

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS
PARA O AGRONEGÓCIO

DIEGO RODRIGO LONGO

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
PARA MAPEAMENTO DA QUALIDADE DE MAÇÃ

DISSERTAÇÃO

MEDIANEIRA
2017

DIEGO RODRIGO LONGO

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
PARA MAPEAMENTO DA QUALIDADE DE MAÇÃ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio.

Orientadora: Profa. Dr^a Gláucia Cristina Moreira

Co-orientador: Prof. Dr. Cláudio Leones Bazzi

MEDIANEIRA
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L856d

Longo, Diego Rodrigo

Desenvolvimento de sistema de informação geográfica para mapeamento da qualidade de maçã. / Diego Rodrigo Longo – 2017.
91 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Gláucia Cristina Moreira

Coorientador: Cláudio Leones Bazzi

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócios. Medianeira, 2017.

Inclui bibliografias.

1. Mapas. 2. Agricultura de precisão. 3. Computação – Dissertações. I. Moreira, Gláucia Cristina, orient. II. Bazzi, Cláudio Leones, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócios. III. Título.

CDD: 004

Biblioteca Câmpus Medianeira
Marci Lucia Nicodem Fischborn CRB: 9-1219



TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA MAPEAMENTO DA QUALIDADE DE MAÇÃ

Por

DIEGO RODRIGO LONGO

Essa dissertação foi apresentada às treze horas e trinta minutos, do dia dezessete de março de dois mil e dezessete, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, linha de pesquisa Tecnologias Computacionais Aplicadas à Produção Agrícola, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio – PPGTCA, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Gláucia Cristina Moreira (Orientadora – PPGTCA)

Prof. Dr. Paulo Lopes de Menezes (Membro Interno – PPGTCA)

Prof. Dr. Luciano Gebler (Membro Externo – EMBRAPA Uva e Vinho)

A via original com as assinaturas encontra-se na secretaria do programa.

Dedico este trabalho à minha família,
em especial a minha esposa Jéssica,
pelo incentivo e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelas oportunidades que tem me oferecido, pela chance de cursar este mestrado, do qual levo para toda a vida muitas experiências, conhecimentos e amizades.

Agradeço a minha esposa, amiga e amada Jéssica, que contribuiu para este trabalho com seu incentivo, sabendo compreender os muitos momentos em que estive ausente em função deste projeto, que me confortou nas noites mal dormidas e que nunca permitiu que o cansaço e o abatimento me fizessem desistir.

Aos meus pais, Antonio e Claudete, que me foram o exemplo a ser seguido. Sempre contribuíram para o meu crescimento e educação e não mediram esforços para que eu concluísse mais esta etapa da minha vida.

Reverencio aos professores Dra. Gláucia Cristina Moreira e Dr. Cláudio Leones Bazzi pela dedicação e orientação a este trabalho. Agradeço-lhes por todo o carinho e conhecimentos transmitidos e também agradeço a todo corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio.

Agradeço à Embrapa Uva e Vinho, estação de Vacaria – RS, representada neste projeto pelo Dr. Luciano Gebler, pelas informações compartilhadas, sugestões e a oportunidade deste trabalho em parceria.

Estendo meus agradecimentos aos colegas de curso, pelo companheirismo e amizade.

Enfim, a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Cabe ao homem compreender que o solo fértil, onde tudo que se planta dá, pode secar; que o chão que dá frutos e flores pode dar ervas daninhas, que a caça se dispersa e a terra da fartura pode se transformar na terra da penúria e da destruição. O homem precisa entender, que de sua boa convivência com a natureza, depende sua subsistência e que a destruição da natureza é sua própria destruição, pois a sua essência é a natureza; a sua origem e o seu fim.”

Elizabeth Jhin, 2012

RESUMO

LONGO, Diego Rodrigo. Desenvolvimento de sistema de informação geográfica para mapeamento da qualidade de maçã. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O crescimento da necessidade de alimentos, a escassez de água, a maior preocupação com o meio ambiente e a busca pelo aumento da lucratividade são fatores que têm estimulado a adoção da agricultura de precisão. Neste contexto surgem novas tecnologias como os sistemas voltados ao apoio nas tomadas de decisão. Este trabalho apresenta uma ferramenta capaz de mapear os índices de qualidade da maçã georeferenciados e transformá-los em uma variável gráfica para servir de apoio ao gerenciamento do pomar. O sistema foi desenvolvido em linguagem Java, com o uso da especificação *JavaServer Faces* e da biblioteca de componentes gráficos *PrimeFaces*. O banco de dados escolhido para armazenar as informações foi o *PostgreSQL* com a extensão geográfica *PostGIS*. O resultante deste projeto foi nomeado *Apple Show* e tem a capacidade de mapear as áreas analisadas, marcar os pontos classificados e interpolá-los, apresentando-os e classificando-os em forma de mapas.

Palavras-chave: *Malus Domestica* Borkh. Agricultura de Precisão. Mapas.

ABSTRACT

LONGO, Diego Rodrigo. Development of a geographical information system for mapping apple quality. Dissertation (Master in Computer Technologies for Agribusiness) - Paraná Federal Technology University. Medianeira, 2017.

The growing need for food, water scarcity, the biggest concern for the environment and the search for increased profitability are factors that have stimulated the adoption of precision agriculture. In this context appear new technologies as systems geared to support the decision-making. This paper presents a tool to map the apple quality indices georeferenced and turn them into a graphics variable to provide support in the orchard management. The system was developed in Java language, using the JavaServer Faces specification and the PrimeFaces graphics library. The database chosen to store the information was PostgreSQL with the geographical extension PostGIS. The result of this project was named Apple Show and has the ability to map the analyzed areas, mark the classified points and interpolate them, presenting them and classifying them in the form of maps.

Keywords: *Malus Domestica* Borkh. Precision Agriculture. Maps.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução do PIB da agricultura brasileira de 1994 a 2014.	15
Figura 2 – Ciclo da agricultura de precisão.	17
Figura 3 – Balança comercial brasileira de frutas frescas.	20
Figura 4 – Pomar de macieiras.	25
Figura 5 – Mapa da produção mundial de maçã em 2009.	26
Figura 6 – Cadeia produtiva da maçã.	32
Figura 7 – Classificação da maçã.	34
Figura 8 – Planisfério de Rumold Mercator - 1587.	37
Figura 9 – Escala numérica e gráfica.	40
Figura 10 – Latitude.	43
Figura 11 – Longitude.	44
Figura 12 – Relações topológicas.	46
Figura 13 – Estrutura geral dos SIGs.	48
Figura 14 – Área experimental.	55
Figura 15 – Área experimental cadastrada no sistema <i>Apple Show</i>	58
Figura 16 – Exemplo de visualização de amostra no sistema <i>Apple Show</i>	60
Figura 17 – Mapas gerados no sistema <i>Apple Show</i>	64
Figura 18 – Mapas de firmeza da polpa e sólidos solúveis dos frutos.	66
Figura 19 – Mapa de pontuação (firmeza da polpa e sólidos solúveis).	67
Figura 20 – Mapas de índice de cor e calibre da maçã.	69
Figura 21 – Mapa de pontuação (índice de cor vermelha e calibre).	70
Figura 22 – Mapas dos índices de firmeza de polpa dos frutos em 2013 e 2016.	72
Figura 23 – Mapa KML gerado no <i>Apple Show</i> e visualizado no Google Earth.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção (t) da fruticultura brasileira nas safras 2013, 2014 e 2015.	22
Tabela 2: Área colhida (ha) das principais frutas brasileiras entre 2013 e 2015.	23
Tabela 3: Produtividade da fruticultura brasileira em 2013, 2014 e 2015.	23
Tabela 4: Balanço mundial da maçã em 2013.....	27
Tabela 5: Produção (t) brasileira de maçã.....	28
Tabela 6: Principais municípios produtores de maçã em 2014.....	29
Tabela 7: Limites mínimos de cor em maçãs permitidos por categoria.	33
Tabela 8: Limites de defeitos em maçãs permitidos por categoria.	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1	A EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA	14
3.1.1	A agricultura brasileira	14
3.1.2	Agricultura de precisão	16
3.1.3	Impacto da atividade agrícola no meio ambiente	18
3.2	FRUTICULTURA	19
3.2.1	O consumo de frutas	21
3.2.2	Produtividade da fruticultura brasileira	21
3.3	A MACIEIRA	24
3.3.1	Produção	25
3.3.1.1	Cadeia produtiva	30
3.3.2	Classificação	32
3.4	MAPEAMENTO	34
3.4.1	Cartografia	35
3.4.2	Mapas	36
3.4.2.1	Escalas	38
3.4.2.2	Projeções	40
3.4.2.3	Simbolização	41
3.4.2.4	Sistema de coordenadas geográficas	42
3.4.3	Sistemas de informações geográficas	45
3.5	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE	48
3.5.1	Linguagem de programação	48
3.5.2	Geração de Interfaces Gráficas	50
3.5.3	Banco de dados	51
3.5.4	Servidor WEB	53
4	MATERIAL E MÉTODOS	54
4.1	ÁREA EXPERIMENTAL	54
4.2	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE	55
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
5.1	CADASTROS INICIAIS NO SISTEMA	57
5.2	GERAÇÃO DE MAPAS	60
5.2.1	Geração de mapas de qualidade - pontuação	65
5.2.2	Comparação de amostras de safras diferentes	70
5.3	GERAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE KML	73
6	CONCLUSÕES	75
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICES	86
	APÊNDICE A – Coordenadas Geográficas do Contorno da Área Experimental	86
	APÊNDICE B – Firmeza da Polpa dos Frutos (safra 2013)	87
	APÊNDICE C – Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) dos Frutos (safra 2013)	88
	APÊNDICE D – Cor Vermelha da Epiderme dos Frutos (safra 2013)	89
	APÊNDICE E – Calibre dos Frutos (safra 2013)	90
	APÊNDICE F – Firmeza da Polpa dos Frutos (safra 2016)	91

