágio Curricular Obrigatório foi realizado na Instituição Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee localizada em Ravensbug, no estado de Baden-Württemberg, Alemanha, no período de Janeiro a Fevereiro de 2016. Aqui encontram-se descritas atividades de análise do impacto do método e tempo de armazenamento, assim como a variedade de maçã, na qualidade final das frutas, explorando a possibilidade, com a ausência de impacto negativo, de redução no uso de energia a partir da elevação da temperatura das câmaras.

Foi constatada, ao final do experimento, insignificante variação nas qualidades organolépticas das maçãs. Pouca variação foi observada também nas características físicas como resistência a penetração e coloração. A partir desses dados foi possível inferir a viabilidade do aumento de temperatura no armazenamento dessas frutas, com consequente redução no uso de energia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Áreas (%) de cultivo de maçã em regiões da Alemanha	8
Figura 2. Uso de penetrômetro de bancada para determinar firmeza de polpa de maçã	16
Figura 3. Extração de suco e prática de filtragem das amostras de maçãs.....	18
Figura 4. Identificação de escurecimento interno da polpa de maçãs Jonagold mantidos em temperaturas elevadas (4°C).....	19
Figura 5. Preparo de amostras para determinação dos teores de vitamina C.....	20
Figura 6. Experimento do Etileno e CO₂.	22
Figura 7. Fruchtwelt: disseminação de informação sobre maçãs e maquinários.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DO BODENSEE	8
2.1 Caracterização de Ravensburg.....	9
3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO	9
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
5. ATIVIDADES REALIZADAS	14
5.1 Podas Invernais	14
5.2 Frutos a serem testados	15
5.3 Medição da coloração	15
5.4 Estabelecimento da firmeza de poupa	16
5.5 Levantamento de acidez titulável e sólidos solúveis	17
5.6 Avaliação subjetiva: identificação de desordens fisiológicas e podridões.....	18
5.7 Mensuração do ácido ascórbico.....	19
5.8 Acompanhamento e controle das câmaras de armazenamento.....	21
5.9 Atendimento às aulas de Pós Colheita na Universidade de Hohenheim.....	21
5.10 Experimento da respiração dos frutos e produção de etileno.....	21
5.11 Feira de Agricultura e Máquinas em Frederichshafen	23
6. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A proposta da disciplina “Defesa do Trabalho de Conclusão” é, per se, colocar muitos de nós pela primeira vez em um papel que em breve será nossa realidade: Engenheiro Agrônomo. Todas as disciplinas que anteriormente pareciam estar desconexas ou fazer parte de apenas um mundo de ideias que inexitem fora do ambiente acadêmico passam a ser parte do cotidiano prático, possibilitando-nos unir os conhecimentos adquiridos dissociadamente, evidenciando a nós mesmos que eram, todos, um só.

O local do Estágio foi definido a partir do conhecimento e interesse nos projetos desenvolvidos no Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee sobre a redução no uso de energia em armazenamento, uma vez em que os estudos de pós-colheita abrangem diversos problemas de cunho social e ambiental que se aplicam ao mundo inteiro, buscando soluções que primem por tornar os processos de transporte e de armazenamento mais sustentáveis, em um contexto de crescimento populacional e necessidade vigente de minimizarem-se os desperdícios (tanto de alimentos como de fontes de energia) ao longo da cadeia produtiva.

O relatório a seguir se refere ao Estágio realizado no Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (Centro de Competência em Fruticultura do Lago Constança, doravante referido como KOB), em Ravensburg, Bavendorf, Alemanha. As atividades foram realizadas a partir do dia 8 de Janeiro de 2016 e finalizadas ao dia 27 de Fevereiro do mesmo ano, totalizando 300 horas.

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DO BODENSEE

A região onde está inserido o KOB é no sul do estado de Baden Württemberg, nas proximidades da região do lago Constança, onde ocorre a tríplice fronteira entre Alemanha, Áustria e Suíça. O lago, atravessado pelo Reno, é o maior na Alemanha e o terceiro maior da Europa Central, e tem, em suas proximidades, bem estabelecida a prática de viticultura, mas a região é majoritariamente reconhecida por se tratar de um destino turístico.

Além da viticultura praticada mais próxima às zonas turísticas, outras frutíferas dominam a produção agrícola na região, com destaque para maçã, com cerca de 95% da produção local (PILGER, 2014). De acordo com o último censo, realizado em 2012, a região do Bodensee é responsável por 30% das áreas e também do total de produção de maçãs na Alemanha (Figura 1), seguida, em extensão, pela região de Altes Land (29% das áreas voltadas a cultivo de maçã), ao norte do estado de Niedersachsen a região apresenta melhor produtividade (31% da produção nacional), e com proeminente diferença à terceira maior área destinada ao cultivo, em Sachsen (8% da área, 9% do total produzido) (GARMIN, 2013).

