

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Flávia Erthal Müller
00228125**

Índices de maturação na determinação do ponto de colheita em clones coloridos das cultivares 'Fuji' e 'Gala'

PORTO ALEGRE, Maio de 2020.

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

Índices de maturação na determinação do ponto de colheita em clones coloridos das cultivares ‘Fuji’ e ‘Gala’

Flávia Erthal Müller

00228125

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

Supervisor de campo do Estágio: Eng^a. Agr. Dr^a Lucimara Rogeria Antonioli

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr. Renar João Bender

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Pedro Selbach (Departamento de Solos - Coordenador)

Prof. Alexandre Kessler (Departamento de Zootecnia)

Prof. Alberto Inda Jr. (Departamento de Solos)

Profa. Carine Simione (Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia)

Profa. Carla Andrea Delatorre (Departamento de Plantas de Lavoura)

Prof. José Antônio Martinelli (Departamento de Fitossanidade)

Prof. Sérgio L. V. Tomasini (Departamento de Horticultura e Silvicultura)

PORTO ALEGRE, Maio de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo amor, apoio e por sempre acreditarem em mim e no meu potencial. Tenho muito orgulho de quem vocês são e da nossa família. Amo vocês, obrigada por tudo!

Ao meu namorado, Matheus, por tanto amor, carinho e compreensão em todos os momentos. Tua presença, parceria e apoio, principalmente nos momentos mais difíceis, me ajudaram a chegar até aqui.

Às amigas que fiz ao longo desse caminho e que o tornaram muito mais leve e divertido. Mas, principalmente, às minhas amigas Angel, Barbara, Jéssica, Paula e Keyrauan, por todo carinho, risadas e paciência. E, em especial, à Barbara, que me acompanha desde o primeiro dia de aula e está sempre comigo me escutando e apoiando.

Às irmãs que a vida me deu, Caroline, Débora e Rayssa. Obrigada por estarem presentes em todos os momentos da minha vida.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Agronomia, por todo suporte e conhecimento compartilhado. Em especial, Shirley e Andréa, que tanto me ajudaram ao longo de toda a faculdade, sempre com muita paciência e simpatia.

À UFRGS, pela estrutura, qualidade de ensino e oportunidades proporcionadas.

Ao meu orientador de iniciação científica e de estágio, Prof. Renar Bender, por toda ajuda e incentivo ao longo dos anos de trabalho no laboratório, além de todo conhecimento compartilhado e boas conversas.

À EMBRAPA e ao Laboratório de Pós-Colheita, pela oportunidade e experiências adquiridas. Especialmente à Dr^a. Lucimara e à Daniela pelos ensinamentos e momentos compartilhados ao longo do estágio, sempre com boas risadas. Também à colega de laboratório Gabriela pela amizade, paciência e boas histórias compartilhadas.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com base nas atividades desenvolvidas no estágio obrigatório do curso de Agronomia, com duração de 300 horas, no período de 06 de janeiro a 28 de fevereiro de 2020. As atividades foram realizadas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, unidade Uva e Vinho, localizada no município de Bento Gonçalves, e também, no município de Vacaria, onde foram realizadas as coletas dos frutos. As atividades foram supervisionadas pela Eng^a. Agr. Dr^a Lucimara Rogeria Antonioli e pelo orientador acadêmico Prof. Dr. Renar João Bender. O principal objetivo foi a realização de análises para acompanhar a evolução dos principais índices de maturação (cor da casca, firmeza de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável, cor de semente e índice de regressão do amido) e do DA-Meter, com intuito de facilitar a determinação do ponto de colheita de clones coloridos das cultivares 'Fuji' e 'Gala', além de observar a repetibilidade dos valores nas próximas safras.

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Mapa da localização de Bento Gonçalves no Rio Grande do Sul..	9
2. Prédio administrativo da Sede da Embrapa Uva e Vinho.....	12
3. Vista externa do Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho.....	19
4. Uso do equipamento portátil DA-Meter para medir o índice do teor de clorofila na epiderme de maçãs.....	21
5. Corte na região equatorial do fruto para verificar a cor das sementes.....	23
6. Teste de Iodo-Amido para determinar o Índice de Regressão do Amido (IRA) em maçãs.....	24
7. Escala padrão para determinação da maturação em maçãs utilizada durante o Teste Iodo-Amido.....	25
8. Evolução dos parâmetros: índice DA-Meter, índice de regressão do amido (IRA) e cor das sementes ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Gala.....	29
9. Evolução dos atributos de cor ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Gala.....	30
10. Evolução dos parâmetros: firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Gala....	31
11. Evolução dos parâmetros: índice DA-Meter, índice de regressão do amido (IRA) e cor das sementes ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji.....	32
12. Evolução dos atributos de cor ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji.....	33
13. Evolução dos parâmetros: firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável ao longo do período de coletas da safra	

**2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv.
Fuji.....**

34

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO.....	9
2.1 Bento Gonçalves.....	9
2.1.1 Localização.....	9
2.1.2 Aspectos socioeconômicos.....	10
2.1.3 Clima, Hidrografia, Relevo e Vegetação.....	10
2.1.4 Solos.....	10
2.2 Vacaria.....	11
3. CARACTERIZAÇÃO DA EMBRAPA UVA E VINHO.....	12
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1 A cultura da macieira no Rio Grande do Sul.....	14
4.2 Variedades coloridas: cultivares ‘Fuji’, ‘Gala’ e seus clones.....	15
4.3 Índices de maturação e o uso do índice DA-Meter.....	16
5. ATIVIDADES REALIZADAS.....	19
5.1 Análises Não-Destrutivas.....	20
5.1.1 Cor da Epiderme.....	20
5.1.2 Índice DA-Meter.....	20
5.2 Análises Destrutivas.....	21
5.2.1 Firmeza da Polpa.....	21
5.2.2 Sólidos Solúveis (°Brix).....	22
5.2.3 Antocianinas.....	22
5.2.4 Cor das sementes.....	22
5.2.5 Índice de Regressão do Amido.....	23
5.2.6 Acidez Titulável.....	25
5.3 Outras atividades.....	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
APÊNDICES.....	40

1. INTRODUÇÃO

O estágio foi realizado na EMBRAPA Uva e Vinho, localizada no município de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. Com uma duração de 300 horas, iniciou-se em 6 de janeiro de 2020 e encerrou-se em 28 de fevereiro de 2020. As atividades ocorreram sob orientação técnica da Eng. Agr. Dra. Lucimara Rogéria Antonioli, membro da equipe responsável pelas pesquisas em Fisiologia e Tecnologia de Pós-Colheita de frutos da EMBRAPA Uva e Vinho, e sob orientação acadêmica do professor Dr. Renar João Bender. A escolha do local para o estágio deveu-se, principalmente, pela afinidade com a área e pelo interesse em aprofundar os conhecimentos na fisiologia e conservação de frutos em pós-colheita, além da excelente estrutura para pesquisa e de todo conhecimento científico e prático gerado pela EMBRAPA.

A produção de maçãs é de grande importância para a economia do Estado, visto que o Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor do Brasil. Por suas características sensoriais e de produção, as cultivares ‘Fuji’, ‘Gala’ e seus clones são as de maior expressão no Estado. Estes clones surgem através de mutações somáticas espontâneas, com características que os diferem do cultivar original, como por exemplo, alterações na coloração da epiderme, tornando-a mais avermelhada (FIORAVANÇO et al., 2010). Realizar a colheita no momento correto é imprescindível para que se obtenha maçãs de elevada qualidade, portanto, durante este período alguns parâmetros de maturidade necessitam ser monitorados (GIRARDI et al., 2002; COSTA et al., 2002, 2003). Nos últimos anos, diversas pesquisas têm se concentrado no desenvolvimento de técnicas não destrutivas para a avaliação de atributos internos de qualidade de frutos e, dentre estas, destaca-se o uso do Índice DA-Meter (COSTA et al., 2006; ABBOTT, 1999).

Desta forma, o principal objetivo do estágio foi executar diversas análises em maçãs e acompanhar a evolução dos principais índices de maturação utilizados e, também, do Índice DA-Meter, para que futuramente seja realizada a correlação dos dados pela empresa. A utilização destes índices tem o intuito de auxiliar os produtores na detecção do momento ideal da colheita de clones coloridos das cultivares ‘Fuji’ e ‘Gala’, dado que esses frutos são coloridos desde o início do seu desenvolvimento, o que dificulta a identificação do estágio de maturação para colheita. Os parâmetros analisados também são utilizados para determinar a qualidade dos frutos e a repetibilidade das características ao longo das colheitas, fator imprescindível para o registro de novos materiais.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO

O estágio teve como localidade principal o município de Bento Gonçalves, onde está localizada a sede da Embrapa Uva e Vinho e o laboratório de pós-colheita onde são realizadas as análises. No município de Vacaria, foram realizadas as coletas das maçãs. Desta forma, o município de Bento Gonçalves será tratado com maior ênfase.

2.1 Bento Gonçalves

2.1.1 Localização

A cidade de Bento Gonçalves está localizada na Encosta Superior do Rio Grande do Sul (Figura 1), com latitude de 29°10'15" sul e longitude de 51°31'08" oeste. O município está situado na região sul do Brasil e na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, a 124 quilômetros de distância da capital Porto Alegre e possui uma altitude média de 618 metros acima do nível do mar (IBGE, 1959). De acordo com o censo de 2018 do IBGE, o município possui uma área territorial de 273,955km².

Figura 1. Mapa da localização de Bento Gonçalves no Rio Grande do Sul



Fonte: Wikipédia, 2020.

2.1.2 Aspectos Socioeconômicos

O município de Bento Gonçalves é reconhecido como um importante polo industrial e turístico da Serra Gaúcha. Por sua importância e pioneirismo na produção vinícola no Brasil, possui o título de Capital Brasileira do Vinho. O Vale dos Vinhedos é o principal destino enoturístico do Brasil e ocupa uma área de 72,45 quilômetros quadrados entre as cidades de Bento Gonçalves, Garibaldi e Monte Belo do Sul. A região é responsável por 85% da produção nacional de vinhos (IBRAVIN, 2020).