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola é de grande importância para a humanidade, além de produzir alimentos, contribui com a geração e distribuição de renda e com o crescimento econômico.

Atualmente a agricultura é predominantemente comercial e como toda atividade voltada para o comércio ela precisa se apresentar lucrativa. Além da busca constante pelo aumento da lucratividade, o setor agrícola enfrenta outros desafios, como a adequação às legislações e normas, concorrência, respeito ao meio ambiente, problemas climáticos, presença de pragas, desenvolvimentos de doenças, entre outros.

Considerando todos os desafios da produção agrícola, são evidentes as dificuldades que o gestor de uma propriedade rural enfrenta para manter a lucratividade na sua atividade.

No intuito de colaborar ao enfrentamento de alguns dos desafios encontrados no gerenciamento de uma atividade agrícola, este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma aplicação que transforme dados qualitativos dos frutos analisados nos pomares de maçãs em uma variável visual, na qual se possa observar a variabilidade, o sentido da ocorrência e a localização de determinadas características, como por exemplo, o calibre, o teor de sólidos solúveis, índices de cor e a firmeza da polpa.

Os mapas gerados irão apresentar informações de maneira a simplificar a interpretação, gerando subsídios para a tomada de decisão, tanto para manejo do pomar quanto para utilização do fruto colhido.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho objetivou o desenvolvimento de uma aplicação capaz de receber e armazenar dados referentes aos índices de qualidade do fruto da macieira, relacionando essas informações a uma área previamente cadastrada, interpolando e transformando os resultados em mapas, de maneira a simplificar a interpretação das análises de frutos realizados a campo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desenvolver uma aplicação que receba e interprete informações relativas aos atributos e a localização dos frutos;
2. Ilustrar em mapas os dados referentes às características físicas das maçãs analisadas;
3. Apresentar mapas que representem índices gerais de qualidade do pomar de maçã calculados através das combinações dos valores individuais de cada característica analisada.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA

Historicamente, a agricultura tem exercido um papel fundamental nas relações internacionais, principalmente a partir da Segunda Guerra Mundial, devido à aceleração da industrialização na agricultura (MENDONÇA, 2015).

Segundo Gobbi (2004), a estrutura e o processo de produção agrícola foram modificados, principalmente pela consolidação do parque industrial e pela modernização sem alteração da estrutura fundiária do país, com a ampliação do crédito rural subsidiado, além de outros incentivos à produção e melhora nos preços internacionais.

Salim (1986) afirma que a política de crédito rural desempenhou um papel importante na modernização da agricultura, reduzindo os custos dos fatores de produção e favorecendo a adoção de patamares mais elevados de progresso técnico, enquanto Gobbi (2004) destaca que o crédito agrícola foi o principal instrumento para a promoção da industrialização do campo.

3.1.1 A agricultura brasileira

Para o Brasil, a agricultura é de fundamental importância para a geração de riquezas e sustentação da economia, pois gera empregos, equilibrando as contas e a balança comercial, contribuindo, assim, para a substituição da importação, fornecendo alimentos com preços baixos e de qualidade ao consumidor brasileiro (CLAUDINO; TALAMINI, 2013).

De acordo com o Portal Planalto (2015), aproximadamente 1,1 trilhão de reais das riquezas produzidas no Brasil em 2014 vieram da agricultura e pecuária, representando 23% do total do Produto Interno Bruto (PIB). Na Figura 1 é apresentada a evolução do PIB da agricultura brasileira no período de 1994 a 2014.

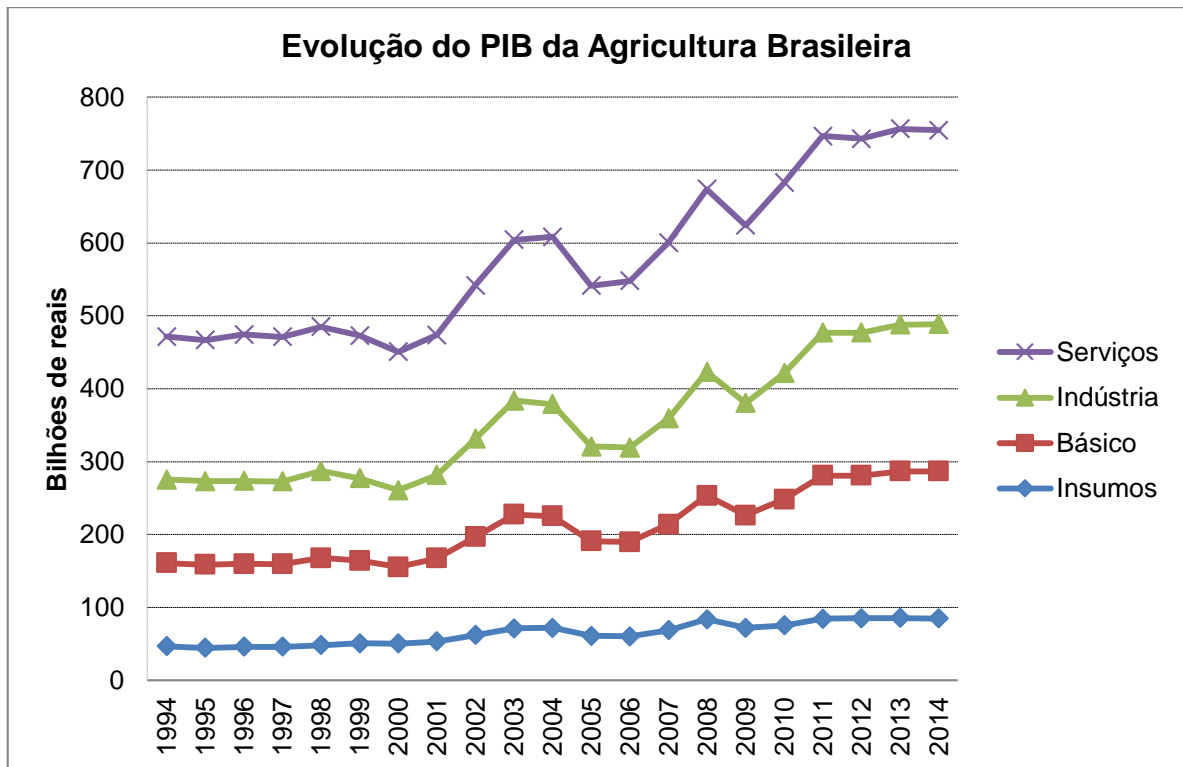


Figura 1 – Evolução do PIB da agricultura brasileira de 1994 a 2014.

Fonte: Adaptado de Barros et al. (2015)

O avanço dos conhecimentos tecnológicos tem sido considerado fundamental para o desenvolvimento da agricultura. O progresso tecnológico não está somente na invenção de novas máquinas ou equipamentos, mas também na evolução dos processos de produção. A produtividade é a medida, geralmente, empregada na mensuração do progresso e da eficiência na produção (GONZALES; COSTA, 1998).

3.1.2 Agricultura de precisão

Com a globalização da economia, o setor agrícola passou a enfrentar uma crescente competitividade pelo valor dos seus produtos e a necessidade de apresentar níveis de qualidade internacionais (SILVA et al., 2008). Neste contexto, define-se competitividade internacional como a capacidade de um país para se sustentar e expandir a sua participação nos mercados mundiais (FAJNZYLBBER, 1988).