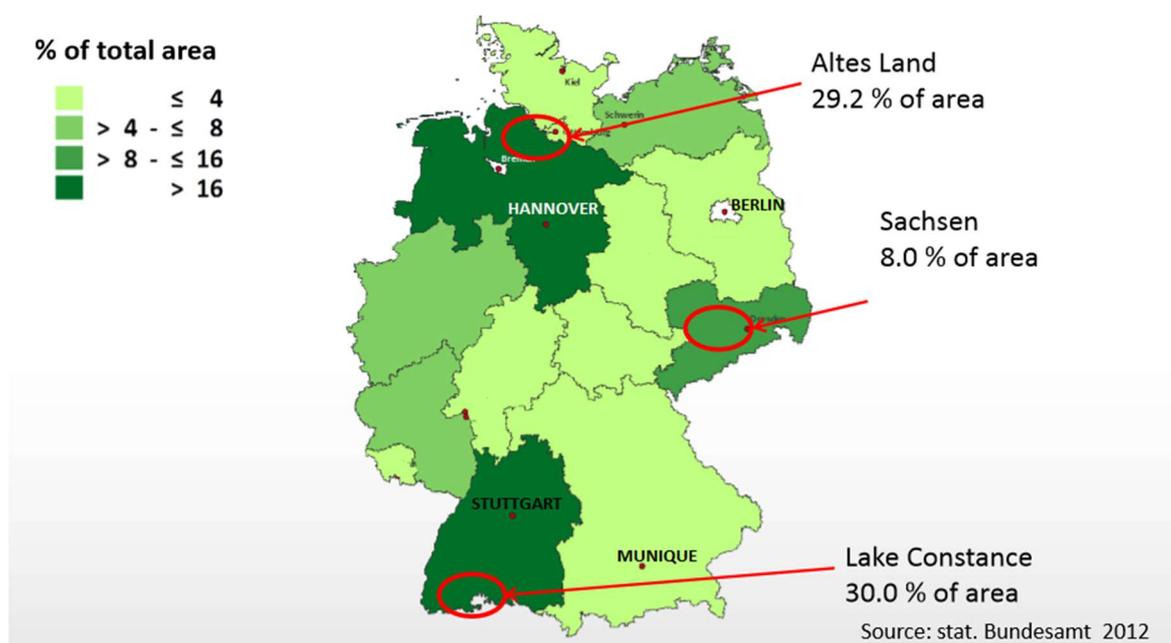


Figura 1. Áreas (%) de cultivo de maçã em regiões da Alemanha. Fonte: Statistisches Bundesamt, 2012

Quanto às características físicas onde está inserido o KOB, a região apresenta altitude variando entre 400 e 650 m acima do nível do mar. Os solos da região são bem estruturados, profundos, com boa fertilidade natural. O regime de precipitação apresenta

significativa amplitude, varia entre 600 a 1200 mm anuais, com predominância das chuvas em primavera e outono. Foi relatada a incidência de granizo nos últimos anos, o que, tratando-se de uma área com culturas frutíferas, pode acarretar danos significativos tanto no aspecto visual dos frutos quanto em prejuízos (como danos de casca, por exemplo) às plantas.

2.1 Caracterização de Ravensburg

Localizada na região da Suábia, é a capital de um distrito de mesmo nome, Ravensburg, de bom desenvolvimento econômico e baixo índice de desemprego, com uma população estimada de 50.000 habitantes. Na idade média se tratava de uma importante rota comercial, o que ocasionou prosperidade à cidade e região. Ainda é conhecida como “a cidade das torres e portões”, sendo que estes permanecem bem conservados no atual centro antigo da cidade (RAVENSBURG, 2016).

Apesar da forte presença da horticultura e fruticultura na região, a principal fonte de renda continua sendo a Engenharia Mecânica, necessidade emergente com o aparecimento da indústria têxtil e o crescimento da indústria de papel, além da tradição de longa data em produção de farinha e outros engenhos do fim do século XIX. Ravensburg também é bastante reconhecida por uma fábrica de jogos com o nome da cidade (RAVENSBURG, 2016).

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

A área total do instituto KOB é de 47,6 ha, com solos dos tipos: Pseudogley, ocorre na Alemanha e Europa Central, é o mais importante tipo de solo de alagamento, sendo caracterizado pelas súbitas alternâncias entre saturado por água e relativamente desidratado; Parabraunerde é caracterizado por ter havido lixiviação das partículas da fração argila para camadas mais profundas do perfil e ocorre amplamente em ambientes de clima úmido onde o material de origem é majoritariamente calcário. A altitude do vilarejo em que está situada a instituição varia entre 470-500 m acima do nível do mar, com precipitação anual em torno de 956 mm e incidência média de 1.738 horas de sol (KOB, 2015).

O KOB é um instituto privado que realiza pesquisas associadas a outros Institutos e Universidades (em especial a Universidade de Hohenheim, devido a qual surgiu o

instituto), dentro e fora da Alemanha, a fim de promover o avanço tecnológico em cultivo e armazenamento de frutos – com pesquisas nos campos de genética, fitossanidade, controle de pragas, produção ecológica, qualidade de frutos – assim como incentivar o cultivo de frutas na região do Lago Constança com o intuito de preservar ambas a cultura local e a paisagem turística (KOB, 2016).

Quando foi construído, em 1959, o Instituto integrava uma estação experimental como “Instituto de Pomologia” para a Universidade de Hohenheim. Estabeleceu-se como uma fundação no ano de 2001, quando um grupo de pessoas associou-se e contribuiu financeiramente para que houvesse a manutenção dos campos de experimento e pesquisa. Isso permitiu que a instituição não fosse eliminada após o desinteresse de continuidade da Universidade, devido a escassez de mão-de-obra e dificuldade de manutenção, assim como obrigação à redução de áreas (KOB, 2016).

No Centro de Competência, ocorre a especialização de mão-de-obra em diversas áreas relacionadas à fruticultura, com a participação em cursos – que abrangem atividades desde as operações de campo até ao laboratório – de estudantes tanto de escola como universitários, de modo que se dispõe a propagar conhecimento nas áreas de colheita, fitologia, técnica e cultivo. Existe, no Centro, uma residência destinada a estudantes e trabalhadores que podem permanecer alojados no KOB por períodos prolongados.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Em termos de produção e importação, a maçã é a fruta de maior significância na Alemanha. Enquanto que nos últimos anos tem se observado a tendência de diminuição das áreas voltadas às práticas agrícolas, a maçã mais do que apenas preservar as áreas iniciais, conseguiu um pequeno aumento de 1% (significativo quanto comparado ao decréscimo de 3% da área total de cultivo de frutas, quando comparando o período de 2007 a 2012). Este incremento é devido à maior demanda de frutas para consumo *in natura*, enquanto aquelas voltadas para processos industriais (produção de suco ou cidra) tem enfrentado queda no mercado. Jonagold e Elstar são as cultivares mais populares, e a segunda tem apresentado crescente interesse do mercado e dos produtores (LIEBERZ, 2013).