A população do município estimada é de 120.454 pessoas, com um PIB em 2017 de R\$ 5.531.265,95 (mil) e um PIB per capita de R\$ 48.069,12 (FEE, 2015; IBGE, 2019).

2.1.3 Clima, Hidrografia, Relevo e Vegetação

O clima do município é classificado por Köppen como Cfb, com estações bem definidas e precipitações bem distribuídas ao longo do ano. Os meses mais frios são junho e julho, com médias entre 8°C e 17°C. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro, com médias entre 17°C e 26°C. A pluviosidade média anual é de 1.755 mm e, nesta região, há ocorrência de geadas. A umidade relativa do ar é em torno de 80% (CLIMATE-DATA.ORG, 2019).

O relevo da região é bastante acidentado e montanhoso, com escarpas e vales profundos, como o Vale do Rio das Antas. O município está situado na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas e possui uma rica rede hidrográfica, sendo cortado por diversos arroios (BENTO GONÇALVES, 2020). É caracterizado pelo Bioma Mata Atlântica, sendo que a maior parte do planalto meridional do Rio Grande do Sul é formado por floresta ombrófila mista, floresta estacional semidecidual e floresta estacional decidual (BRASIL, 2020).

2.1.4 Solos

Os tipos de solos predominantes são Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Neossolos e Nitossolos. Em função do relevo e da diversidade litológica encontrada no município, os solos apresentam variações em suas propriedades morfológicas, físicas e químicas. Conforme descrição de STRECK et al. (2008), os Argissolos são geralmente profundos a muito profundos, apresentam um perfil com um gradiente textural e podem ser originados de diversos tipos de materiais, como por exemplo, o basalto. Os Cambissolos são rasos a profundos e são caracterizados como solos em processo de transformação. Os Chernossolos são rasos a profundos e apresentam razoáveis teores de material orgânico, o

que confere as cores escuras ao horizonte superficial. Os Neossolos são rasos ou profundos e são solos de formação muito recente, tendo sido desenvolvidos a partir dos mais diversos tipos de rochas, e os Nitossolos são caracterizados como profundos, com uma transição gradual entre os horizontes e a presença de um horizonte B com estrutura mais desenvolvida.

O relevo apresenta-se em patamares, e desta forma, nas áreas mais declivosas encontram-se solos menos desenvolvidos, como o Neossolo Litólico. Nas áreas menos declivosas, encontram-se solos mais desenvolvidos, como os Chernossolos (argilúvicos e háplicos), Nitossolos brunos, Argissolos (vermelho-amarelos e bruno-acinzentados) (VALLADARES et al., 2005).

2.2 Vacaria

O município de Vacaria está localizado no extremo nordeste do Rio Grande do Sul, a 240 km de Porto Alegre, com Latitude Sul 29°32'30", Longitude Oeste 50°54'51" e uma altitude média de 962m. A principal atividade econômica desenvolvida é a fruticultura, sendo o município o maior produtor de maçãs do estado do Rio Grande do Sul e o segundo maior do Brasil. De acordo com IBGE, em 2018, o município foi responsável por 47,2% do total produzido de maçãs no estado.

O clima é classificado por Köppen como Cfb – temperado úmido e com verões amenos. De acordo com PEREIRA et al. (2009), a temperatura média mensal varia entre 11,4°C a 20,6°C e a precipitação pluvial média mensal varia de 101mm a 174mm. O município pertence a região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra. Nesta região encontram-se solos que se originaram predominantemente de basalto, como os Latossolos (STRECK et al., 2008).

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMBRAPA UVA E VINHO

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) foi criada no ano de 1972, em um momento em que a agricultura se intensificava no Brasil, com o objetivo de desenvolver os conhecimentos científicos para auxiliar o crescimento agrícola. A Embrapa Uva e Vinho é uma unidade descentralizada, criada em 26 de agosto de 1975, no município de Bento Gonçalves. A unidade é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Porém, a história da unidade iniciou-se antes mesmo da criação da Embrapa-Sede e da Unidade como é conhecida hoje (EMBRAPA, 2020).

Entre os anos 1941 e 1942, foi criada a Estação de Enologia de Bento Gonçalves e, com o auxílio do Governo Federal, da Prefeitura Municipal e do Instituto Rio-grandense do Vinho, a empresa foi se expandindo e adquirindo novas áreas. Em 1985, foi atribuída à Unidade a denominação de Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho – CNPUV (Figura 2) (EMBRAPA, 2020).

Figura 2. Prédio administrativo da Sede da EMBRAPA Uva e Vinho.



Fonte: Autora.

A sede da Unidade ocupa uma área de 100 hectares, dos quais 42 ha são destinados ao uso agrícola, como por exemplo, parreirais, pomares de macieiras e de pereiras. A área construída possui 13.501 m² e inclui dezesseis laboratórios, nove casas de vegetação, três

telados, unidades de gerenciamento de resíduos, duas estações meteorológicas, além de biblioteca e outras diversas instalações.

A Unidade Uva e Vinho possui duas Estações Experimentais. A Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, localizada em Vacaria (RS), possui em torno de 116 hectares. Esta área é ocupada por pomares, casas de vegetação e telados, prédios administrativos e laboratórios e por áreas de vegetação nativa preservada. Possui também a Estação de Viticultura Tropical, localizada no município de Jales (SP). A unidade de Jales (SP) tem em torno de 16 hectares, dos quais sete destes são ocupados com parreirais.

A Embrapa Uva e Vinho conta com cerca de 166 colaboradores, pesquisadores, analistas, técnicos e assistentes, responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas relacionadas a uvas, vinho, maçãs, peras e outras frutíferas de clima temperado (EMBRAPA, 2020).

Ao longo dos anos de atuação, a Embrapa Uva e Vinho tem realizado com o objetivo de tornar os conhecimentos e tecnologias gerados através das pesquisas disponíveis para a sociedade, de forma a incrementar a agricultura brasileira, tornando-a mais produtiva e sustentável. Como exemplo disso, são realizados diversos Dias de Campo, Cursos, Reuniões e Encontros para discussão de novas tecnologias, abrangendo não somente técnicos e profissionais da área agrícola, como também produtores, estudantes e demais interessados nos temas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A cultura da macieira no Rio Grande do Sul

A macieira (*Malus x domestica* Borkh.) tem como centro de origem a região entre o Cáucaso e o leste da China. O início do desenvolvimento das espécies atuais ocorreu provavelmente há 20 mil anos, após o fim da última era glacial. A cultura da macieira em larga escala teve início na década de 1970 no Brasil, porém o primeiro cultivo comercial ocorreu em 1926 em um município do estado de São Paulo, pelo produtor Batista Bigneti, com a cultivar Ohio Beauty. Já no Rio Grande do Sul, por volta de 1948, já existiam pomares com as cultivares Ohio Beauty e José Bin, em Caxias do Sul e Veranópolis (BLEICHER, 2002; PETRI, et al., 2011).

A produção de maçãs no Brasil concentra-se no Sul, destacando-se as regiões de Vacaria, no Rio Grande do Sul, e de São Joaquim e Fraiburgo, em Santa Catarina. O estado do Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor de maçãs do país, estando atrás apenas de Santa Catarina, que possui uma produção muito expressiva (FIORAVANÇO et al., 2010). De acordo com o IBGE (2020), na safra de 2018, o Rio Grande do Sul produziu 583.743 toneladas, o que representa cerca de 49% da produção brasileira, que foi estimada em 1.195.007 toneladas. Os maiores produtores do Estado estão localizados na região Nordeste, destacando-se Vacaria, Caxias do Sul e Bom Jesus, que possuem as maiores produções médias.

Atualmente, cultivares e clones dos grupos Gala e Fuji são os mais plantados no País, sendo que na safra 2018/19, a ‘Gala’ foi responsável por 51,8% e a ‘Fuji’ por 43,3% das áreas plantadas, sendo o restante ocupado por outras cultivares. (FIORAVANÇO, 2009; ABPM, comunicação pessoal¹). Ao longo dos anos, as cultivares do grupo ‘Gala’ têm sido cultivadas de forma mais expressiva, pois, por exemplo, no Rio Grande do Sul, no período de 2002 a 2009, estas foram responsáveis por 63,15% dos novos plantios, e as do grupo ‘Fuji’, apenas 28,65% (FIORAVANÇO et al., 2010). Dados recentes confirmam a grande importância dos grupos ‘Gala’ e ‘Fuji’, sendo estas responsáveis por 58% e 35% do total produzido no Estado na safra 2018/19, respectivamente (AGAPOMI, 2019).

¹ Correspondência enviada à autora, em 22/04/2020.

4.2 Variedades coloridas: Cultivares ‘Fuji’, ‘Gala’ e seus clones

Por ser um dos poucos produtos comercializados pelo nome da cultivar, o sucesso na comercialização de maçãs depende da sua boa aceitação pelos consumidores, o que também determina o interesse de produtores pelo seu plantio comercial (CAMILO; DENARDI, 2002).

No Brasil e, por extensão, no estado do Rio Grande do Sul, concentra-se o cultivo de macieiras das cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’ e seus clones. Esses clones surgiram através de mutações somáticas espontâneas, conferindo características diferentes da cultivar original, que podem ser de interesse dos produtores. As alterações de coloração da epiderme são as mutações mais comumente observadas, mas também ocorrem alterações de tamanho dos frutos, época de produção e hábito de frutificação, por exemplo (FIORAVANÇO et al., 2010). Tais alterações podem ser interessantes à percepção do consumidor, visto que os brasileiros preferem frutos de tamanho médio (entre 6,5 e 8,5cm de diâmetro), de sabor doce ou com baixa acidez e de coloração vermelha (CAMILO; DENARDI, 2002).

De acordo com CAMILO e DENARDI (2002), em Santa Catarina já foram testadas mais de 500 cultivares oriundas de outros países. A maioria não se adaptou às condições climáticas das regiões produtoras do sul do Brasil, em geral, em função da quantidade de frio não ser suficiente para uma indução homogênea de brotação e da grande flutuação diária da temperatura, que influencia o metabolismo das plantas. Dessa forma, as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’ estão entre as mais promissoras no contexto mundial e, de maneira muito expressiva, no Brasil, por desenvolverem-se adequadamente nessas condições.