No intuito de ser competitivo é que se busca o atendimento das exigências do consumidor, produzindo alimentos de boa qualidade. Conforme Guedes, Sena e Toledo (2012), programas de qualidade na cadeia de produção têm sido adotados em diversos ramos produtivos, incluindo o de frutas, com forte aceitação internacional.

A implantação da agricultura de precisão (AP) pode contribuir para aperfeiçoar a produção agrícola e reduzir o risco de contaminação ambiental. Em geral, a expectativa é o aumento da produtividade e uniformização das áreas agrícolas (RAGAGNIN; JÚNIOR; NETO, 2010).

De acordo com Tschiedel e Ferreira (2002), a não adoção da AP acarreta no tratamento de grandes áreas como homogêneas, considerando a necessidade média como referência na utilização dos insumos agrícolas (fertilizantes, defensivos, água, entre outros) desconsiderando, desta forma, as características específicas de cada região do campo.

Conforme apresenta a Figura 2 elaborada por Bazzi, Souza e Betzek (2015), o ciclo da agricultura de precisão envolve seis processos, iniciando pela amostragem do solo e análise dos dados. Na sequência, geram-se e interpretam-se os mapas com os resultados dos processos anteriores, servindo de subsídio para correção da variabilidade física e química do solo e, por fim, acompanha-se a lavoura e desenvolvem-se mapas dos resultados da colheita.

A agricultura de precisão fornece técnicas e tecnologias para coleta de informações durante o acompanhamento da lavoura e no momento da colheita, para então gerar mapas para servirem de apoio para interpretação dos resultados obtidos.

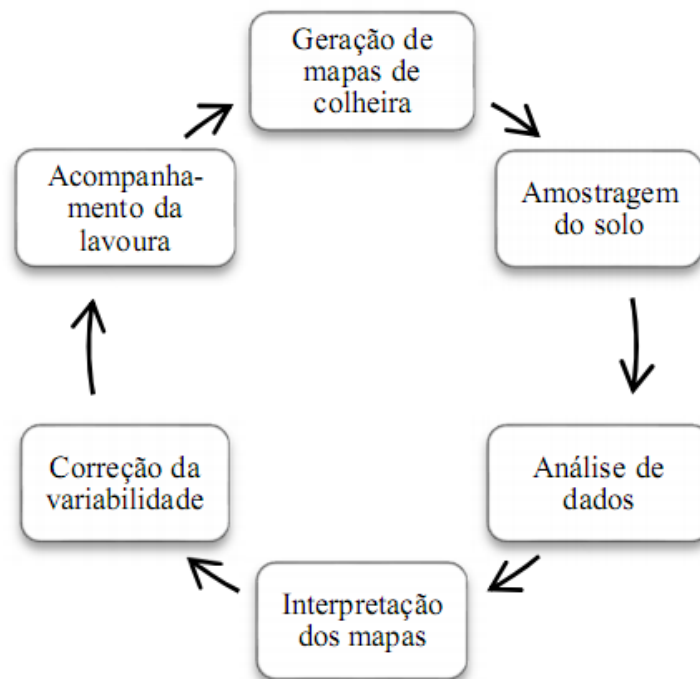


Figura 2 – Ciclo da agricultura de precisão.

Fonte: Bazzi; Souza e Betzek (2015)

Para Costa et al. (2014), a agricultura de precisão tem como objetivo a determinação precisa dos cuidados com a cultura e solo, levando em consideração os mapeamentos do zoneamento para o manejo do solo.

Canzian et al. (1997) descrevem que se a variabilidade do campo puder ser medida e registrada, estas informações poderão ser utilizadas para otimizar as aplicações em cada ponto, sendo este o novo conceito de agricultura de precisão.

De acordo com Aggelopoulou et al. (2013), a AP nos pomares de maçãs pode melhorar o solo, aumentar a qualidade dos frutos de acordo com as expectativas de mercado e reduzir a poluição ambiental causada pelo uso excessivo de agroquímicos.

Oliveira et al. (2008) afirmam que a aplicação de fertilizantes e corretivos a taxas variáveis apresenta uma grande alternativa para potencializar o processo produtivo e minimizar o impacto da atividade agrícola no meio ambiente.

Apesar de toda a tecnologia e estudos ligados a AP, ela ainda não é capaz de solucionar todas as variáveis de um ambiente produtivo não controlado, conforme Sampaio, Sampaio e Barros (2012) o ambiente no qual a produção está inserida é dinâmico e estocástico e a produção obtida nem sempre corresponde ao planejado.

Basso et al. (2014) descrevem a AP como:

A agricultura de precisão (AP) baseia-se na aplicação de procedimentos e equipamentos que descrevem a variabilidade no espaço e no tempo, de fatores bióticos (pragas e doenças), do solo, da planta e do clima, que influenciam um sistema de produção agrícola. A razão da adoção da AP, cuja abrangência de aplicação vai do plantio até a pós-colheita, consiste no auxílio da tomada de decisão pelo produtor quanto à utilização de práticas de manejo que levem em consideração as diferenças existentes quanto à quantidade, intensidade, presença ou ausência de um ou mais fatores do sistema de produção agrícola. De maneira simplificada, a AP é uma estratégia holística e ambientalmente amigável, na qual os agricultores podem variar as entradas de insumos e os métodos de cultivo, baseados na variabilidade do solo e das condições da cultura ao longo do tempo. O objetivo da adoção da AP é melhorar, em termos quantitativos e qualitativos, a produção agrícola como também minimizar a degradação do meio ambiente.

3.1.3 Impacto da atividade agrícola no meio ambiente

De Deus e Bakonyi (2012) descrevem que o desenvolvimento humano tem mudado o ambiente natural no qual todos se inserem, sendo que essas mudanças são principalmente sobre a fauna e flora.

Buzelli e Cunha-Santino (2013) afirmam que “à medida que a degradação ambiental se intensifica traz como consequências a diminuição da disponibilidade de água e o comprometimento da qualidade dos corpos hídricos”.

A tecnologia busca alternativas e mecanismos para auxiliar o desenvolvimento agrário sem prejudicar o meio ambiente, De Deus e Bakonyi (2012) citam também a agropecuária como grande responsável pela degradação intensa das águas e como potencializadora do processo natural de erosão e assoreamento do solo.

Spillere e Beaumord (2006) expõem uma mudança comportamental da sociedade mundial, na qual as empresas passaram a buscar uma melhoria contínua em seus produtos, no que se refere à qualidade, ao desenvolvimento sustentável e a redução de impactos negativos, para assim terem uma imagem positiva, junto aos consumidores de seus produtos.

Os ganhos a nível produtivo e ambiental são amplamente reconhecidos, mas a viabilidade econômica é o ponto mais discutido. Segundo Silva, Morreto e

Rodrigues (2012) o produtor rural faz uma análise econômica antes da adesão da agricultura de precisão, avaliando se o aumento da produtividade combinada com a redução da utilização de insumos compensam os valores da sua implantação.

Nascimento et al. (2014) afirmam que as pesquisas relacionadas com sistemas de produção agropecuária sustentáveis resultaram no crescimento de formas de utilização e manejo do solo com menor impacto ao meio ambiente. Pois é de conhecimento que os fatores que prejudicam o meio ambiente também prejudicam o próprio homem (DE DEUS; BAKONYI, 2012).

Historicamente, a agricultura se expandiu à custa do meio ambiente. Contudo, com a valorização da sustentabilidade, de maneira abrangente e internacionalizada, a agricultura é convidada a crescer em harmonia com a preservação e recuperação do meio ambiente, cumprindo um novo papel e redimindo-se da contribuição que deu à destruição (BUAINAIN, 2016).

Cada vez mais a produção agropecuária deverá respeitar atributos de qualidade, respeito ambiental e responsabilidade social. Não se trata apenas de um dever, no sentido moral, valor pouco respeitado nos mercados, mas de um dever no sentido de condição para participar dos mercados. Assim, cada vez mais os produtos agroalimentares devem assegurar a comprovação e a confiança do mercado por meio de sistemas estruturados e formalizados, que propiciem os procedimentos de avaliação da conformidade, de identificação da origem e a rastreabilidade de processos produtivos adotados (BUAINAIN, 2016).

3.2 FRUTICULTURA

A fruticultura é um dos mais importantes segmentos do agronegócio brasileiro. A alta rentabilidade e expressiva utilização de mão-de-obra contribuem para o desenvolvimento econômico e social do país e é uma alternativa para o avanço das exportações brasileiras.

Favorecido por condições edafoclimáticas diversas, que permitem o cultivo de um número variado de espécies e seu amplo território (VITTI, 2009), o Brasil está apto a crescer ainda mais no cenário produtivo da fruticultura.