Segundo Neuwald e Kittermann (2015), maçãs da cultivar Topaz, produzidas sobre sistema orgânico, tendem a apresentar elevada incidência da podridão do tipo “olho de boi”, causada por *Neofabraea* spp., após o armazenamento. Entretanto, os autores constataram efetivo controle de tal patologia através do método de imersão em água quente pós-colheita. Ainda conforme os autores, quanto efetuada a prática anteriormente ao armazenamento (independente se em atmosfera controlada ou em frio convencional, ambas a 1°C), não ocorre danos na epiderme do fruto, tampouco prejuízo em sua firmeza, nos teores de sólidos solúveis totais e na acidez titulável. No entanto, é pertinente ressaltar que, quanto aos frutos armazenados em frio convencional, foi constatada menor firmeza da polpa quando comparadas às armazenadas em atmosfera controlada.

Quanto à produção em cultivo orgânico, visando a minimização de perdas, os produtores acabam procurando cultivares com maior resistência ou ao menos tolerância à incidência de moléstias, assim como menor suscetibilidade às pragas. A resistência à Sarna da Macieira (*Venturia inaequalis*) foi o primeiro fator a destacar a cv. Topaz como a mais popular dentre as cultivares no método orgânico, além de ser extremamente palatável e de boa aceitação no mercado (NEUWALD et al, 2015).

Levando-se em consideração a necessidade da manutenção das resistências, é importante averiguar as efetivas intensidades destas. Muitas vezes, dependendo da capacidade de mutação dos agentes patogênicos, as resistências obtidas através de melhoramento genético, devido a necessidade de diversas reproduções de ensaio e, portanto, gerações, podem acabar sendo “quebradas” pelo agente patogênico, antes mesmo de serem liberadas como cultivar, após as etapas de registro. Um fator que influencia fortemente a durabilidade da resistência é o seu tipo: quando horizontais (poligênicas), são

geralmente mais duráveis que aquelas verticais (controladas por apenas um ou poucos genes), uma vez em que as horizontais tendem a ser preservadas mesmo após o surgimento de novas raças de patógeno (BESPALHOK et al, 2011).

As cultivares de maçã Galant® e Natyra, por apresentarem interessantes atributos, tal como resistência a moléstias comuns, tiveram sua tolerância ao armazenamento em elevadas temperaturas – sem aplicação, por exemplo, de quaisquer bloqueadores comerciais de etileno – testada em um experimento de Neuwald e colaboradores realizado em 2015 no KOB. Na época já era sabido, previamente, que a variedade Galant® apresentava baixa performance em pós-colheita, perdendo firmeza de polpa após curtos períodos de armazenagem, além do comprometimento de outras características, o que permaneceu imutável tanto em menores temperaturas como nas mais elevadas (Kittermann et al, 2015).

As avaliações foram feitas quatro meses após a colheita e também sete meses após, sendo que em sete meses houve variação expressiva na qualidade dos frutos orgânicos armazenados em diferentes temperaturas, destacando-se a boa qualidade nos armazenados em temperatura mais baixa. A 1 °C as maçãs apresentaram melhores respostas que a 3 °C. Entretanto, a cultivar Natyra apresentou resultados promissores, com preservação da qualidade de frutos mesmo após o período prolongado, mesmo quando em circunstância de temperaturas elevadas, sem que houvesse comprometimento da qualidade, reagindo bem aos elevados teores de CO₂, que tiveram ação inibidora da maturação, em condição de atmosfera controlada (Kittermann et al, 2015).

Apesar dos bons resultados, constatou-se também a elevação da incidência de podridões com o aumento da temperatura, o que remete, mais uma vez, à constatação prévia de que frutas provenientes de cultivo orgânico deveriam ser armazenadas a temperaturas tão baixas quanto a cultivar tolera, sem que haja comprometimento ou danos causados pelo frio (Kittermann et al, 2015).

Entretanto, é contraditória a constatação acima com a redução de ocorrência de *Neofabraea* spp maçãs cv. Pinovas armazenadas a uma temperatura um pouco mais elevada, de 1°C a 3°C (NEUWALD et al., 2015). Segundo Neuwald e Kittermann (2015), a Pinova é uma cultivar muito suscetível ao referido patógeno e, embora os sintomas não se expressem no momento da colheita, o fungo se desenvolve e a doença se manifesta no momento do armazenamento ou mesmo durante a comercialização, ilustrando a importância dos testes que simulam os sete dias de vida de prateleira. Os autores observaram, em 2013/2014, redução da incidência da doença em cerca de 50%, quando se

fez uso de temperaturas de armazenagem um pouco mais elevadas para maçãs dessa cultivar.

Além de economizar energia e reduzir a expressão do patógeno, Neuwald e Kittermann (2015) concluíram que pode ocorrer menor perda de peso das frutas se armazenadas em temperaturas maiores, o que pode estar relacionado à maior respiração das frutas armazenadas em câmaras com temperaturas de armazenagem mais baixas, à maior ventilação das câmaras mantidas em temperaturas mais baixas ou, ainda, à efeitos de atmosfera controlada dinâmica (DCA) no teor de perda de água.

O aumento tecnológico que resultou em significativa melhora na qualidade final das maçãs após longo período de armazenamento gerou, conseqüentemente, maiores gastos com energia, o que passou a ser visto como insustentável tanto em matéria de aumento dos elevados custos da manutenção desses sistemas, ocasionando maiores preços ao produto final, como também pela questão de demanda crescente na procura de alimentos com menores impactos ambientais (KITTERMANN et al., 2015).