A cultivar ‘Gala’ originou-se do cruzamento ‘Kidd’s Orage Red’ x ‘Golden Delicious’, realizado por J. H. Kidd em 1934, na Nova Zelândia. Foi nomeada e lançada para o plantio comercial em 1962. Esta cultivar apresenta uma boa adaptação climática em altitudes acima de 1.200 m. A sua floração é abundante, ocorrendo entre o final da segunda quinzena de setembro e o final da segunda quinzena de outubro, variando conforme o microclima. A maturação dos frutos é, em geral, desuniforme, ocorrendo nos meses de verão. Entre as cultivares comerciais plantadas no sul do Brasil, a Gala é a mais precoce (CAMILO; DENARDI, 2002; BERNARDI, et al., 2004; FIORAVANÇO, 2010). No Brasil, em função das condições climáticas, apresenta um ciclo mais curto e o período de colheita ocorre entre os meses de janeiro e março (NACHTIGALL; CZERMAINSKI, 2014; GIRARDI et al., 2015).

A cultivar ‘Fuji’ é originária do cruzamento ‘Ralls Janet’ x ‘Delicious’, realizado em 1939 por H. Niitsu, no Japão. Recebeu a denominação em 1962. Sua introdução no Brasil ocorreu por volta de 1967. A sua floração é intensa e geralmente coincide com a da cultivar ‘Gala’, porém a sua maturação é mais tardia e desuniforme, ocorrendo entre os meses de março e abril (CAMILO; DENARDI, 2002; FIORAVANÇO, 2010). A popularidade dessa cultivar em todo o mundo se deve às suas qualidades gustativas, como o sabor doce, textura crocante e suculenta, e a sua ótima capacidade de armazenamento (IGLESIAS, 2012). Os frutos são de coloração vermelho-estriada sobre um fundo verde, o que é considerado um fator negativo, visto que a coloração deficiente da epiderme confere uma aparência pouco atrativa (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

Para ambas as cultivares, Gala e Fuji, a tendência mundial é o cultivo de clones com maior coloração vermelha da epiderme (FIORAVANÇO, 2010).

4.3 Índices de maturação e o uso do índice DA-Meter

Realizar a colheita no momento correto é imprescindível para que se obtenham maçãs de qualidade, pois caso sejam colhidas antes do amadurecimento, estas terão uma baixa qualidade gustativa, além de serem mais suscetíveis a desordens fisiológicas de armazenamento. Colher após o amadurecimento completo dos frutos também é um problema, visto que continuam amadurecendo durante o armazenamento, o que rapidamente os torna farinhentos, com baixa firmeza de polpa e também suscetíveis a patógenos e danos mecânicos (GIRARDI et al., 2002).

O ponto de colheita está correlacionado com determinados índices ou parâmetros que são utilizados para estabelecer critérios mínimos e máximos aceitáveis. Existem diversos métodos para determinar o momento ideal de iniciar a colheita e, normalmente, são utilizados testes que permitem identificar alterações nas características físico-químicas dos frutos. Os métodos para determinação do ponto de colheita baseiam-se em parâmetros preestabelecidos pela pesquisa de acordo com cada cultivar.

É necessário realizar a correlação entre diversas medidas ou índices de colheita, visto que ocorrem variações muito acentuadas, não sendo, portanto, aconselhável o uso de um único parâmetro. Estes parâmetros servem como indicativo de colheita para as principais cultivares e suas respectivas mutações produzidas no Brasil (GIRARDI et al., 2004). Dentre os vários indicadores de maturação existentes, os mais empregados

atualmente são: firmeza da polpa, índice de degradação do amido, acidez titulável e teor de sólidos solúveis totais (ARGENTA, 2002).

O Índice de Regressão do Amido (IRA) é obtido através da reação de uma solução de iodo com o amido presente na polpa do fruto que ainda não foi hidrolisado e transformado em açúcares solúveis. Desta forma, quanto menor o conteúdo de amido e maior o de açúcar, mais próximo da maturação o fruto está. O teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) é referente ao conteúdo de açúcares simples (glicose, frutose e sacarose), que aumenta à medida que a maturação avança, e é indicado através de um índice refratométrico (ou grau Brix).

A firmeza da polpa é medida para que se possa estabelecer, de maneira indireta, as mudanças que ocorrem na estrutura celular, no tamanho das células e também nas alterações bioquímicas na parede celular, pois o amolecimento (desmantelamento da estrutura das paredes celulares) do fruto aumenta à medida que a maturação progride. A acidez total titulável (ATT) refere-se ao conteúdo de ácidos acumulados durante o crescimento e diferenciação do fruto, o qual vai diminuindo com o processo de maturação (GIRARDI et al., 2004).

A maturação fisiológica é uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e a senescência e, nesta fase, os frutos desenvolvem as suas características de forma, tamanho, cor de epiderme e acúmulo de reservas, além das mudanças nos fatores sensoriais de sabor, odor e textura, tornando-os aceitáveis para o consumo (ARGENTA, 2002; CHITARRA & CHITARRA, 2005). Ocorrem diversas transformações físico-químicas nos frutos durante o amadurecimento e a mudança de cor é a mais evidente, sendo, portanto, um dos principais critérios utilizados pelo produtor para determinar a maturação, além de ser, também, o atributo de qualidade mais atrativo ao consumidor (KLUGE et al., 2002).

Durante o período de colheita, alguns parâmetros de maturidade necessitam ser monitorados e aferidos através de coletas dos frutos no campo e realização de análises destrutivas em laboratório, o que exige mão de obra qualificada, tempo e equipamentos, além de, muitas vezes, o número de frutos analisados não ser representativo da totalidade do local de produção (COSTA et al., 2002, 2003).

Nos últimos anos, diversas e extensas pesquisas têm se concentrado no desenvolvimento de técnicas não destrutivas para a avaliação de atributos internos de qualidade de frutos. Estas técnicas possuem uma série de vantagens, como a possibilidade de realizar avaliações em um grande número de frutos ou mesmo em todos, bem como

repetir estas avaliações nas mesmas amostras para monitorar a evolução fisiológica e obter informações em tempo real sobre vários parâmetros de qualidade dos frutos ao mesmo tempo (COSTA et al., 2006; ABBOTT, 1999).

A diminuição do teor de clorofila é considerada um indicador da maturidade dos frutos e, desta forma, o rápido monitoramento dos pigmentos da casca representa uma ferramenta potencial para estimar a maturidade destes na prática. Tecnologias, como a espectrometria na faixa do comprimento de onda visível, têm sido consideradas promissoras no que se refere a detectar pigmentos em frutos (ZUDE & HEROLD, 2002).

Uma destas tecnologias é a chamada de espectroscopia da região do infravermelho próximo (NIR), que explora as propriedades da luz, medindo a energia gerada pela interação com as moléculas da amostra em um espectro de comprimento de onda que varia entre 780 e 2500nm (OSBORNE, 2000). A leitura do índice de clorofila na epiderme pode indicar o estado de maturação do fruto, através do Índice de Diferença de Absorbância (I_{DA}), que é dado entre dois comprimentos de onda próximos aos picos de absorção da clorofila-a, indicando o estado de maturação do fruto em diferentes estágios da cadeia produtiva (NYASORDZI et al., 2013).

O Índice DA (Delta Absorbance Meter) foi desenvolvido baseado na espectroscopia nas regiões do visível e do infravermelho (Vis/NIR), e tem demonstrado ser uma opção simples, econômica e confiável para estabelecer o estágio de maturação dos frutos, tanto no campo quanto nos centros de distribuição e laboratórios (COSTA et al., 2008 apud BETEMPS et al., 2011; NOFERINI et al., 2009). O DA-Meter é um equipamento portátil de análise não destrutiva e que permite monitorar o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos na planta. É composto por seis Light Emission Diodes (LED) que estão posicionados ao redor do detector de fotodiodos, e destes, três LEDs de diodo emitem a 670 nm de comprimento de onda, que é o pico de absorbância para clorofila em frutos, enquanto que os outros três emitem a 720 nm, que é a absorção mínima que não muda com a degradação da clorofila da epiderme. (COSTAMAGNA et al., 2013; ZIOSI et al., 2008).

O uso do índice gerado pelo equipamento DA-Meter permitiu separar frutos de mangueira “Tommy Atkins” em diferentes categorias de maturação, com uma boa relação com os valores obtidos através de atributos de qualidade mais usuais (BETEMPS et al., 2011). De acordo com COCETTA et al. (2017), o equipamento DA-Meter forneceu, em seu experimento, modelos de previsão razoavelmente bons em termos de índices de qualidade e maturação em maçãs, o que confirma a possibilidade do seu uso em escala comercial. Uma

correlação significativa entre os valores do índice DA-Meter e os valores dos parâmetros destrutivos (firmeza de polpa, sólidos solúveis e índice iodo-amido) foi obtido em estudo para estimar a maturação de frutos de maçãs ‘Maxi Gala’, podendo assim, estabelecer o momento de início da colheita e definição do destino dos frutos (MAGRO, 2017).

5. ATIVIDADES REALIZADAS

As principais atividades realizadas no estágio ocorreram no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho (Figura 3) e estão relacionadas às análises destrutivas e não destrutivas de maçãs de epiderme vermelha das cultivares Fuji e Gala. O objetivo deste trabalho foi relacionar os parâmetros analisados para uma melhor determinação do ponto de colheita das maçãs além de, ao longo do tempo das coletas realizadas, identificar a repetibilidade das características analisadas.

Figura 3. Vista externa do Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho.



Fonte: Autora.

As análises destrutivas buscam avaliar acidez titulável, antocianinas da casca, cor das sementes, firmeza da polpa, índice de regressão do amido e sólidos solúveis. Já as análises não destrutivas consistem em análise de cor da epiderme e índice DA-Meter. Para ambos os materiais coletados/amostrados, foram realizadas as mesmas análises. A partir dos dados gerados pelas análises, foram calculadas as médias de cada parâmetro, sem realização de análise estatística, conforme a coleta realizada, para cada um dos materiais.