Na Figura 3 são apresentados os valores das exportações e importações brasileiras de frutas frescas no período de 1998 a 2012, no qual verifica-se que a partir de 1999 o Brasil tornou-se superavitário, alcançando em 2008 o maior volume

de exportações, gerando um saldo positivo na balança comercial de frutas frescas de 481 milhões de dólares naquele ano.

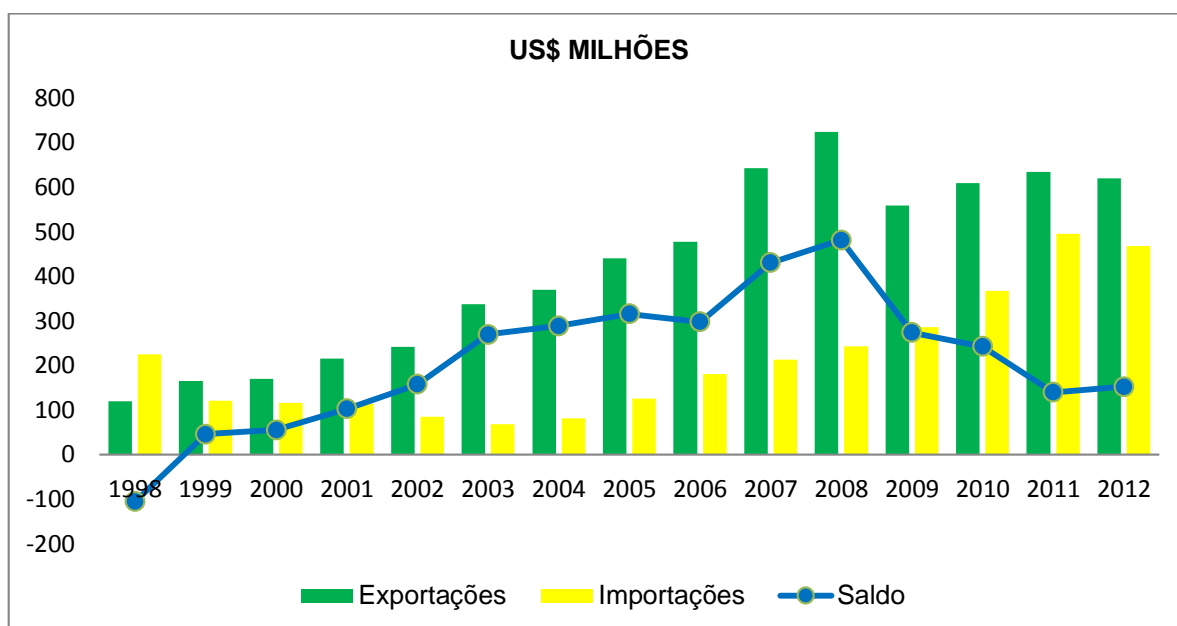


Figura 3 – Balança comercial brasileira de frutas frescas.

Fonte: Adaptado de IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas (2013)

Mesmo estando superavitário na balança comercial de frutas frescas e ser o terceiro maior produtor mundial de frutas, Junior, Sidonio e Moraes (2010) afirmam que o Brasil, em sua participação no comércio internacional de produtos frescos, está muito aquém do seu potencial. Como causa apontam-se gargalos em cada um dos elos de sua cadeia produtiva, da produção à comercialização.

De acordo com Rodrigues (2015), Andrade (2012) e corroborando Junior, Sidonio e Moraes (2010), o Brasil é o terceiro colocado na produção de frutas em nível mundial, ficando atrás somente da China e da Índia.

Segundo Andrade (2012), em relação às principais frutas produzidas em 2010, destacam-se a banana, a melancia, a maçã, a laranja e a uva que, juntas, responderam por 60,8 % do volume total da fruticultura mundial, que foi de 728,4 milhões de toneladas naquele ano.

Buainain e Batalha (2007) afirmam que a fruticultura é um grande gerador de renda, emprego e desenvolvimento, com capacidade para dinamizar economias e apresenta grande importância no âmbito econômico-social.

3.2.1 O consumo de frutas

O consumo de frutas tem aumentado por diversos fatores, como, por exemplo, o crescimento da renda da população e a maior procura por produtos naturais, que fazem bem à saúde.

Vanz (2016) considera que “o mercado internacional de frutas frescas se encontra em período favorável devido ao crescimento do consumo, capitaneado principalmente pelas nações desenvolvidas”.

O Guia Alimentar para a População Brasileira, lançado pelo Ministério da Saúde (2014), recomenda para uma boa base alimentar a ingestão frequente de alimentos frescos, como frutas e hortaliças *in natura*.

Reetz et al. (2015) apresentam a informação de que no último levantamento do IBGE sobre aquisição domiciliar de frutas, no Brasil consome-se 33 quilos por habitante ao ano, quando o recomendado seria ingerir próximo de 100 quilos/habitante/ano.

Segundo Junior, Sidonio e Morais (2010) a estratégia publicitária mais utilizada para aumentar as vendas de frutas enfatiza a sua saudabilidade, salientando essa característica e incentivando esse simbolismo que existe em torno deste alimento.

3.2.2 Produtividade da fruticultura brasileira

De acordo com Reetz et al. (2015), apesar de todas as dificuldades amplamente conhecidas, como a infraestrutura deficiente, a falta de acesso a crédito e o baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento, o Brasil consegue se

adequar constantemente à melhoria da qualidade e ao respeito às condições ambientais.

A produção de seis das principais frutas colhidas no Brasil nos anos de 2013, 2014 e 2015 pode ser visualizada na Tabela 2, na qual se verifica que a laranja é a fruta com o maior volume colhido, mesmo apresentando diminuição do volume da safra 2014 em relação à de 2013 e da safra 2015 comparada a de 2014, mas ainda continua muito à frente das demais, com volume superior ao dobro da segunda colocada, a banana.

A uva e a maçã ocupam a quinta e sexta posições, respectivamente, em volume produzido e não apresentaram alterações significativas entre as safras de 2013 a 2015, de acordo com os dados da Tabela 1.

Tabela 1: Produção (t) da fruticultura brasileira nas safras 2013, 2014 e 2015.

Produto	Produção Obtida (t)		
	Safra 2013	Safra 2014	Safra 2015
Abacaxi	1.655.877	1.762.938	1.767.267
Banana	6.892.622	6.946.567	7.012.901
Coco-da-baía	1.926.857	1.946.073	1.790.736
Laranja	17.549.536	16.927.637	16.273.634
Maçã	1.231.472	1.378.617	1.271.941
Uva	1.439.535	1.453.889	1.507.419

Fonte: IBGE (2016)

Nota: Produção em mil frutos para abacaxi e coco-da-baía.

Na Tabela 2 constam os valores de área colhida e as variações entre as últimas três safras, na qual observa-se que banana, coco-da-baía, maçã e uva apresentaram queda na área colhida em comparação da safra 2015 com a 2014.

Tabela 2: Área colhida (ha) das principais frutas brasileiras entre 2013 e 2015.

Área Colhida (ha)			
Produto	Safra 2013	Safra 2014	Safra 2015
Abacaxi	63.204	66.544	67.027
Banana	485.075	478.060	481.439
Coco-da-baía	257.462	250.554	228.913
Laranja	702.200	680.268	693.160
Maçã	38.284	37.041	36.128
Uva	79.783	78.753	78.211

Fonte: IBGE (2016)

Além da diminuição da área colhida de algumas frutas exibida na Tabela 3, outro dado preocupante é a informação apresentada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) que consta na Tabela 3 em que a produtividade das principais frutas produzidas em território brasileiro não está aumentando de maneira significativa.

Tabela 3: Produtividade da fruticultura brasileira em 2013, 2014 e 2015.

Produtividade das Frutas no Brasil			
Produto	Safra 2013	Safra 2014	Safra 2015
Abacaxi (un ha ⁻¹)	26.199	26.493	26.366
Banana (kg ha ⁻¹)	14.209	14.531	14.567
Coco-da-baía (un ha ⁻¹)	7.484	7.767	7.823
Laranja (kg ha ⁻¹)	24.992	24.884	23.447
Maçã (kg ha ⁻¹)	32.167	37.219	35.207
Uva (kg ha ⁻¹)	18.111	18.461	19.274

Fonte: IBGE (2016)

Das seis principais frutas produzidas no Brasil, apresentadas na Tabela 3, a maçã foi a que apresentou a maior variação de produtividade, sendo ela positiva, quando comparadas as safras de 2014 com 2013 e negativa na comparação de 2015 com 2014.

3.3 A MACIEIRA

Kist et al. (2015) descrevem: “No paraíso havia macieira, rezam as Sagradas Escrituras. Nada mais compreensível. Que sentido haveria em se tratar do paraíso se lá não houvesse uma maçã?”