Essas mesmas preocupações são parte do que vem tornando a Alemanha um país com crescente produção de vegetais em cultivo orgânico, na Europa, após a reunificação em 1990. Em parte o aumento é atribuído ao fato de que na Alemanha Oriental a prática era proibida (FAO, 2001; BMEL, 2016). Por outro lado, esse aumento é significativo e constante, podendo-se dar crédito aos incentivos estatais que tem encorajado este método de cultivo, além das fortes associações que permitem instruções e boa organização do sistema (BMEL, 2016).

Com a identificação de uma nova necessidade nas tecnologias de armazenamento a busca pela redução no uso de energia teve uma resposta mais evidente: o aumento das temperaturas ao armazenamento. Kittermann et al (2015) constataram que havia compensação das elevadas temperaturas de armazenamento quando associado a submeter-se as frutas ao tratamento com MCP-1, uma molécula que se liga aos locais onde o etileno fá-lo-ia (sítio de recepção de etileno) impossibilitando que esse agisse e prevenindo a acelerada maturação dos frutos.

No que se refere ao uso de energia, consta, na literatura, significativa economia quando no uso de temperaturas relativamente elevadas para o armazenamento de frutas. Neuwald et al. (2015) citam economias entre 15% e 50% associadas a temperaturas entre 1°C e 4°C quando comparadas ao uso de Ultra Low Oxygen (ULO = ultra baixo oxigênio), ilustrando a viabilidade do aumento da temperatura nos sistemas como forma de redução do uso de energia.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades do estágio foram realizadas em laboratório (em sua maioria), câmaras de armazenamento, sala de aula e campo.

Por ter se desenvolvido ao longo do período de inverno no hemisfério norte, as atividades realizadas se passaram majoritariamente em ambientes fechados, dando-se ênfase às análises laboratoriais sobre controle de qualidade de fruto em busca das variações relacionadas aos métodos de armazenamento. Nestas análises fez-se o levantamento da resistência à penetração (firmeza de polpa), acidez titulável, sólidos solúveis, teores de ácido ascórbico e coloração da epiderme, além da identificação de moléstias ou danos emergentes no período de armazenamento, em que esse fosse o fator desencadeador ou de significância. O objetivo da coleta desses dados era evidenciar que o aumento na temperatura das câmaras de armazenamento não ocasionaria necessariamente o aumento de tais incidências negativas, de modo a não impactar de forma desfavorável a qualidade final dos frutos e, portanto, seu valor de mercado.

As cultivares de maçã analisadas foram Topaz, Jonagold, Elstar, Golden Delicious e Pinova. Com esta última foram conduzidos dois diferentes ensaios, um relativo aos frutos obtidos a partir do cultivo convencional e outro àqueles oriundos de produção orgânica.

Além da atividade principal, foram exercidas paralelamente práticas secundárias, como análises de peras, o acompanhamento de cursos, visita a uma feira de exposição e aulas na universidade de Hohenheim, além do monitoramento das câmaras de armazenamento.

Segue a descrição das atividades.

5.1 Podas Invernais

Dentre as atividades secundárias realizadas, houve a participação em um curso de podas invernais na cidade de Friedrichshafen (localizada a 19 km de Ravensburg). As plantas são conduzidas, na Alemanha, em sistema de líder central e as podas invernais são realizadas com intuito de controlar ramos-ladrões, aumentar a luminosidade e reduzir a umidade no interior da planta no período de verão, com o propósito de evitar incidência de doenças. Também leva em consideração a incidência de luz e microclima incidente sobre o sabor (concentração de açúcares) do produto final, assim como no estabelecimento de

novos ramos líderes. A poda é realizada de maneira diferente para cada cultivar, devendo haver zelo na hora da escolha de quais ramos novos permanecerão e quais os antigos serão descartados.

5.2 Frutos a serem testados

Na totalidade, o experimento de controle final de qualidade das maçãs contava com dois métodos de armazenamento - Ultra Low Oxygen (ULO) e Dynamic Controlled Atmosphere (DCA), submetendo-se as frutas em ULO a duas diferentes temperaturas (1° C e 3 °C) e em DCA apenas a 3°C – sem quaisquer outro método para controle de maturação. Foram avaliadas quatro cultivares de maçãs, com dois métodos de cultivo para a cv. Pinova (convencional e orgânico). Para cada cultivar em cada método e temperatura havia três caixas (20 kg), as quais foram retiradas, com objetivo de se constatar o efeito do tempo de armazenamento, em oito diferentes datas (do período de 28 de Janeiro até 27 de Março do ano de 2016), de modo que no trabalho foram analisadas frutas armazenadas em período entre 4-7 meses.

Desta forma, para garantir a confiabilidade nos resultados obtidos, de cada caixa foram retiradas de forma aleatória nove maçãs. As amostras foram coletadas em pontos variados no volume da caixa (diferentes profundidades e distribuições) com o objetivo de se evitar distorções causadas, por exemplo, pela temperatura do fruto ao longo do armazenamento (por este fruto poder estar mais próximo ou distante da fonte de refrigeração, o que alteraria sua respiração, perda de peso e firmeza de polpa ao longo do processo) ou pela pressão que este pode ter sofrido enquanto armazenado e transportado (pela maior ou menor pressão exercida em decorrência de forças de compressão de frutos dentro da caixa).

5.3 Medição da coloração da epiderme (casca)

Para a estimativa da variação de coloração na casca das maçãs testadas foi utilizado um Colorímetro Minolta, modelo CR-300, no qual as medidas eram expressas pelo ângulo h (ângulo hue) que indica a intensidade da cor de cobertura de casca. A coloração do fruto foi medida na zona em que a casca se encontrava na forma mais imatura (verde ou amarelada), pois nesse local seria possível perceber a degradação da clorofila, permitindo

verificar o processo de maturação. Este local, normalmente situa-se no lado sombreado da fruta.