5.1 Análises Não Destrutivas

5.1.1 Cor da Epiderme

No Laboratório de Pós-Colheita, à chegada das caixas com os frutos armazenados, o primeiro procedimento realizado era a seleção das maçãs, identificando e separando aqueles frutos com danos ou de tamanhos muito diferentes dos demais. Posteriormente, os mesmos eram separados e numerados, de forma a facilitar as análises e a organização dos dados gerados.

Para esta análise foi utilizado um aparelho medidor de cores (Colorímetro) da marca Minolta, modelo CR-400, que consiste em um processador, um cabeçote de leitura e a fonte. O primeiro passo era realizar a calibração do equipamento conforme a indicação do fabricante. Para uso nos frutos, devidamente identificados, o cabeçote deve ser encostado em uma região homogênea e livre de manchas, doenças ou danos de qualquer natureza, de forma a garantir a não interferência das imperfeições nos dados gerados. Eram realizadas duas medidas na região equatorial do fruto, em lados opostos. O aparelho possui uma fonte de luz que quando é emitida e entra em contato com a superfície do fruto é refletida para sensores, gerando os valores de “a” e “b”, que são as coordenadas de cromaticidade e um valor de L, que é a luminosidade. A partir destes valores, são calculados os valores do ângulo h (ângulo *hue* – indicador da tonalidade da cor) e do croma (cromaticidade – indicador da pureza da cor). Ao fim da análise, os dados eram transferidos para um computador através do processador, fonte e cabo de transferência.

5.1.2 Índice-DA Meter

A avaliação deste índice para determinar a maturação do fruto foi realizada com o equipamento portátil DA-Meter® (Turoni/Itália) (Figura 4).

O protocolo seguido para calibração e uso do equipamento é o disponibilizado pelo fabricante. O dispositivo mede um índice de diferença de absorbância (I_{DA}), indicando o índice do teor de clorofila na epiderme do fruto. A leitura é realizada na região equatorial do fruto, em ambos os lados e, se possível, no mesmo local onde é realizada a análise de cor de epiderme. Seguindo a ordem dos frutos identificados, as leituras eram realizadas manualmente, uma a uma, e anotadas em uma tabela manuscrita. A análise foi realizada por duas pessoas, uma manuseando o equipamento e outra anotando os valores gerados.

Figura 4. Uso do equipamento portátil DA-Meter para medir o índice do teor de clorofila na epiderme de maçãs.



Fonte: Autora.

5.2 Análises Destrutivas

5.2.1 Firmeza da Polpa

Anteriormente à leitura propriamente dita, era necessário realizar a retirada de uma porção da casca do fruto, em torno de 1cm², de forma que a ponteira entrasse em contato apenas com a polpa, sem interferência da epiderme no resultado. O equipamento utilizado para esta análise foi um Penetrômetro da marca GUSS, modelo GS15. Este equipamento é utilizado para medir o grau de resistência da polpa. O mesmo dispõe de duas ponteiras Magness-Taylor de 8 e 11mm. Para maçãs, a ponteira recomendada comercialmente é a de 11 mm, sendo, portanto, a utilizada.

No penetrômetro, o fruto era colocado em uma base plástica e segurado com as mãos, com o intuito de mantê-lo firme quando a ponteira penetra a polpa. A leitura deveria ser realizada na região equatorial dos frutos até uma profundidade de 0,8 cm. Com o fruto devidamente posicionado, o botão de início da ação era ativado, e a polpa sofria a pressão da ponteira, gerando dados automaticamente encaminhados para uma planilha criada no sistema pareado ao equipamento e visualizado em um computador localizado ao lado. Os

valores eram gerados em Libras (lbs) e, posteriormente, transformados para a unidade Newton (N).

5.2.2 Sólidos Solúveis (° Brix)

O equipamento utilizado para esta análise foi um Refratômetro digital com compensação automática de temperatura, da marca HANNA, modelo HI96801. O Brix é uma escala numérica de índice de refração de uma solução, utilizada para determinar a quantidade de compostos solúveis diluídos no suco límpido (sem restos de tecidos que também podem contribuir para o grau de refração da luz no prisma do equipamento) de um tecido homogeneizado.

A calibração do equipamento é realizada com água destilada e deve ser realizada antes do início das análises. Esta análise era realizada concomitantemente à análise da firmeza da polpa, pois, com a pressão realizada pela ponteira do equipamento, era possível retirar um volume suficiente de suco para medir o teor de sólidos solúveis. Gotas da amostra eram colocadas no prisma, devendo-se lavar e secar o mesmo a cada amostra analisada. Ao final das análises, era realizada a limpeza do prisma com água destilada e papel macio. As pipetas utilizadas eram lavadas com água destilada para evitar a mistura e a contaminação das amostras.

5.2.3 Antocianinas

Antes de realizar o corte na região equatorial dos frutos, uma amostra (faixa de casca com largura em torno de 1cm) era removida e acondicionada em tubos tipo Falcon para posterior análise das antocianinas. Eram acondicionadas amostras de 10 frutos por tubo Falcon de 50 mL.

Os tubos eram devidamente identificados conforme as amostras e a colheita, e armazenados em um freezer para posterior análise. A determinação das antocianinas só é realizada após o término da safra devido à demanda de atividades e da equipe.

5.2.4 Cor das Sementes

Para aferir a cor das sementes, era realizado um corte na região equatorial do fruto, partindo-o em duas partes e expondo as sementes (Figura 5). De acordo com a cor visualizada, era realizada a classificação da seguinte forma: sementes de coloração creme - nota 1; sementes 50% mais creme do que marrom - nota 2; sementes 50% mais marrons do

que creme - nota 3; e sementes marrons - nota 4. Quanto maior a porcentagem de coloração creme, mais imatura a semente e, conseqüentemente, o fruto também não atingiu o seu amadurecimento pleno. Ao passo que, quanto mais marrom a semente está, mais maduros ou próximos à maturidade estão as sementes e o fruto. Também se observou a presença de sementes abortadas e as suas colorações, bem como o número total de sementes de cada fruto.

Figura 5. Corte na região equatorial do fruto para verificar a cor das sementes.



Fonte: Autora.

5.2.5 Índice de Regressão do Amido (IRA)

Após o corte na região equatorial dos frutos para verificar a cor das sementes, as porções pedunculares (parte superior), onde está localizada a numeração destes, eram separadas, acondicionadas em bandejas plásticas e levadas para realização do Teste de Iodo-Amido (Figura 6). A solução de iodo utilizada havia sido preparada na primeira semana do estágio pela técnica responsável, seguindo protocolo utilizado pelo laboratório.

Para o preparo da solução de iodo, utiliza-se iodo metálico (6g), iodeto de potássio (12g) e água destilada (1L). Para esta solução de iodo, podem ser utilizados outros volumes dos solutos, desde que se mantenha a mesma proporção de 2:1 entre potássio e iodo. A solução é preparada em uma capela e deve ser armazenada em frasco âmbar. Pode-se utilizar esta solução mais de uma vez, descartando-a apenas quando os resíduos provenientes dos frutos começarem a interferir no resultado da análise.

A análise era realizada em uma capela e utilizando óculos de proteção e luvas, pois o iodo é nocivo por inalação e em contato com a pele. A solução de iodo era transferida

para uma bandeja plástica, até que se formasse uma lâmina de um a dois centímetros. As porções dos frutos eram dispostas na bandeja, de forma que a polpa entrasse em contato com a solução, por um período em torno de 30 segundos. Em seguida, os frutos eram dispostos em uma bandeja de papelão, e após, era necessário aguardar alguns minutos para que os frutos secassem em temperatura ambiente. Com o uso de uma escala padrão (Figura 7) para maçãs, era então realizada a classificação por comparação com a escala e posterior anotação dos dados.

Há várias escalas de comparação para determinar o grau de degradação de amido que a amostra apresenta. Esta mostrada na figura 7 apresenta uma escala variando de 1 a 5 com intervalos de meio ponto numérico. Há escalas que apresentam variação de 1 a 10. O valor central (2,5 ou 5, dependendo da escala em uso indica que 50% do amido acumulado foi hidrolisado).

Apesar de ser uma avaliação subjetiva, o teste de iodo-amido se consolidou como uma avaliação expedita no campo para definir o ponto de colheita das maçãs.

Figura 6. Teste de Iodo-Amido para determinar o Índice de Regressão do Amido (IRA) em maçãs.



Fonte: Autora.

Figura 7. Escala padrão para determinação da maturação em maçãs utilizada durante o Teste Iodo-Amido.



Fonte: Acervo do Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho.

5.2.6 Acidez Titulável

Para a realização desta análise, as metades inferiores de 10 frutos eram separadas e acondicionadas em bandejas pequenas. Com o auxílio de uma centrífuga doméstica, as porções dos frutos eram processadas e o suco acondicionado em um copo tipo Becker. Utilizando-se uma proveta com capacidade para 100 mL, 10 mL do suco obtido eram transferidos para um novo copo Becker de 250 mL, devidamente identificado e, a ele, eram adicionados 90 mL de água destilada, agitando-se a solução manualmente, de forma a tornar o líquido homogêneo.

Com o uso de um pHmetro, o pH da amostra era elevado a 8,1, que é um valor padronizado, utilizando-se solução de NaOH 0,1 M previamente preparada e normalizada por solução de tereftalato de potássio.

O cálculo de teor de ácido contido no suco celular é feito pela fórmula: % ácido málico = (volume NaOH gasto X Normalidade X 0.67) / volume de suco, onde 0.67 é o fator ácido.

5.3 Outras atividades

A fim de evitar contaminações de experimentos que fossem realizados posteriormente, sempre ao término de todas as análises, era necessário realizar a assepsia do ambiente e de todos os equipamentos e objetos utilizados, tais como caixas, copos Becker, pipetas e bandejas.

Foram realizadas atividades com peras, contemplando análises destrutivas e não destrutivas, análises sensoriais, coleta de frutos e organização de dados em planilhas, com o objetivo de selecionar materiais do programa de melhoramento e determinar o estágio de maturação para colheita. Foram utilizados materiais que apresentam características de peras asiáticas e européias.