“A macieira pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Maloidae* (*Pomoidae*) e gênero *Malus*. Apesar de serem citados vários nomes para a espécie, a denominação *Malus domestica* é a primeira denominação válida publicada para a macieira cultivada” (PETRI; LEITE 2008).

Presume-se que o desenvolvimento desta espécie tenha iniciado há 20.000 anos na região do Cáucaso, uma cadeia de montanhas da Ásia e no leste da China. No Brasil, o início do cultivo desta cultura ocorreu, provavelmente, no município de Valinhos, em São Paulo, no ano de 1926 (PETRI; LEITE, 2008).

A macieira é uma planta perene de folhas caducas que entra em estado de paralisação aparente, no inverno, chamado de dormência. Para sair da dormência e iniciar a brotação na primavera, as plantas precisam, no inverno, de certa quantidade de horas de frio abaixo de 7,2 ° C (PETRI; LEITE, 2008).

De acordo com Petri, Couto e Leite (2011) a dormência da macieira é um período em que ela não demonstra sinais de atividades metabólicas. Este estado permite que ela se prepare para suportar as condições ambientais adversas ao seu crescimento, como temperaturas abaixo de 0 ° C.

Na Figura 4 é apresentado um pomar de macieiras com frutos prontos para a colheita, o que costuma acontecer de acordo com Girardi, Nachtigall e Parussolo (2004) entre janeiro e abril, variando de acordo com a cultivar.



Figura 4 – Pomar de macieiras.

Fonte: <http://www.tumbnation.com/tumblr-tag/macieira> (2016)

3.3.1 Produção

De acordo com Carvalho (2011), a produção de maçãs é uma atividade desenvolvida principalmente em regiões de clima temperado, pois a macieira necessita de um período de repouso invernal, com suficientes horas de frio, para a quebra de dormência, para uma boa floração e abundante produção.

Na Figura 5 estão expostos os países produtores de maçã, na qual se observa que a produção está concentrada na América do Sul e Norte e nos continentes europeu e asiático.

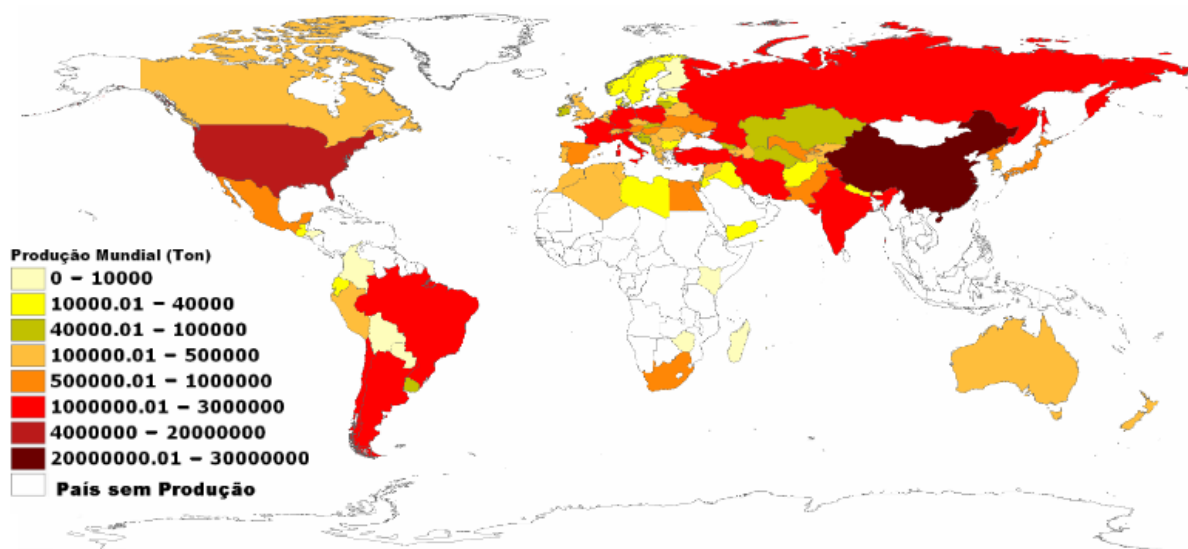


Figura 5 – Mapa da produção mundial de maçã em 2009.

Fonte: Carvalho (2011)

Carvalho (2011) ressalta que a concentração da produção mundial de maçã é muito elevada, sendo que apenas 20 países respondem por 85% da produção anual desta fruta.

Conforme exposto na Tabela 4, a produção mundial de maçãs é crescente, e, neste contexto, a China apresenta-se como o maior produtor na safra 2012/2013, com mais da metade do total produzido, sendo ela também a maior consumidora desta fruta.

Tabela 4: Balanço mundial da maçã em 2013.

MAÇÃ: BALANÇO MUNDIAL (em mil toneladas)						
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Produção	53.081	60.550	62.342	62.318	66.500	67.852
China	24.800	29.800	31.681	33.263	35.985	38.000
EU-27	10.295	12.655	12.021	10.886	12.069	11.297
Estados Unidos	4.103	4.327	4.288	4.174	4.224	4.200
Outros	13.883	13.768	14.353	13.996	14.221	14.355
Consumo (frutas frescas)	38.568	47.137	48.950	49.523	54.221	55.151
China	16.058	23.875	24.941	26.520	30.647	32.240
EU-27	7.997	8.296	8.074	7.456	7.687	7.112
Turquia	2.346	2.479	2.560	2.328	2.517	2.716
Outros	12.168	12.488	13.377	13.220	13.370	13.083
Para processamento	14.238	13.146	12.999	12.468	11.751	12.047
China	7.760	4.800	5.600	5.760	4.400	4.760
EU-27	2.430	3.937	3.327	2.973	3.396	3.435
Estados Unidos	1.346	1.481	1.424	1.318	1.377	1.300
Outros	2.701	2.927	2.650	2.418	2.578	2.553
Importações	4.317	4.908	4.950	4.816	4.890	5.114
Rússia	940	1.147	1.120	1.112	1.201	1.180
EU-27	883	780	596	632	526	700
México	197	223	215	214	191	225
Outros	2.298	2.758	3.018	2.858	2.973	3.009
Exportações	4.565	5.140	5.314	5.113	5.378	5.707
EU-27	750	1.203	1.217	1.089	1.513	1.450
China	1.022	1.173	1.201	1.057	1.012	1.065
Estados Unidos	673	802	769	826	841	875
Chile	776	679	843	800	760	800
África do Sul	359	339	306	335	380	400
Argentina	236	207	179	233	129	310
Outros	751	737	799	773	744	807

Fonte: Secretaria de Política Agrícola (2013)

Conforme apresenta a Tabela 4, para a safra 2012/2013, a União Europeia, China, Estados Unidos e Chile foram os principais exportadores mundiais de maçã, seguidos de África do Sul e Argentina.

Na Tabela 5 está discriminada a distribuição anual da produção de maçãs no Brasil de acordo com o Estado produtor.

Tabela 5: Produção (t) brasileira de maçã.

Safr	Estado				Brasil
	SC	RS	PR	Outros	
1973/74	1.528	-	-	-	1.528
1974/75	5.000	-	-	-	5.000
1975/76	8.400	-	-	-	8.400
1976/77	11.848	-	-	-	11.848
1977/78	10.369	3.349	500	-	14.218
1978/79	21.042	5.600	700	11.240	38.582
1979/80	27.806	9.000	2.356	9.553	48.715
1980/81	37.202	13.500	4.000	12.547	67.249
1981/82	73.600	25.000	7.910	18.300	124.810
1982/83	53.742	21.000	8.000	14.300	97.042
1983/84	104.852	34.000	13.980	8.200	161.032
1984/85	133.920	46.000	17.300	8.200	205.420
1985/86	152.087	65.000	15.727	9.547	242.361
1986/87	104.202	45.000	23.000	6.000	178.202
1987/88	203.131	88.000	30.000	21.200	342.331
1988/89	230.333	102.000	21.497	11.000	364.830
1989/90	225.558	93.750	23.720	8.000	351.028
1990/91	217.218	85.276	23.257	5.000	330.751
1991/92	240.000	130.000	23.000	10.000	403.000
1992/93	300.000	177.087	26.300	10.000	513.387
1993/94	240.000	188.891	22.909	5.000	456.800
1994/95	267.000	198.400	30.000	-	495.400
1995/96	277.000	235.000	20.000	12.000	544.000
1996/97	358.598	270.954	27.550	12.000	669.102
1997/98	359.972	317.069	22.581	9.280	708.902
1998/99	384.758	304.545	26.780	10.000	726.083
1999/00	500.142	427.036	36.000	4.885	968.063
2000/01	378.748	304.447	23.800	2.820	709.815
2001/02	474.516	346.314	33.800	2.710	857.340
2002/03	374.302	301.130	25.583	2.370	703.385
2003/04	532.203	409.695	46.188	1.875	989.961
2004/05	412.428	307.222	39.381	2.050	761.081
2005/06	412.428	307.222	39.381	2.050	761.081
2006/07	531.825	406.017	55.383	2.052	995.277
2007/08	533.598	393.674	54.766	1.962	984.000
2008/09	544.724	438.452	67.982	1.842	1.053.000
2009/10	678.052	476.035	71.065	1.848	1.227.000
2010/11	652.125	545.250	52.625	-	1.250.000
2011/12	616.654	516.526	48.973	1.847	1.184.000
2012/13	547.453	468.005	47.542	-	1.063.000
2013/14	625.000	502.591	37.804	-	1.165.395
2014/15	611.783	492.053	40.978	-	1.144.814

Fonte: BUAINAIN (2016)

Segundo Kist et al. (2016), a produção de maçã no Brasil se destaca nas regiões de maior altitude (acima de mil metros) no Sul do País. Típica de clima temperado e contando com adaptações tecnológicas, a macieira encontrou nessas regiões as condições adequadas para o seu desenvolvimento.