5.4 Estabelecimento da firmeza de polpa

Para a determinação da firmeza de polpa foi utilizado um penetrômetro de bancada. Os penetrômetros vêm equipados com ponteiros tipo Magness-Taylor. Há vários diâmetros de ponteiros. Para maçãs utiliza-se ponteiros com 1 cm^2 (7/16 polegada) e para peras ponteiros de 5/16 polegadas de área. Para avaliações com maçãs e para uma maior repetibilidade dos resultados define-se que a leitura penetrométrica seja feita na região equatorial dos frutos e em dois pontos opostos. Localizado o ponto de transição é retirada, no local, uma fina camada de epiderme das maçãs. Assim o teste era realizado em local de similar maturação em todos os frutos testados, a uma profundidade de penetração máxima de 8 mm. Para maior precisão do valor indicado pelo penetrômetro, o fruto era colocado sobre um suporte (Figura 2), que garantia que esse ficasse estável e imobilizado ao longo da penetração, minimizando fatores de erro (como seriam os movimentos da mão ou do fruto, por exemplo).



*Figura 2. Uso de penetrômetro de bancada para determinar firmeza de polpa de maçãs em laboratório.
Autor: Berenice Vollman, 2016*

5.5 Determinações de acidez titulável e sólidos solúveis

Dos frutos previamente avaliados na determinação de cor e firmeza, era cortada a metade inferior da qual se usava apenas uma parte para obtenção de suco, o qual era filtrado para as avaliações de sólidos solúveis e acidez titulável. O equipamento com o qual se extraía o suco devia ser limpo a cada troca de bateria de testes, sendo essencial na troca de cultivares de maçãs ou peras. O suco filtrado era mantido em frascos de Erlenmeyer, com capacidade de 50 mL, devidamente identificados (Figura 3). O mínimo requerido para as amostragens era um volume de 30 mL.

Após a filtração eram medidas simultaneamente (em equipamentos distintos) a quantidade de sólidos solúveis totais (TSS) e a acidez titulável. Apesar do TSS ser composto majoritariamente por açúcares (glicose, frutose e sacarose), este também é um indicador da quantidade de ácidos orgânicos, vitaminas, minerais, aminoácidos e outros sólidos no suco da fruta a ser analisada. O equipamento para medição de TSS (um refratômetro digital que fornece a leitura em graus Brix) era, em primeira mão, calibrado e limpo com água destilada, para que não houvesse resquícios de sólidos solúveis de amostras anteriores. Para essa medição era necessária apenas uma pequena quantidade de suco, o suficiente para cobrir completamente o leitor, havendo a necessidade, para correta leitura, que não houvesse formação de bolhas. Antes de cada retirada de amostra dos frascos de Erlenmeyer a pipeta era higienizada com água destilada para evitar misturas de materiais e o comprometimento da amostra.

Para a determinação da acidez titulável, 10 mL do suco obtido eram diluídos em 90 mL de água destilada e seu pH era elevado a 8,1, valor padronizado previamente estabelecido.

Após o término de todas as determinações e anotação dos dados era necessário fazer a assepsia do ambiente de laboratório, com a limpeza das bancadas; lavagem do suporte, pistão e outras partes do penetrômetro; limpeza do equipamento para extração do suco das frutas; eliminar os números de identificação dos frascos de Erlenmeyer e fazer a pré-lavagem, pois esses eram submetidos à lavagem em máquina lavadora de vidraria apropriada para tal procedimento, com água a 60 °C; limpeza das pipetas utilizadas, assim como funis, refratômetro e frascos plásticos em que era efetuada a medição de acidez titulável.



Figura 3. Extração de suco e prática de filtração das amostras de maçãs. Autor: Martina Werner, 2016

5.6 Avaliação subjetiva: identificação de desordens fisiológicas e podridões

Para a avaliação da incidência de desordens fisiológicas e podridões todos os frutos remanescentes nas caixas de onde foram retiradas as amostras para medição dos outros parâmetros (coloração, acidez, firmeza de polpa, TSS) foram mantidos em armazenamento em temperatura ambiente, simulando o que aconteceria com as maçãs e peras em sua vida de prateleira, permanecendo assim pelo período de uma semana.

Após aplicado esse período de simulação de vida de prateleira, os frutos foram cortados longitudinalmente, ao meio, de forma a se constatar visualmente o tipo e o grau do dano interno causado, sendo possível a aparição de mais de um tipo na mesma fruta, também realizando uma avaliação dos danos na epiderme, onde eram desconsiderados aqueles causados ao longo do cultivo como, por exemplo, pequenas deformidades ocasionadas pelo contato do fruto em crescimento com algum galho.



*Figura 4. Identificação de escurecimento interno da polpa de maçãs Jonagold mantidos em..(complete).
Autor: Martina Werner, 2016.*

5.7 Determinação de teores do ácido ascórbico

A determinação de vitamina C era feita com pedaços de fruta e de casca, analisados separadamente ou homogeneizados para levantamento de dados entre os diferentes teores previamente congelados em nitrogênio líquido e mantidos em ambiente refrigerado (temperatura de -28°C) em vácuo, protegidos da luz com envolvimento dos frascos em papel alumínio. A incidência de luz e temperaturas mais altas podem acelerar o processo de degradação (oxidação) do ácido ascórbico. Isso ocasionaria alteração dos resultados e, portanto, da leitura dos processos enquanto em armazenamento.