Na primeira semana do estágio, foram realizadas atividades envolvendo a quantificação de antocianinas de maçãs da safra anterior, testando e adaptando metodologias de análise que são utilizadas para outros tipos de frutos. Além disso, foram organizados dados referentes à avaliação de pêssegos realizada no mês de dezembro de 2019.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo da maturação e senescência de maçãs, a alteração mais evidente é a mudança de cor da casca dos frutos, que ocorre em função da degradação de clorofilas e do aparecimento de componentes do grupo dos carotenóides. Por ser um fruto climatérico, o etileno estimula a atividade de enzimas do grupo das clorofilases, que são responsáveis pela degradação das clorofilas e consequente redução da cor verde. Os carotenóides são responsáveis pelos pigmentos amarelos, e as antocianinas pela coloração vermelha (ARGENTA, 2002). Maçãs apresentam cor de fundo, que evolui do verde para o amarelo e cor de cobrimento, geralmente vermelho ou alaranjado (GIRARDI et al., 2004).

Até um determinado momento, é possível identificar a cor de cobrimento e de fundo em maçãs, porém em materiais mais coloridos, como os provenientes de mutações naturais de ‘Fuji’ e ‘Gala’, torna-se mais difícil determinar o ponto de colheita baseando-se apenas neste parâmetro. Com a dificuldade de determinar se os frutos estão prontos para a colheita ou não, volta-se para a problemática abordada no referencial teórico do presente trabalho, em que GIRARDI et al. (2002) afirmam que frutos colhidos muito antes ou depois da sua maturação podem ter uma baixa qualidade sensorial, além de serem suscetíveis a distúrbios

fisiológicos e ataque de doenças e pragas e apresentarem menor capacidade de serem armazenados por tempo prolongado.

Análises destrutivas são, em geral, realizadas em laboratório, com uso de equipamentos específicos, demandando tempo e mão de obra especializada, além de, muitas vezes, não serem representativas da totalidade da área de produção (COSTA et al., 2002, 2003). Além disso, quando os frutos são coletados a campo, encontram-se em um determinado estágio de maturação e, até que os resultados estejam prontos e sejam comunicados ao produtor, o estágio provavelmente não será mais o mesmo, podendo-se perder o momento ideal para colheita. Por essas razões, nos últimos anos, tem-se buscado diversas técnicas não-destrutivas para monitorar o processo de maturação dos frutos de forma rápida, econômica e com os frutos ainda na(s) planta(s).

O DA-Meter, que é um equipamento portátil e de fácil uso, gera um índice que indica o teor de clorofila presente na epiderme no fruto. Por ser um equipamento que pode ser levado para o campo, o seu uso facilitaria a identificação da maturidade fisiológica de frutos que possuem coloração intensa. Durante as atividades do estágio, este índice foi avaliado juntamente com os outros parâmetros, com o intuito de realizar futuramente (após o término das coletas) a correlação dos dados e testar a eficiência do seu uso e repetibilidade dos dados.

Os frutos avaliados durante as atividades do estágio são provenientes de um programa de melhoramento genético, não havendo ainda o devido registro, e por esta razão, serão tratados apenas como materiais coloridos das cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’. O acompanhamento do material colorido da cv. ‘Fuji’ iniciou no ano de 2019 (safra 2018/19), e do material colorido da cv. ‘Gala’, iniciou em 2020 (safra 2019/20).

Os dados apresentados nesta discussão são as médias calculadas a partir dos valores obtidos nas avaliações de cada parâmetro, não havendo, portanto, tratamento estatístico devido ao fato de os materiais ainda não possuírem registro e de a pesquisadora responsável não ter autorizado o uso dos valores unitários. São dados referentes aos frutos coletados durante o período do estágio, na safra de 2019/20, e a discussão destes tem o intuito de demonstrar a evolução dos índices ao longo do período de realização das coletas de acompanhamento.

A cada coleta, eram avaliados 80 frutos de cada um dos materiais coloridos, sendo que para o material da cv. ‘Fuji’, 40 frutos eram retirados da face externa da fileira de plantas e 40 frutos da face interna da fileira. Essa forma de coleta deve-se, principalmente,

pelo maior porte das plantas da cv. 'Fuji', em que materiais mais antigos apresentavam diferenças nas características físico-químicas entre frutos coletados na face interna e externa. Estas diferenças devem-se ao fato de que a exposição solar pode ocorrer de forma distinta nas faces, principalmente em função da conformação da planta. Essa prática não é utilizada para materiais da cv. 'Gala', visto que os frutos não costumam apresentar diferenças significativas entre as faces.

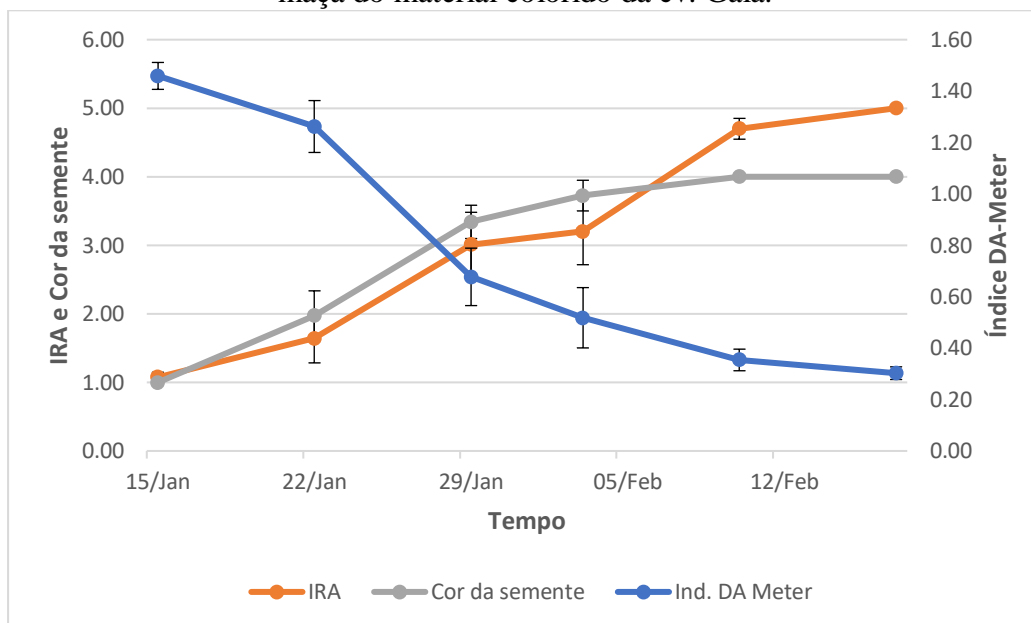
Para ambos os materiais, foram realizadas as seguintes análises destrutivas e não destrutivas: índice DA-Meter, cor da epiderme, firmeza, sólidos solúveis totais, acidez titulável, índice de regressão do amido e cor das sementes.

Material Colorido da Cv. Gala:

Foram realizadas seis coletas deste material, que ocorreram nos dias: 15/01, 22/01, 29/01, 03/02, 10/02 e 17/02 do ano de 2020. Os dados médios gerados foram dispostos em gráficos de linhas, para demonstrar o comportamento dos parâmetros ao longo do período das coletas. Nos gráficos, as barras verticais indicam o desvio padrão das médias das leituras realizadas em cada data de avaliação.

A Figura 8 mostra a evolução do Índice de Regressão do Amido (IRA), cor das sementes e do índice DA-Meter. Com o avanço da maturação, observa-se um aumento do IRA, que pode ser explicado pela hidrólise e transformação do amido em açúcares solúveis. Ou seja, quanto mais maduro o fruto, menor o conteúdo de amido e maior o de açúcares e, conforme a escala padrão utilizada, maior o índice. Nota-se que, na primeira coleta, os frutos ainda estavam imaturos, de acordo com a escala utilizada no teste de iodo-amido, e na última coleta encontravam-se no outro extremo da escala, já havendo atingido a maturidade fisiológica.

Figura 8. Evolução dos parâmetros: índice DA-Meter, índice de regressão do amido (IRA) e cor das sementes ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Gala.



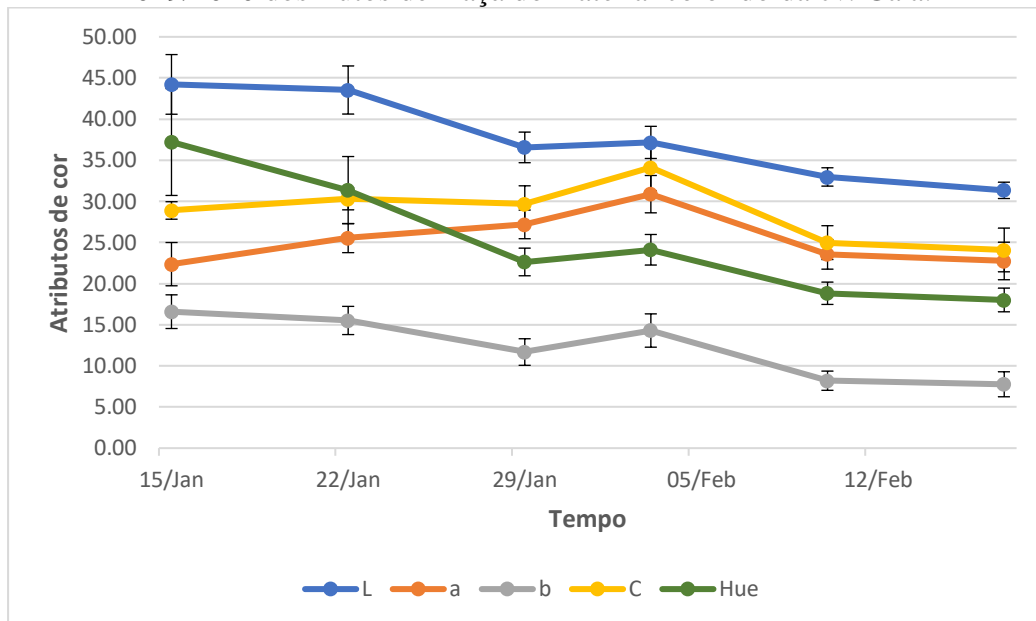
Fonte: Autora.