Bittencourt et al. (2011) afirmam que a produção brasileira de maçãs se expandiu de maneira significativa nas últimas duas décadas, pela tradição de mais de 30 anos de cultivo comercial desta fruta, produção de variedades modernas, regiões com condições climáticas favoráveis e a grande preocupação com produtividade e infraestrutura, transformando o Brasil em um grande produtor mundial, ocupando em 2014, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (2017), a décima primeira posição em quantidade produzida.

Na Tabela 6 estão listados os 20 principais municípios brasileiros produtores de maçã, confirmando a afirmação de Nachtigall (2011) em que a produção de maçãs no Brasil está concentrada na região sul.

Tabela 6: Principais municípios produtores de maçã em 2014.

Municípios	Área Colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (kg ha⁻¹)
São Joaquim - SC	8.325	299.700	36.000
Vacaria - RS	7.092	226.944	32.000
Caxias do Sul - RS	2.500	165.000	66.000
Bom Jesus - RS	2.800	98.000	35.000
Muitos Capões - RS	1.650	90.750	55.000
Fraiburgo - SC	2.172	86.880	40.000
Bom Jardim da Serra - SC	1.200	42.000	35.000
Monte Carlo - SC	805	31.000	38.509
Urupema - SC	466	23.000	49.356
Bom Retiro - SC	750	22.500	30.000
Urubici - SC	700	21.000	30.000
Lebon Régis - SC	520	20.800	40.000
Monte Alegre dos Campos - RS	506	20.240	40.000
São Francisco de Paula - RS	550	19.250	35.000
São José dos Ausentes - RS	500	17.500	35.000
Ipê - RS	540	17.370	32.167
Água Doce - SC	600	16.800	28.000
Painel - SC	390	14.820	38.000
Palmas - PR	402	14.215	35.361
Lapa - PR	340	12.920	38.000

Fonte: IBGE (2016)

O cultivo de maçãs apresenta grande relevância no quesito geração de empregos, gerando três empregos diretos e indiretos por hectare, empregando mais de 100 mil trabalhadores na sua cadeia produtiva (PETRI; COUTO; LEITE, 2011).

Medidas de incentivo governamental ao cultivo, centros de pesquisa e extensão rural permitiram ao país passar de importador para exportador da fruta em poucos anos (FACHINELLO et al., 2011), podendo considerar o Brasil como autossuficiente na produção de maçãs (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2013).

Apesar de a maçã estar entre as três frutas mais consumidas no mundo (JÚNIOR; SIDONIO; MORAES, 2010), “a aplicação da agricultura de precisão em pomares de maçã no Brasil ainda é incipiente” (GEBLER et al., 2015).

Kuse et al. (2012) afirmam que ainda faltam informações para definições precisas de quais parâmetros físico-químicos são significativos para representação das oscilações de produtividade relacionadas à variabilidade dos aspectos de solo.

3.3.1.1 Cadeia produtiva

Os sistemas de produção comerciais têm como foco a obtenção de lucros. Para tal, busca-se o aumento da produtividade e adequação às exigências dos consumidores. Na busca pelo atendimento destes objetivos, Bittencourt et al. (2011) citam que a produção de maçãs passou por um processo de reestruturação nas últimas décadas, alcançando maior densidade de plantio, por meio de pesquisas para desenvolvimento de porta-enxertos que produzissem plantas menores e com maior resistência a doenças.

Além do fator da produtividade, também é de fundamental importância na produção de maçãs, a qualidade do fruto, pois uma aparência adequada impacta positivamente nos resultados das vendas, considerando isso que Giraridi (2004) afirma que os cuidados referentes ao transporte e ao armazenamento são muito importantes para a manutenção da qualidade do fruto.

De acordo com Girardi, Sanhueza e Bender (2002), é importante não deixar as frutas colhidas expostas ao Sol, transportando-as imediatamente para a empacotadora ou *packing house*, evitando danos físicos durante o transporte.

Anese et al. (2010) afirmam que a diminuição da temperatura exerce função importante no retardo do amadurecimento da maçã, reduzindo a respiração e o metabolismo em geral, aumentando o período de armazenamento. Outra técnica utilizada para retardo do amadurecimento é a combinação do armazenamento refrigerado com o uso da atmosfera controlada, nas quais são alteradas no ambiente as quantidades existentes de oxigênio e dióxido de carbono.

A cadeia produtiva de maçã no Brasil, segundo Bittencourt et al. (2011), está concentrada principalmente em grandes empresas. Elas cultivam extensas áreas de terra e possuem estruturas para classificação e embalagem. Elas também realizam a venda para o mercado atacadista. Kist et al. (2015) destacam que no Brasil quem exporta são os próprios produtores.

A Figura 6 apresenta a cadeia produtiva de maçãs, na qual no Brasil, as grandes empresas pomicultoras atuam principalmente no setor da produção agrícola, no *packing-house* e na embalagem.

No setor produtivo, muitos pequenos e médios produtores, que não possuem a mesma estrutura das grandes empresas, firmam contratos com elas para poderem se beneficiar de suas infraestruturas (BITTENCOURT, 2008). Ainda há um grupo deste segmento que se organiza em cooperativas e associações no intuito de aumentarem sua competitividade produtiva e de mercado (BITTENCOURT et al., 2011).

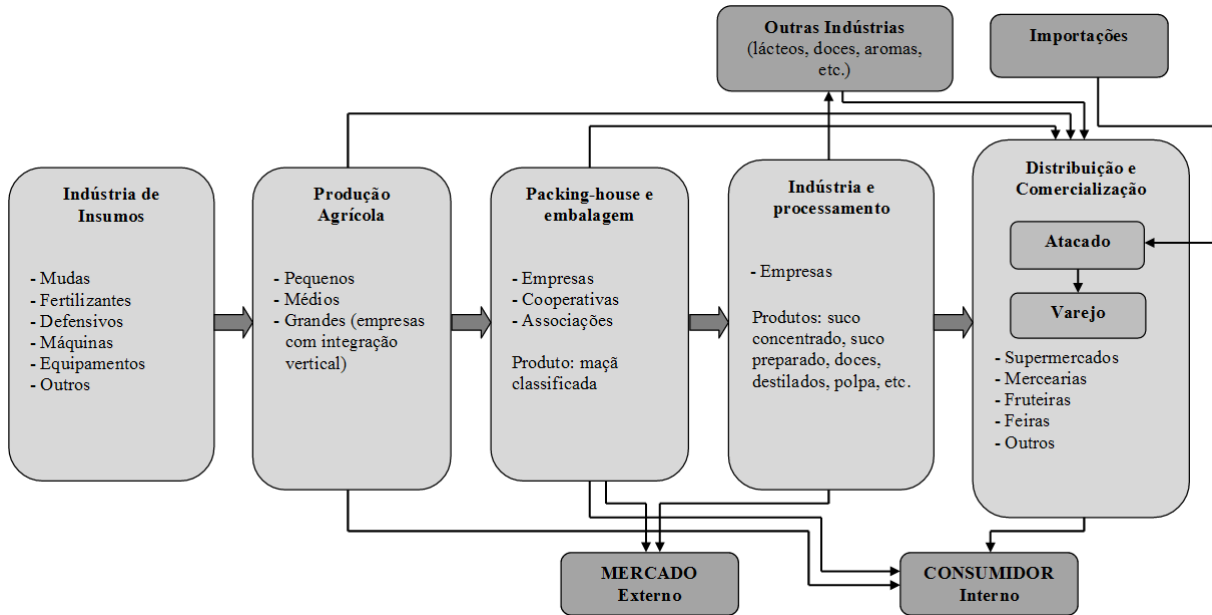


Figura 6 – Cadeia produtiva da maçã.