Os pedaços de polpa de maçãs eram triturados em uma máquina de uso doméstico para moer grãos de café, adaptada para que não houvesse penetração de luminosidade pela tampa, originalmente transparente, que foi envolta em fita isolante. Aos aproximados 8 gramas de material triturado eram acrescentados 15 mL de solução (ácido metafosfórico – HPO_3) em recipientes do tipo tubo era tipo Falcon 100mL para ensaio. Imediatamente após, o recipiente utilizado era envolto por proteção isolante azul escura, com o propósito de se evitar incidência de luz direta, e então era realizada a mistura em uma máquina apropriada para tanto. Após cada mistura a máquina era lavada com água destilada e seca, com o objetivo de evitar contaminações das amostras seguintes. A máquina utilizada para

moer os pedaços de fruta e casca também era lavada após cada moagem e subsequentemente refrigerada com nitrogênio líquido, evitando que as amostras congeladas se fixassem na máquina.

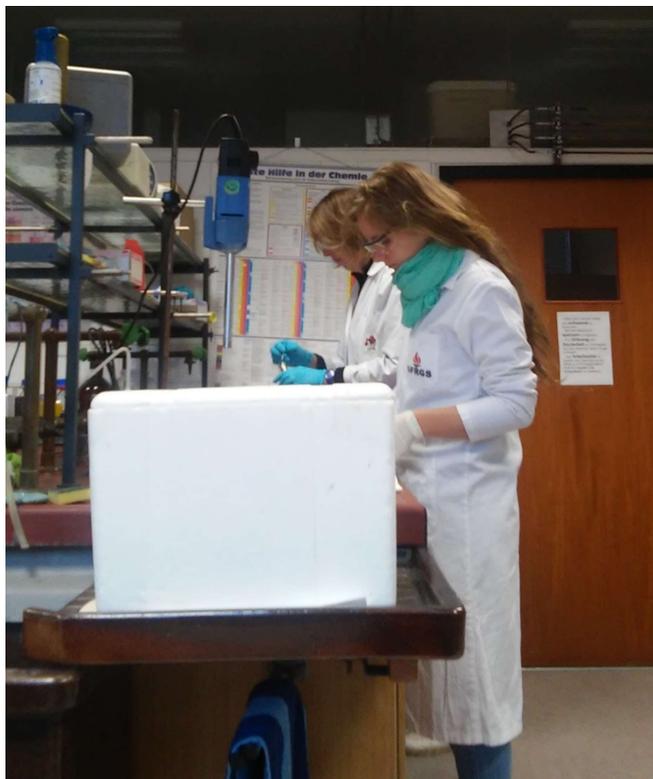


Figura 5. Preparo de amostras para determinação dos teores de vitamina C. Autor: Martina Werner, 2016.

As amostras, então, eram armazenadas em um recipiente de isopor com tampa, em água com gelo. Essa amostras eram levadas a um segundo laboratório, onde eram centrifugadas, de modo que as partículas grosseiras precipitassem ao fundo dos recipientes de amostragem. A fase homogênea líquida era transferida para tubos de ensaio de 15 mL, descartando-se as precipitações residuais. Da fase homogênea transferida aos tubos de ensaio era coletada uma amostra de 15 mL com uma seringa sem agulha e, com um filtro adaptado para a seringa, era novamente filtrada e transferida à tubos Eppendorf identificados e armazenados em abrigo da luz.

A última etapa do processo era a leitura dos teores em si. Amostras de 1 mL eram injetadas na máquina HPCL (cromatografia líquida de alta eficiência) que efetuava a leitura e gerava gráficos, automaticamente. Duas repetições eram efetuadas para cada amostra, sendo cada uma dessas relativa a uma cultivar de maçã ou pera armazenada em determinado método. Era de vital importância para a fidedignidade dos resultados que

entre as injeções de amostra fosse realizada a limpeza da seringa utilizada e que não fosse injetado ar para dentro da máquina.

5.8 Acompanhamento e controle das câmaras de armazenamento

As câmaras de armazenamento passavam por inspeções diárias, onde eram verificadas a temperatura e as concentrações de oxigênio e CO₂. Os dados eram anotados e, caso houvesse necessidade, corrigidos via computador. As câmaras também eram visitadas em ocasião de retirada de amostras para experimentação, assim como realocação de experimentos (quando havia poucas unidades em uma câmara, estas eram transferidas de forma a preencher outra, podendo-se desligar a unidade de armazenagem vazia).

5.9 Atendimento às aulas de Pós-Colheita na Universidade de Hohenheim

O acompanhamento às aulas de cuidados de pós-colheita na Universidade de Hohenheim, em Stuttgart, foram também uma parte importante do estágio. Para melhor compreensão, era previamente efetuada contextualização, mediante leituras de artigos sobre o conteúdo das preleções, uma vez em que estas eram ministradas completamente na língua alemã em linguagem acadêmica. As aulas abordaram assuntos de principais danos causados na etapa de armazenamento, assim como cuidados necessários ao longo do cultivo para que não houvesse incidências na etapa de pós-colheita.

5.10 Experimento da respiração dos frutos e produção de etileno

Foi estabelecido um experimento com o objetivo de monitorar a respiração de frutos após os submeter a estresse (condições de ausência de oxigênio). Para essa condição, foram isoladas em 40 recipientes de vidro com lacre hermético amostras de peso similar das diferentes cultivares de maçãs previamente testadas para as outras características. Cada recipiente continha quatro unidades, cuidadosamente colocadas de forma a não se formarem danos que causasse estresse extra e comprometesse a leitura da respiração dos frutos. Os recipientes eram lacrados com borracha no bocal e, sobre esta, uma tampa plástica, fixada através de quatro parafusos nas extremidades das tampas (os parafusos aos quais se conectavam as porcas estavam na estrutura da mesa, nos cantos do recipiente que comportava as maçãs). Ainda conectados aos potes, dois tubos que eram ligados a dois tubos menores que advinham do pote. O primeiro permitia a entrada da O₂, enquanto pelo

segundo saiam os gases gerados no sistema (Figura 6). Para submeter-se os frutos a estresse anaeróbico, desligavam-se os tubos do pote, conectando-se os externos entre si e seus receptores (no pote vítreo), igualmente, de forma a criar-se um sistema fechado, sem entrada e tampouco saída de gases. Após os períodos previamente estabelecidos da descrita condição de estresse eram conectados os tubos de entrada e saída no sistema e feita a leitura da quantidade de etileno e CO₂ produzidas pelos frutos, em leitor digital e analógico, respectivamente.