Em relação à cor das sementes, pode-se perceber a mudança na coloração das sementes ao passo que avança a maturação dos frutos, iniciando com uma coloração creme (nota 1) nas primeiras coletas e ao final, apresentando coloração marrom (nota 4), o que demonstra a maturidade fisiológica atingida.

O Índice DA-Meter indica um índice do teor de clorofila presente na epiderme que, ao longo do processo de maturação vai diminuindo, à medida que as clorofilas estão sendo degradadas.

A Figura 9 demonstra a evolução dos atributos de cor gerados através da análise de cor da epiderme, realizada com o aparelho medidor de cores. Estes atributos são chamados de espaço de cores CIE – Comissão Internacional de Iluminação. O espaço de cores CIE L^* , a^* e b^* define-se em três eixos perpendiculares – L^* eixo principal (preto = 0 ao branco = 100); a^* (verde (-) ao vermelho (+)) e b^* (azul (-) ao amarelo (+)). O espaço $L^*C^*h^\circ$ é um espaço de coordenadas representado por luminosidade (L^*), como no espaço L^* , a^* e b^* , cromaticidade (C^*) e ângulo *hue* (h°). Altos valores de L representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras. As coordenadas polares C^* são definidas como sendo a saturação da cor (pureza), e ângulo *hue* é o atributo qualitativo de cor (tonalidade) com as cores que são definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada, amarelada e azulada (PATHARE et al., 2013).

Figura 9. Evolução dos atributos de cor ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Gala.



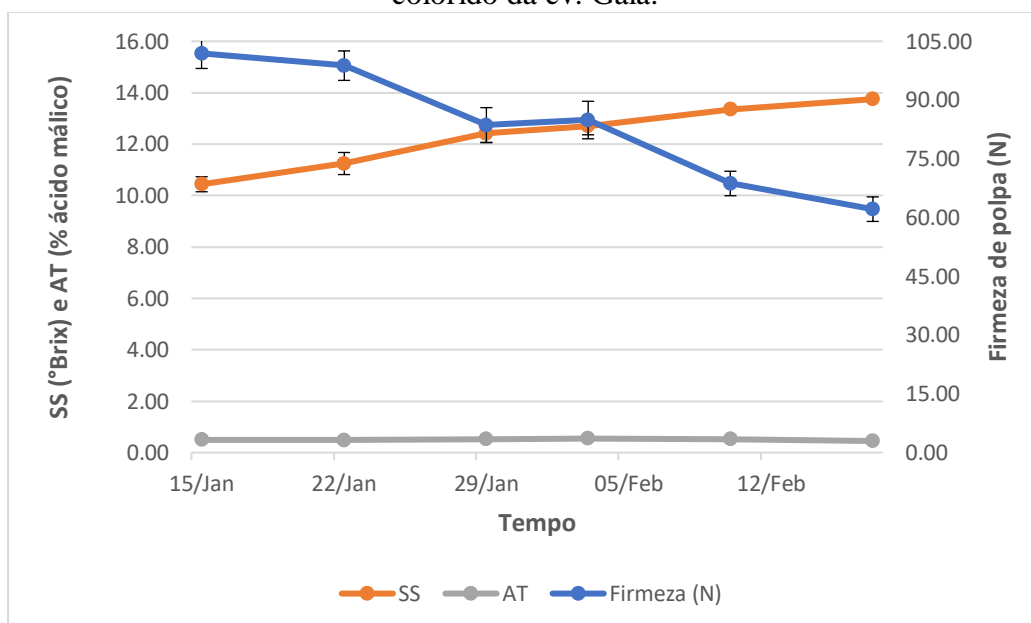
Fonte: Autora.

De acordo com ARGENTA (2002), o ângulo *hue* é o utilizado como índice de maturação, sendo determinado a partir dos valores a^* e b^* e, à medida que a cor de fundo de maçãs muda do verde para o amarelo, os valores de *hue* tendem a diminuir. Desta forma, pode-se observar no gráfico que há uma alteração nos valores deste atributo, indicando que houve uma mudança de cor na epiderme dos frutos conforme a maturação foi avançando. Em maçãs verdes, os valores de a^* tendem a ser negativos ou próximos de zero. Os valores de a^* encontrados podem indicar, portanto, a coloração mais avermelhada desde o início do amadurecimento dos frutos.

A Figura 10 mostra a evolução dos parâmetros de firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável. A Firmeza da polpa é dada por substâncias pécticas presentes nas paredes celulares, e ao longo do processo de maturação, estas substâncias vão sendo solubilizadas, o que causa o amolecimento dos tecidos dos frutos (FACHINELLO et al., 1996). Ou seja, quanto mais maduro o fruto estiver, menor será a sua firmeza, o que é confirmado pelos dados no gráfico. Os sólidos solúveis dos frutos aumentam com a evolução da maturação, e isto se deve ao processo de hidrólise do amido, que é transformado em açúcares simples (GIRARDI et al., 2002). De forma geral, a acidez titulável tende a diminuir com a maturação dos frutos, porém a figura demonstra que a mudança na AT não foi tão perceptível, visto que ocorreu baixa variação nos valores, dificultando a visualização. A

relação SS/AT relaciona os açúcares e os ácidos do fruto e é considerada um importante indicativo do sabor (FACHINELLO et al., 1996).

Figura 10. Evolução dos parâmetros: firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Gala.



Fonte: Autora.

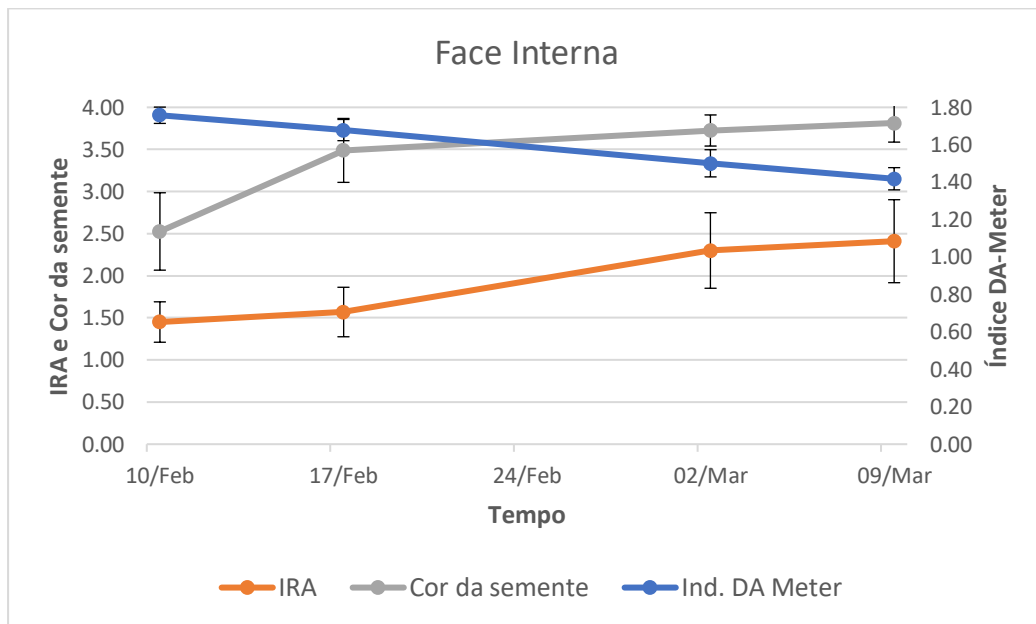
Material colorido da Cv. Fuji:

Foram realizadas quatro coletas deste material, que ocorreram nos dias: 10/02, 17/02, 02/03 e 09/03 da safra 2018/2019. Os frutos foram coletados nas faces interna e externa da fila de plantas e nas seguintes figuras (Figuras 11, 12 e 13) será discutido apenas os dados referentes à face interna. Os dados referentes à face externa encontram-se disponíveis nos apêndices do presente trabalho (Apêndices A, B e C). Como no material anterior, os dados médios gerados foram dispostos em gráficos de linhas e as barras verticais indicam o desvio padrão das médias das leituras realizadas.

Em comparação ao material colorido da cv. Gala, que é mais precoce, os dados são expressos de forma diferente, sendo um pouco menos evidentes, mas seguindo a mesma tendência (Figura 11). Os valores médios de IRA nas coletas realizadas ao longo do período indicam que os frutos ainda não estavam maduros, visto que a quantidade de amido na polpa ainda era alta. O mesmo pode ser observado no Índice DA-Meter, que apresenta valores mais elevados, indicando que as maçãs deste clone de Fuji têm maior teor de clorofila na epiderme e, conseqüentemente, um estágio de maturação mais atrasado. Já a

cor das sementes mostra um comportamento diferente, visto que possuem uma coloração mais escura desde o início do desenvolvimento dos frutos, não sendo, portanto, um bom parâmetro neste caso para identificar a maturidade fisiológica.

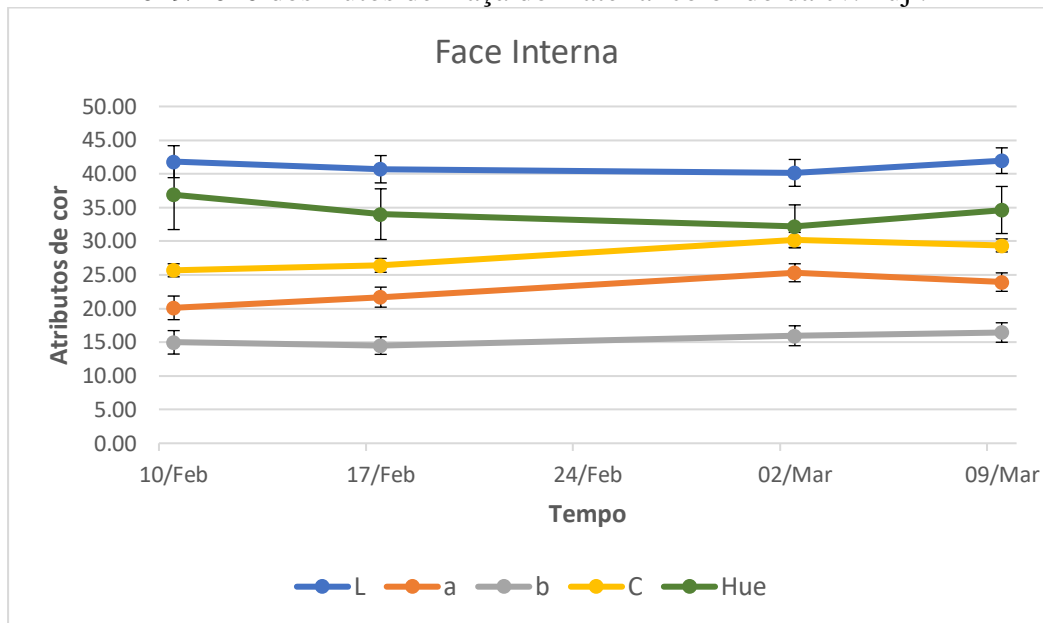
Figura 11. Evolução dos parâmetros: índice DA-Meter, índice de regressão do amido (IRA) e cor das sementes ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji.