Fonte: Adaptado de Bittencourt (2008)

3.3.2 Classificação

No Brasil, a classificação das maçãs segue a Instrução Normativa Nº 5, de 9 de fevereiro de 2006, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que apresenta um regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã. Este regulamento define a maçã em quatro categorias: Extra, Categoria 1, Categoria 2 e Categoria 3, em ordem decrescente de qualidade. As frutas que não se enquadrarem nestas categorias são consideradas Categoria 4 ou Industrial.

Este regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã fornece parâmetros para definição das categorias de qualidade fixando valores de tolerância para a cor, conforme Tabela 7 e de defeitos permitidos por categoria, conforme apresenta a Tabela 8.

Tabela 7: Limites mínimos de cor em maçãs permitidos por categoria.

Cor - mínimo de área vermelha da fruta:	Extra	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3
Para cultivares vermelhas (%)	≥ 75	≥ 50	≥ 25	≥ 15
Para cultivares rajadas e mistas (%)	≥ 60	≥ 40	≥ 20	≥ 10
Para cultivares verdes e outras (%)	0	0	0	0

Fonte: MAPA (2006)

Tabela 8: Limites de defeitos em maçãs permitidos por categoria.

Defeitos	Extra	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3
“Russeting” - máximo da área, considerando a cavidade peduncular (%)	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 70
“Bitter Pit” cortiça - área atingida (mm ²)	0	0	≤ 10	≤ 50
Lesão cicatrizada leve (mm ²)	≤ 10	≤ 30	≤ 200	≤ 100
Lesão cicatrizada grave (mm ²)	0	≤ 10	≤ 30	≤ 500
Dano de geada - área atingida (%)	0	0	≤ 10	≤ 30
Mancha de sarna - área atingida total (mm ²)	0	≤ 5	≤ 20	≤ 150
Mancha de doenças - <i>Glomerela</i> e <i>Botryosphaeria</i> (mm ²)	0	≤ 3	≤ 10	≤ 50
Mancha de fuligem, fitotoxidez, cochonilha, sujeira de mosca, e outras (mm ²)	0	≤ 3	≤ 10	≤ 50
Fuligem (% da área)	0	≤ 5	≤ 10	≥ 15
Danos mecânicos (cm ²)	≤ 0,5	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 5,0
Queimadura de sol (% da área)	0	≤ 10	≤ 20	> 20
Rachadura peduncular (cm)	0	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 3,0
Lesão aberta da área (mm ²)	0	≤ 5	≤ 20	≤ 70
Lesão aberta em comprimento (cm)	0	0,5	1,0	2,0

Fonte: MAPA (2006)

A Figura 7 elaborada por Bittencourt (2008) apresenta a classificação da maçã e o destino provável da fruta conforme a categoria apresentada.

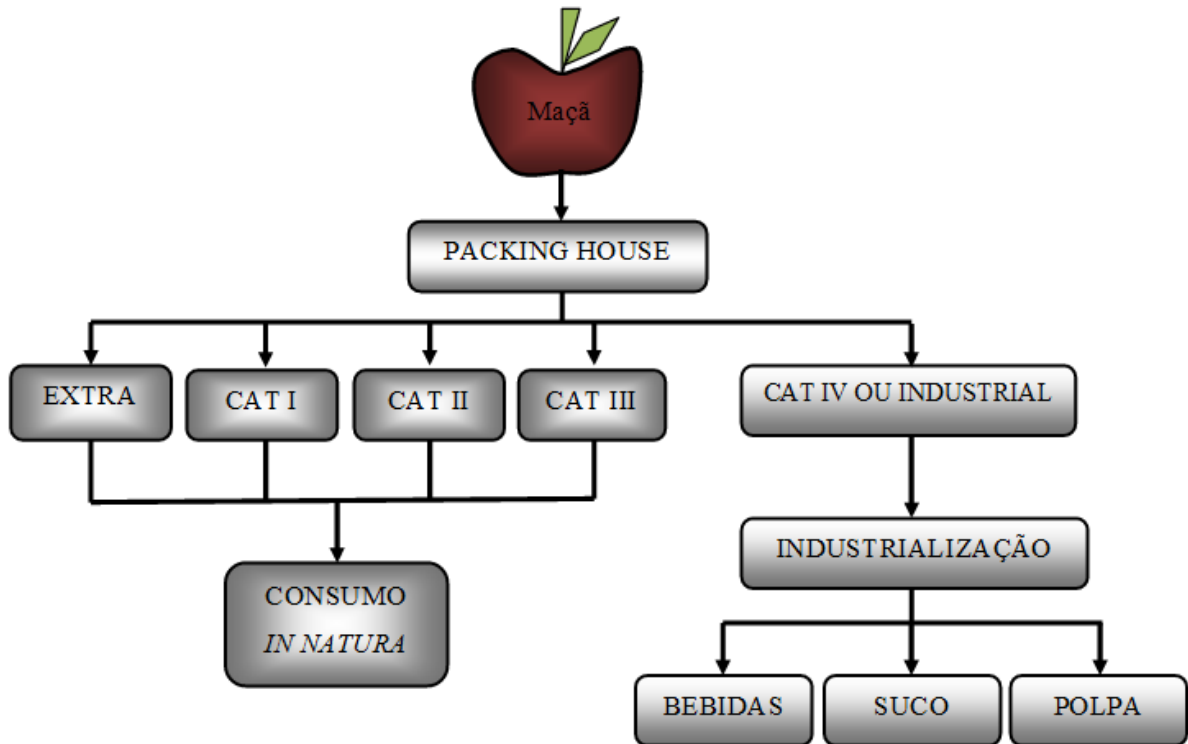


Figura 7 – Classificação da maçã.

Fonte: Bittencourt (2008)

3.4 MAPEAMENTO

Girardi (2008) afirma que várias áreas do conhecimento empregam mapeamento para representar e analisar a distribuição territorial de elementos e fenômenos.

Mapeamento é a aplicação do processo cartográfico em uma coleção de dados ou informações, na intenção de obter uma representação gráfica da realidade perceptível, apresentada a partir de símbolos e outros recursos gráficos (IBGE, 2016).

No intuito de desenvolver uma aplicação voltada para análise e índices da qualidade do fruto da macieira e apresentação dos resultados em mapas é imprescindível o conhecimento em algumas áreas da geografia, como por exemplo, a cartografia.

3.4.1 Cartografia

Por meio da utilização de um sistema de signos, uma linguagem expressa um pensamento e um anseio de comunicação com outrem, sendo assim, a cartografia pode ser considerada uma linguagem. Uma língua universal, no sentido de utilização de uma gama de símbolos, sendo estes compreensíveis por todos (JOLY, 1990).

O desenvolvimento da cartografia tem acompanhado o progresso da civilização. O formato de mapas itinerários surgiu inicialmente nas populações nômades da antiguidade e posteriormente, com o aparecimento dos primeiros exploradores e navegadores, o homem sentiu que precisava se localizar melhor sobre a superfície da Terra. Posteriormente, as guerras, descobertas científicas, o desenvolvimento das artes, das ciências e também os movimentos históricos impulsionaram a cartografia para um nível de representação gráfica com maior precisão da superfície da Terra (RIBEIRO; ANDERSON, 1982).

Anderson, Ribeiro e Mónmonier (1982) afirmam que se necessário fosse definir a cartografia em apenas duas palavras, elas seriam “comunicação” e “análise”.

Aguirre e Filho (2009) definem a cartografia como:

Pode-se entender, portanto, que a ciência cartográfica compreende o estudo teórico de princípios e leis que regem a linguagem gráfica, assim como o estudo e a análise dos dados componentes da informação, os quais são obtidos a partir de diferentes fontes, e a pesquisa de formas eficientes para a percepção e representação desses dados.

Para o IBGE (2012) “Hoje entendemos cartografia como a representação geométrica plana, simplificada e convencional de toda a superfície terrestre ou de parte desta, apresentada através de mapas, cartas ou plantas”.

Segundo o IBGE (2016) “o processo cartográfico, partindo da coleta de dados, envolve estudo, análise, composição e representação de observações, de fatos, fenômenos e dados pertinentes a diversos campos científicos associados à superfície terrestre”.

“Por meio da cartografia, quaisquer levantamentos (ambientais, socioeconômicos, educacionais, de saúde, etc.) podem ser representados

especialmente, retratando a dimensão territorial, facilitando e tornando mais eficaz a sua compreensão” (IBGE, 2012).