Ao quarto dia de experimento foi constatada a má vedação dos potes e a ocorrência da troca de gases do ambiente com os sistemas fechados, de modo que o experimento foi interrompido.



Figura 6. Experimento do Etileno e CO₂. Autor: Daniel A. Neuwald

5.11 Feira de Agricultura e Máquinas em Frederichshafen

Com o propósito muito similar à Expointer, porém voltada ao cultivo de frutíferas (principalmente a maçã), a Fruchtwelt Bodensee Messe é uma feira internacional para plantações comerciais de frutíferas, destilaria e tecnologia agrícola, sendo visitada por aproximadamente 17.000 pessoas ao longo dos três dias de exposição, anualmente.

Durante a feira, dentre os muitos eventos, há palestras de participantes de diversas instituições de cultivo de frutíferas, exposição de maquinário voltado à fruticultura (de uso extensivo ou mesmo doméstico), literatura, assim como uma área dedicada aos produtores e instituições de pesquisa (a própria KOB dispunha de uma ala para si). A feira serve ao propósito de informar os visitantes sobre os mais recentes desenvolvimentos e produtos na área de fruticultura, destilaria, maquinário de colheita, proteção de plantas, produtos agrícolas e também como divulgadora de novas variedades de frutas (Figura 7).



Figura 7. Fruchtwelt: disseminação de informação sobre maçãs e maquinários. Fonte: <http://www.fruchtwelt-bodensee.de/fwb-de/mediathek>

6. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A globalização, crescimento populacional, interesse cultural, curiosidade ou conhecimentos sobre dados nutricionais e potenciais nutracêuticos de alguns alimentos são fatores que vem impondo as frutas e outros alimentos perecíveis consumidos *in natura* novos desafios que envolvem toda sua cadeia de produção. A escala em que são produzidas, como e quando serão transportadas e o método de armazenamento são todos influenciados pelos fatores supracitados. Isso ocorre, principalmente, quando cada vez mais o consumidor é dissociado do meio rural e alheio aos métodos de produção ou qualquer informação sobre estes. Acostumados com as gôndolas de mercado e oferta contínua das frutas de preferência, negligenciam o fato de que algumas vezes a maçã fresca que consomem se manteve com as desejáveis características por alguns meses devido aos tecnológicos e eficazes métodos de armazenamento, assim como ignoram, por falta de envolvimento ou interesse, a sazonalidade de produção dos frutos.

Além da necessidade de suprirem-se alimentos sazonais durante o ano inteiro, em ampla variedade de escolha e com características organolépticas tão similares ao momento da colheita quanto possível. Existe o interesse conflitante por parte de que o processo utilizasse o mínimo de energia possível, de forma a tornar o sistema mais sustentável. Com essas necessidades aliadas, passa-se a buscar alternativas para suprir às demandas do mercado e, ao avaliar-se a energia consumida no processo de armazenamento, principalmente quanto às frutas climatéricas, fica evidente o maior consumo de energia para manutenção das baixas temperaturas nas câmaras.

Foi observado, tanto na bibliografia como nas atividades práticas ao longo do estágio, que o aumento da temperatura de armazenamento não impactou de forma negativa e tampouco substancial, o resultado final da qualidade de frutos cultivados de forma convencional.

Muito embora os estudos realizados tenham sido focados em maçã em decorrência da importância atribuída pelo meio sócio cultural em que se insere o Instituto, assim como pela estação do ano e aptidão das câmaras de armazenamento, é possível que os resultados sejam aplicados a outras frutas de comportamento similar em relação ao etileno e amadurecimento. Da mesma forma, os resultados observados podem não se restringir apenas à Alemanha, eventualmente podem ser aplicados a outras regiões produtoras, se houver interesse e necessidade de investir em tecnologias para conservação de recursos naturais.

É possível inferir, a partir dos dados analisados e coletados, que a elevação da temperatura no período de estoque em câmaras de frutas de cultivo convencional, com comportamento similar ao da maçã, é uma alternativa viável para a redução da pegada de carbono no ciclo da cadeia da produção ao consumo de alimentos, assim como a redução do custo de produção e possivelmente custo na redução final, sem impacto negativo nas características organolépticas. Em estudo realizado com a cv. Gala com aplicação de 1-MCP e submissão a armazenamento em temperaturas elevadas, em 2010, na instituição KOB, um grupo de pessoas não treinadas, em teste “às cegas”, preferiu a fruta armazenada em temperaturas elevadas às aquelas armazenadas de forma convencional, em termos de sabor e consistência (Neuwald et al, 2015).

Os estudos analisados unidos aos conhecimentos previamente adquiridos permitem uma leitura ampla e satisfatória dos dados. O conhecimento funciona como catalisador no processo de revolução tecnológica, não apenas por parte dos pesquisadores, em sua eterna busca atrás de otimização de processos e afins, mas por parte do consumidor. Muitas das novas preocupações da indústria de produção de alimentos (embora não restrita a essa) – que, interessada em ser pioneira em nicho de mercado, financia estudos inovadores – surgiram por demanda dos consumidores. E quanto mais informações forem obtidas, maiores serão, possivelmente, as exigências, reivindicando, da pesquisa, constante renovação.