Fonte: Autora.

Dentre os atributos de cor (Figura 12), o ângulo *hue* não se expressou tão claramente quanto no outro material avaliado, indicando que pode ter ocorrido uma mudança mais sutil na coloração da epiderme dos frutos. Os valores dos demais atributos de cor apresentam uma leve tendência de elevação, o que demonstra que ocorreu mudança na coloração dos frutos ao longo do período de coletas. Para este material, os atributos de cor não parecem ser um bom parâmetro para que se possa determinar a maturação dos frutos de forma isolada.

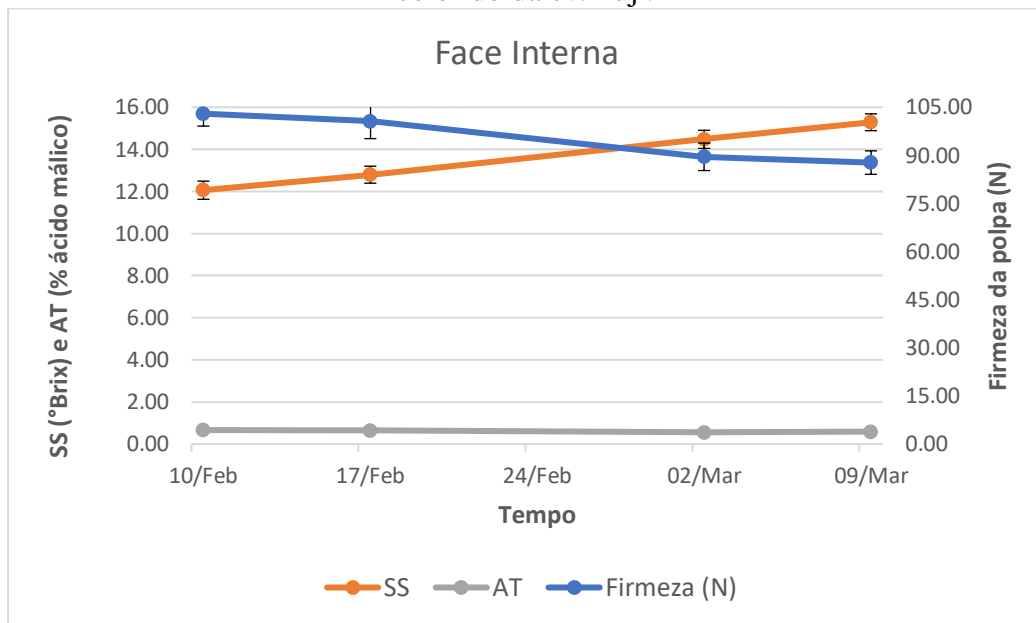
Figura 12. Evolução dos atributos de cor ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji.



Na Figura 13, os dados de firmeza demonstram que os frutos sofreram amolecimento no decorrer do período, indicando que houve um progresso na maturação, porém não tão expressivo, como do material proveniente de Gala. O gráfico indica que houve uma diminuição da acidez titulável e um aumento no teor de sólidos solúveis, o que demonstra a relação de açúcares e acidez condizente com o progresso da maturação, ainda que em ritmo mais lento.

Analisando todos os parâmetros e o período em que foram realizadas as coletas, a evolução dos parâmetros está de acordo com o estágio de maturação dos frutos, visto que a colheita do grupo 'Fuji' e seus clones é mais tardia do que o grupo 'Gala', ocorrendo nos meses de abril e maio, o que explica algumas das diferenças encontradas entre os dois materiais avaliados.

Figura 13. Evolução dos parâmetros: firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji.



O estudo demonstra que o acompanhamento dos parâmetros através das coletas é importante para determinar o momento ideal de realizar a colheita. A correlação destes parâmetros com o índice DA-Meter que será realizada futuramente poderá ser de grande utilidade para produtores e técnicos, facilitando o processo e tornando-o economicamente mais viável, visto que ao longo do período é utilizada uma considerável quantidade de frutos, o que torna o processo de obtenção de resultados moroso e, por consequência, com um retardo que pode ser negativo para uma adequada determinação do ponto de colheita.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do estágio obrigatório na grade acadêmica é de suma importância para a vivência prática do que é aprendido em sala de aula, e, principalmente, dos problemas comumente enfrentados por produtores, técnicos e engenheiros agrônomos ao longo da vida profissional. Pessoalmente, mesmo após alguns anos como Bolsista de Iniciação Científica, a experiência proporcionada pelo estágio foi enriquecedora e inspiradora, contribuindo com novos conhecimentos provenientes das análises realizadas em laboratório, das colheitas e, principalmente, das conversas com pesquisadores de diversas áreas.

Atualmente, a Ciência vem sofrendo com o corte de verbas e a falta de recursos para investimento na pesquisa. Apesar do momento de crise, a EMBRAPA Uva e Vinho, em especial, segue gerando conhecimento e desenvolvendo tecnologias para auxiliar produtores e técnicos. Nas atividades desenvolvidas ao longo do estágio, foi possível aprender a operar equipamentos com os quais nunca havia trabalhado, bem como obter novos conhecimentos a respeito das culturas da macieira e pereira. A Pós-Colheita é uma importante etapa da cadeia produtiva e, a partir de estudos que viabilizam a determinação do ponto ideal de colheita de cada cultura e o correto armazenamento do que é colhido, pode-se realizar a comercialização e entrega de um produto de melhor qualidade ao consumidor.

Em relação ao estudo discutido neste trabalho, o acompanhamento da evolução do amadurecimento dos frutos através de coletas e avaliações de índices de maturação é de extrema importância para determinar o momento ideal de se realizar a colheita. A viabilização do uso do equipamento portátil DA-Meter para produtores e técnicos é muito interessante, pois utiliza técnica não-destrutiva e evita a perda de frutos, uma vez que estabelecida a calibração de acordo com a cultivar, pode ser realizada em frutos que ainda estão presos à árvore, fornecendo dados em tempo real. É considerada especialmente importante para variedades que possuem coloração de fundo vermelha intensa desde o início do seu desenvolvimento, o que dificulta a identificação do ponto de maturação por parte do produtor. Por sua eficiência em maçãs ainda não ser comprovada cientificamente, apesar dos bons resultados que vêm apresentando nos últimos anos, é necessário que se realize mais estudos que comprovem o seu uso em escala comercial, sem a necessidade de análise dos outros parâmetros ao mesmo tempo. Com a aprovação do uso desse equipamento, espera-se facilitar o trabalho de pequenos e grandes produtores, tornando o processo de colheita mais eficiente e de melhor qualidade. Em função do curto período do estágio, não foi possível acompanhar o restante das coletas e análises que ocorrem até o término da safra, e conseqüentemente, a correlação dos dados obtidos que será realizada pela empresa após o término das atividades de análise no laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology & Technology**, v. 15, 1999. p. 207-223.

AGAPOMI. Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã. **Dados estatísticos: Produção de maçã no Rio Grande do Sul - Safra de 2018/19.** Vacaria. 2019. Disponível em: <<http://agapomi.com.br/wp-content/uploads/2019/07/safra-2019.pdf>>. Acesso em: 18 de abr. 2020.

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

BENTO GONÇALVES, Prefeitura Municipal de. **Conheça a cidade.** Bento Gonçalves, 2020. Disponível em: <<http://www.bentogoncalves.rs.gov.br/a-cidade/conheca-a-cidade>>. Acesso em: 04 de mar. 2020.

BERNARDI J.; DENARDI, F.; HOFFMANN, A. **Cultivares e Porta-enxertos.** In: NACHTIGALL, G. R. (editor técnico). Maçã: Produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 32-46. (Série Frutas do Brasil, 37).

BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMAN, A. Embrapa: Informação Tecnológica. Maçã: Produção. EMBRAPA UVA E VINHO, Bento Gonçalves, 2004.

BETEMPS, D. L.; FACHINELLO, J. C.; GALARÇA, S. P. Espectroscopia do visível e infravermelho próximo (Vis/NIR) na avaliação da qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, 2011. 8p.

BETEMPS, D.L. **Qualidade e maturação de frutas avaliadas por meio de métodos não destrutivos.** 2011. 168 p. Tese (Doutorado em Ciências – Fruticultura de Clima Temperado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2011.

BLEICHER, J. **História da macieira.** In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis, 2002. p. 29-36.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bioma Mata Atlântica.** 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento>. Acesso em: 20 de abr. 2020.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. EPAGRI. **A cultura da macieira.** Florianópolis, 2002. 113-168 p.

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

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima:** Bento Gonçalves. Oedheim, 2019. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul/bento-goncalves-1386/>>. Acesso em: 20 de abr. 2020.

COCETTA, G.; BEGHI, R.; MIGNANI, I.; SPINARDI, A. Non destructive apple ripening stage determination using the delta absorbance meter at harvest and after storage. **HortTechnology**. v. 27, 2017. p.54–64.

COSTA, G.; MISEROCCHI, O.; BREGOLI, A.M. NIRs evaluation of peach and nectarine fruit quality in pre- and post-harvest conditions. **Acta Horticulturae**. v. 592, 2002. p. 593-599.

COSTA, G.; NOFERINI, M.; MONTEFIORI, M.; BRIGATI, S. Non-destructive assessment methods of kiwifruit quality. **Acta Horticulturae**. v. 998, 2003. p. 103-116.

COSTA, G.; NOFERINI, M.; FIORI, G.; ZIOSI, V. Internal fruit quality: how to influence it, how to define it. **Acta Horticulturae**.v. 712, 2006. p. 339–346.

COSTAMAGNA, F.; GIORDANI, L.; COSTA, G.; NOFERINI, M. Use of AD Index to Define Harvest Time and Characterize Ripening Variability at Harvest in ‘Gala’ Apple. **Acta Horticulturae**. v. 998, 2013. p. 117-124.

EMBRAPA. **Histórico da Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/memoria-embrapa/a-embrapa>>. Acesso em: 08 de abr 2020.

EMBRAPA. **Sede da Unidade Uva e Vinho**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/sede-da-embrapa-uva-e-vinho>>. Acesso em: 08 de abr. 2020.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: UFPel, 1996. 311p.

FEE. Perfil socioeconômico de Bento Gonçalves. 2015. Disponível em <<https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Bento+Gon%E7alves>>. Acesso em: 03 de fev. 2020.

FIORAVANÇO, J. C. **Maçã brasileira: da importação à auto-suficiência e exportação - a tecnologia como fator determinante**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 56-67, 2009.

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**. Embrapa Uva e Vinho In: Documentos/Embrapa Uva e Vinho 71, Bento Gonçalves, v. 2, 21 ed, p. 10-60, 2010.

GIRARDI et al. **Frutas do Brasil: maçã pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA., 2004.

GIRARDI, C. L.; BENDER, R. J.; SANHUEZA, R. M. V. **Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs**. Bento Gonçalves/RS. Jun. 2002. (EMBRAPA, Circular Técnica, 31). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/busca-de-publicacoes/-/publicacao/536579/manejo-pos-colheita-e-rastreabilidade-na-producao-integrada-de-macas>>. Acesso em: 19 de abr 2020.

GIRARDI, C. L.; PEGORARO, C.; CRIZEL, G.; STORCH, T. T.; ZANUS, M. C. **Conservação da Qualidade Pós-Colheita de Maçãs**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV. 2015. 16p. (EMBRAPA-CNPUV, Circular Técnica, 114).

IBGE. **Censo demográfico**. 2018. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/bento-goncalves.html>>. Acesso em: 22 de jan. 2020.

IBGE. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro, 1959. Vol. 33, p. 57-63.

IBGE. **Produção agrícola: Rio Grande do Sul**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pesquisa/15/11979>>. Acesso em: 03 de fev. 2020.

IBRAVIN. **Regiões produtoras: Serra Gaúcha**. Disponível em: <<https://www.ibravin.org.br/Regioes-Produtoras>>. Acesso em: 03 de fev. 2020.

IGLESIAS, I. et al. Fruit color development, anthocyanin content, standard quality, volatile compound emissions and consumer acceptability of several ‘Fuji’ apple strains. **Scientia Horticulturae**, v. 137, 2012. p. 138–147.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Rural, 2002. 214 p.

MAGRO, M. **Evolução da maturação de maçãs ‘MAXI GALA’ através de método não destrutivo de análise de frutos**. Lages, 2017. 67p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2017.

NACHTIGALL, G. R.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Efeito da aplicação de boro via foliar na qualidade e na colheita de frutos de macieira**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV. 2014. 8p. (EMBRAPA-CNPUV, Circular Técnica, 164).

NOFERINI, M.; FIORI, G.; COSTA, G. Un nuovo índice di maturazione per stabilire la raccolta Ed orientare il consumatore verso la qualità. **Revista Frutticoltura**, Milano, v. 7, n. 8, p. 30-37, 2009.

NYASORDZI, J.; FRIEDMAN, H.; SCHMILOVITCH, Z.; IGNAT, T.; WEKSLER, A.; ROT, I.; LURIE, S. Utilizing the IAD index to determine internal quality attributes of apples at harvest and after storage. **Postharvest Biol. Technol.**, v.77, 2012. p. 80–86.

OSBORNE, B.G. **Near infrared spectroscopy in food analysis**. BRI Australia Ltd, North Ryde, Australia. Copyright 2000 Wiley, New York, 2000. p. 1–14.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol.** v. 6, 2013. p. 36–60.

PEREIRA, T.P. et al. O clima da Região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e hídricas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.15, n.2, 2009. p.145-157. Disponível em: <<http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/190/161>>. Acesso em: 03 de abr. 2020.

PETRI, J. L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 33, 2011. p. 48-56.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BENTO GONÇALVES. Disponível em: <<http://www.bentogoncalves.rs.gov.br/a-cidade/conheca-a-cidade>>. Acesso em: 22 de jan. 2020.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RSASCAR, 2008. 222p

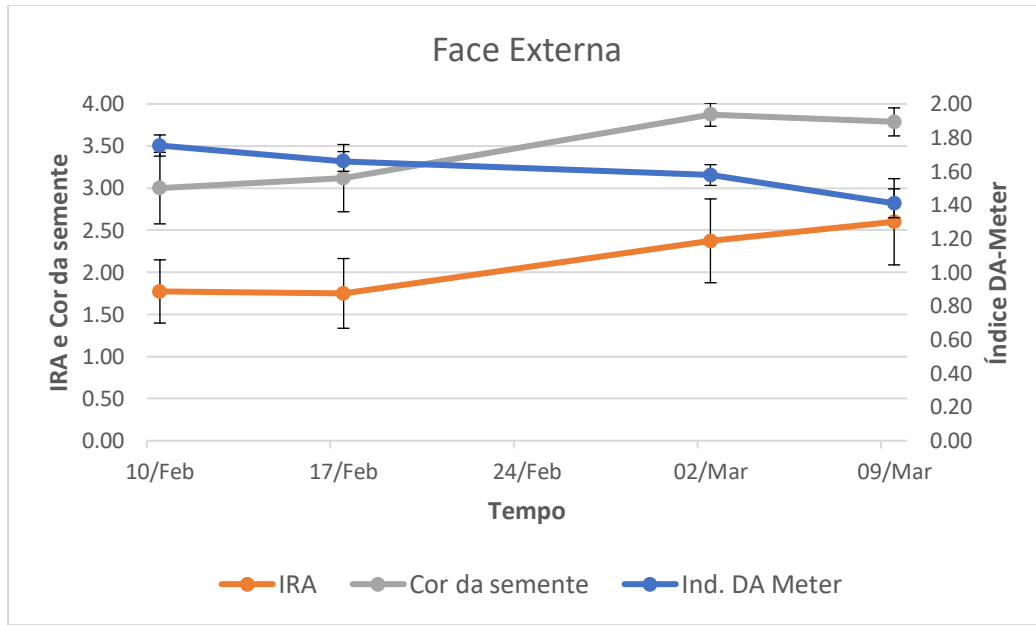
VALLADARES, G. S.; LUZ, N. B.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. **Solos da Unidade Experimental da Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves, RS**. 2005. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106816/1/1776.pdf>>. Acesso em: 07 de abr. 2020.

ZIOSI, V.; NOFERINI, M.; FIORI, G.; TADIELLO, A.; TRAINOTTI, L.; CASADORO, G.; COSTA, G. A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. **Postharvest Biology and Technology**, n. 49, p. 319-329, 2008.

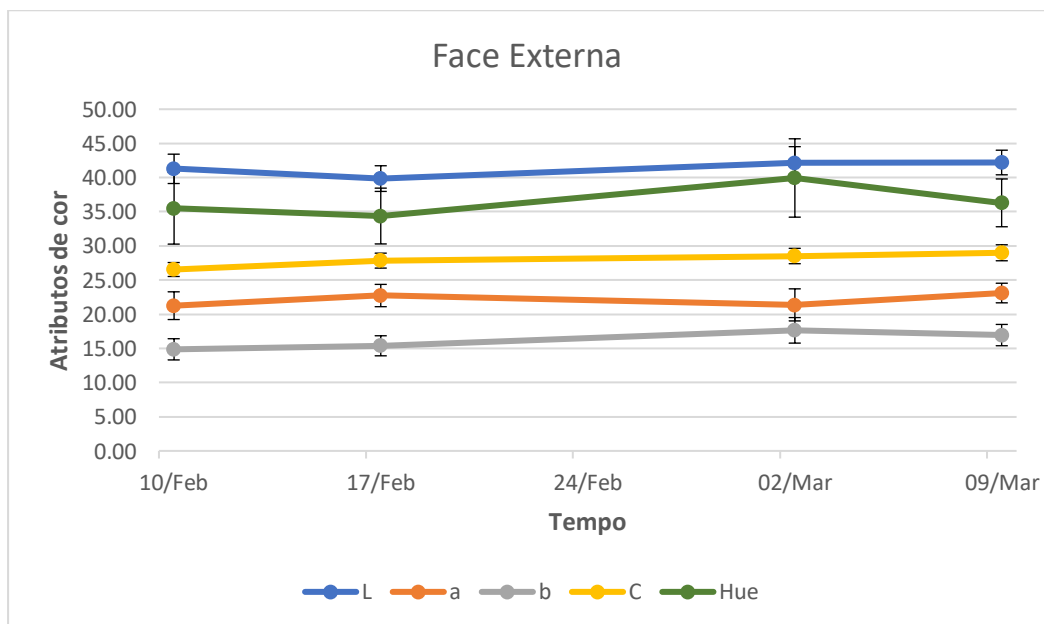
ZUDE, M.; HEROLD, B. Optimum harvest date determination for apples using spectral analysis. **Gartenbauwissenschaft-Munchen**. v.67, 2002. p. 199–204.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Evolução dos parâmetros: índice DA-Meter, índice de regressão do amido (IRA) e cor das sementes ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji (Autora, 2020)



APÊNDICE B - Evolução dos atributos de cor ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji (Autora, 2020).



APÊNDICE C - Evolução dos parâmetros: firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável ao longo do período de coletas da safra 2019/2020 dos frutos de maçã do material colorido da cv. Fuji (Autora, 2020).