Por ter se trabalhado em ambiente de pesquisa, não foram detectados, em momento algum, problemas quanto aos cuidados ou métodos. Seguiam-se os procedimentos padronizados, tomava-se cuidado com a segurança em ambiente de trabalho e o monitoramento dos dados era eficiente. A equipe trabalhava sempre com muita coesão, todos extremamente bem preparados, preocupados em formar uma equipe que funcionasse de forma harmônica e natural.

Trabalhar no KOB foi uma importante primeira experiência como Engenheira Agrônoma, que me despertou o desejo de aprender mais sobre a pós-colheita. Foi uma experiência que incentivou de forma passiva e inconsciente, relacionar os conhecimentos sobre diversas outras áreas, o que ressalta a importância da boa convivência em determinadas atividades para que o interesse seja sempre renovado, gerando novas dúvidas e o anseio de resolvê-las. Quando concluídas as resoluções, a satisfação de tê-lo feito vem sempre acompanhada de novas dúvidas, girando a eterna roda do conhecimento, avanço tecnológico e desenvolvimento científico.

Como experiência pessoal, o estágio proporcionou-me grande crescimento. A possibilidade de conhecer novos lugares e as pessoas que, embora tenham sido criadas em culturas tão diferentes da minha, ainda compartilham de tantos pensamentos em comum comigo, foi de vital importância para a compreensão de como olhar para os novos desafios que surgiram ao longo dessa jornada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT. *Sustainability and organic farming*. 2016. Disponível em <https://www.bmel.de/EN/Agriculture/SustainableLandUse/_Texte/OrganicFarmingInGermany.html;jsessionid=81DEDCEB37061E8B3F80683114A6CFC1.2_cid288#doc381512bodyText6>. Acesso em: 08 de junho de 2016

CANNING, P.; CHARLES, A.; HUANG, S.; POLENSKE, K. R.; WATERS, A. *Energy Use in the U.S. Food System*. 2010. **USDA Economic Research Report** No. 94. Disponível em <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/err94/8143_err94_reportssummary_1_.pdf>. Acesso em: 06 de Dezembro de 2016

GARMIN, H. *Apple production in Germany*. 2013. Thünen Institute of Farm Economics.

GUERRA, J. C.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. Melhoria para resistência a doenças. 2011. **Perspectivas no melhoramento de plantas**, Capítulo 16. Disponível em <<http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%2016.pdf>>. Acesso em: 13 de Agosto de 2016

KITTERMANN, D.; MCCORMICK, R.; NEUWALD, D. A. Effect of high temperature and 1-MCP application or dynamic controlled atmosphere on energy savings during apple storage. **European Journal of Horticultural Sciences** Vol 80 (1) 33-38. ISSN 1611-442 impressa e 1611-4434 online. ISHS 2015.

KOMPETENZZENTRUM OBSTBAU BODENSEE. Geschichte des KOB. Disponível em <<http://www.kob-bavendorf.de/ueber-uns/geschichte>>. Acesso em: 16 de julho de 2016.

LIEBERZ, S. Results of German Fruit Tree Census. 2013. **USDA Foreign Agricultural Service GAIN Report**. Disponível em <<http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Results%20of%20German%2>>

0Fruit%20Tree%20Census_Berlin_Germany_2-22-2013.pdf>. Acesso em: 20 de Março de 2016

MCCORMICK, R.; NEUWALD, D.A.; STREIF, J. *Commercial Apple CA Storage Temperature Regimes with 1-MCP (SmartFreshTM): Benefits and Risks*. 2012. Postharvest Technology in the Global Market, **Acta Horticulturae**. 934.

NEUWALD, D.A.; KITTERMANN, D. *Influence of Hot Water Dipping on the Fruit Quality of Organic Produced 'Topaz' Apples*. 2015. Disponível em <http://www.ecofruit.net/2016/47_Neuwald_254bis255.pdf> . Acesso em 9 de outubro de 2016.

NEUWALD, D. A.; SPUHLER, M.; WÜNSCHE, J.; KITTERMANN, D. *New Apple Storage Technologies Can Reduce Energy Usage and Improve Storage Life*. 2014. INTERREG IV Project (Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein) No. 255 'Energy Saving during Fruit Storage'.

NEUWALD, D. A.; KITTERMANN, D.; SPUHLER, M.; RUX, G.; LINKE, M.; GEYER, M. *Optimizes Air Flow in Commercial CA Storage Room For Apples*. 2015. **Acta Horticulturae** 1079.

NEUWALD, D.A.; KITTERMANN, D. *The incidence of Neofabraea spp. In 'Pinova' Apples Can be Reduced at Elevated Storage Temperatures*. 2015. Disponível em <http://www.ecofruit.net/2016/48_Neuwald_256bis257.pdf>. Acesso em: 9 de Outubro de 2016.

NEUWALD, D. A.; KITTERMANN, D.; SPUHLER, M. *Two New Apple Cultivars for Organic Fruit Production*. 2015.

PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. *Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050*. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**. 2010

PILGER, G. E. *A cultura do Morango: da colheita ao supermercado. Análises de qualidade ao longo da cadeia de frio na região do Bodensee. Alemanha.* Tese (Conclusão de Curso de Agronomia) - UFRGS, Porto Alegre, 2014.

STADT RAVENSBURG. *Welcome to Ravensburg.* 2014. Disponível em <<http://www.ravensburg.de/rv/en/>>. Acesso em: 01 de setembro de 2016

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *World Markets for Organic Fruit and Vegetables - Opportunities for Developing Countries in the Production and Export of Organic Horticultural Products.* 2001. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/004/y1669e/y1669e00.htm>>. Acesso em: 08 de junho de 2016