A cartografia é considerada como a ciência e a arte de expressar (representar), por meio de mapas e cartas, o conhecimento da superfície terrestre. É ciência porque, para alcançar exatidão, depende basicamente da astronomia, geodésia e matemática. É arte porque é subordinada as leis da estética, simplicidade, clareza e harmonia (ROSA, 2004).

A ICA (International Cartographic Association) (2016) descreve a cartografia como a disciplina que trabalha com a concepção, produção, disseminação e estudo dos mapas.

Girardi (2008) cita que no estudo da cartografia o espaço é considerado como a fonte de informações do elemento analisado, buscando levantar e apresentar as informações em mapas.

3.4.2 Mapas

A humanidade sempre buscou conhecer, por questões de sobrevivência, segurança, orientação, guerras, navegação, entre outras, o meio em que vive. No princípio o homem representava o espaço baseado na sua observação e descrição do meio e conforme alguns historiadores, os humanos já desenvolviam mapas antes mesmo de escrita (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

Um mapa, para Joly (1990), é a representação em uma geométrica plana, de maneira simplificada e convencional, de toda ou de parte da superfície terrestre, respeitando a relação de similitude conveniente, conhecida como escala.

No intuito de exemplificar, a Figura 8 ilustra o planisfério do ano de 1587 (Rumold Mercator).

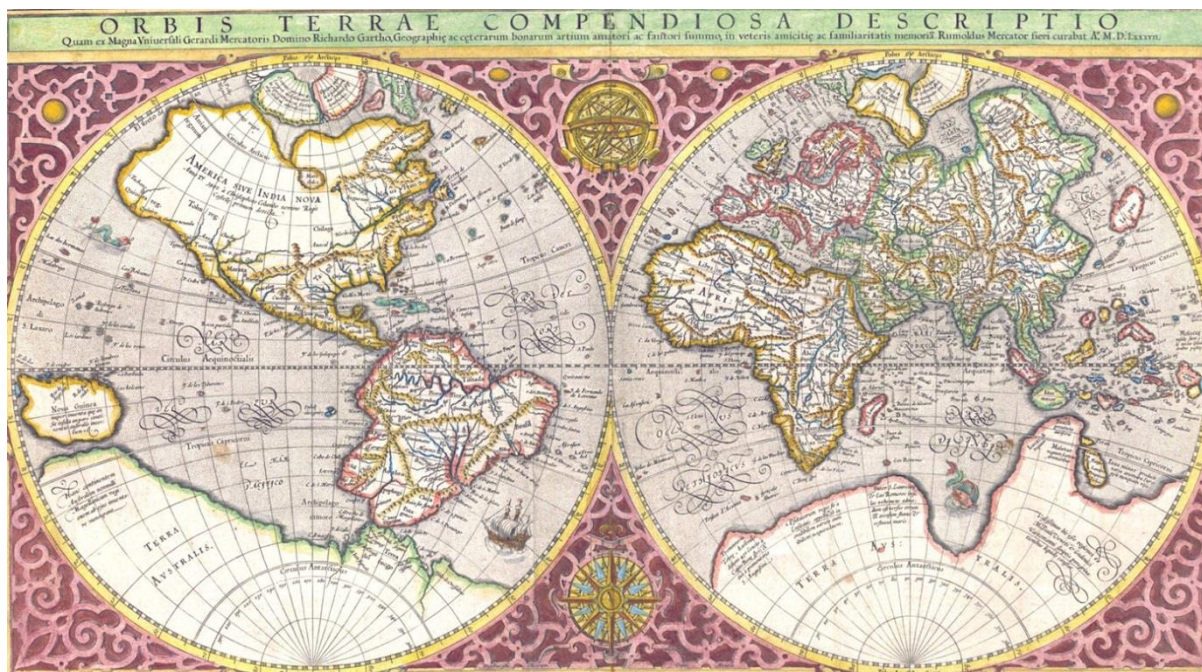


Figura 8 – Planisfério de Rumold Mercator - 1587.

Fonte: <http://www.mapas-historicos.com/planisferio-mercator.htm>

Carvalho e Araújo (2008) afirmam que um mapa é um recorte de uma porção da superfície terrestre, representando uma realidade reduzida a pontos, linhas e uma variedade de recursos visuais, como por exemplo, tamanhos, texturas, cores, padrões, orientações e principalmente, o formato, definido pela escolha da sua projeção.

Aguirre e Filho (2009) afirmam que “atualmente os mapas estão presentes praticamente em todas as atividades humanas, haja vista que é a primeira ferramenta usada para qualquer tipo de planejamento do espaço físico da superfície terrestre”.

Os mapas são representações incompletas de um terreno, nunca sendo uma imagem tão fiel quanto poderia ser. Mesmo o mais detalhado é uma simplificação da realidade, sendo uma apresentação seletiva e representativa através de símbolos e sinais apropriados (JOLY, 1990).

Para Rosa (2004), os mapas são:

- Desenhados em uma escala predeterminada, mantendo as direções exatas da forma e dos acidentes do terreno;
- Seletivos, pois apenas as formas e os elementos importantes para a finalidade do mapa são incluídos;

- Convencionados, apresentando os acidentes por símbolos padronizados ou por convenções;
- Generalizados, simplificando detalhes;
- Geralmente estão conexos a um sistema de paralelos e meridianos.

Segundo o IBGE (2012) é importante frisar que os mapas tendem a traduzir os interesses e objetivos daqueles que os produzem, de maneira próxima ou distante da realidade a ser apresentada. Além disso, os mapas enfrentam limitações e distorções que de maneira inevitável surgem quando da representação da realidade para o plano.

Existem três atributos imprescindíveis na confecção de um mapa, que os distinguem de outras representações, tais como fotografias, gráficos e desenhos. São eles a escala, a projeção e a simbolização. Por meio destas é possível reduzir e generalizar a realidade, comprimir ou expandir formas e distâncias, além de apresentar fenômenos através de sinais (ANDERSON; RIBEIRO; MÓNMONIER, 1982).

3.4.2.1 Escalas

Os trabalhos dos cartógrafos ilustram uma visão reduzida do território, sendo então necessária a indicação da proporção entre a sua representação e o valor real da superfície terrestre. Esta proporção é conhecida como escala. Ela representa a relação entre a medida de uma área representada no papel e o seu valor real na superfície terrestre (IBGE, 2012).

Anderson et al. (1982) afirmam: “A escala em que um mapa é desenhado é o fator mais importante de influência na quantidade e na precisão dos detalhes mostrados”.

Silva et al. (1998) descrevem o termo “escala” utilizado na cartografia de duas formas “escala é a relação entre a medida de um objeto ou lugar representado no papel e sua medida real” e “escala é definida como a relação existente entre as dimensões das linhas de um desenho e as suas homólogas”.

Segundo Oliveira (2004), “A escala cartográfica corresponde à relação entre as medidas lineares em um mapa e suas correspondentes verdadeiras na superfície real. É geralmente apresentada como uma fração, já que se trata de uma correspondência matemática”.

Em um mapa, a escala é a relação constante entre as distâncias lineares sobre o mapa e as distâncias lineares correspondentes sobre o terreno (JOLY, 1990).

As escalas variam de acordo com a necessidade de detalhamento em se observar um terreno (IBGE, 2012).

De acordo com Anderson et al. (1982), as escalas quantitativas são apresentadas comumente de três maneiras:

- Escala expressa ou explícita: indica que certa quantidade de unidades no mapa corresponde à outra quantidade de unidades no terreno, sinalizando as unidades de medição de ambas as partes;
- Escala numérica ou fração representativa: relaciona o comprimento de uma linha no mapa com o valor real correspondente, em forma de fração, utilizando o valor 1 (um) no numerador;
- Escala gráfica: é apresentada em forma de um segmento de reta graduado, iniciando em uma marca zero e correspondendo as medidas do mapa com o seu valor real.

Na Figura 9 são ilustrados os dois tipos mais comuns de escalas utilizadas na confecção de mapas.



Figura 9 – Escala numérica e gráfica.

Fonte: <http://www.geografia7.com/escalas.html>

3.4.2.2 Projeções

Anderson et al. (1982) definem que “uma projeção cartográfica é a transformação de uma esfera celeste (planeta, lua, etc.) em um desenho plano, normalmente numa escala menor”.

A representação da superfície terrestre de maneira plana tem como resultado inevitável deformações e distorções. Seria, então, ideal representar esta superfície com seu verdadeiro formato em uma determinada escala, princípio dos globos terrestres, porém na prática, essas aplicações revelam-se de difícil uso e pouco cômodas. Esses inconvenientes levaram o homem a considerar na maioria de seus projetos a superfície terrestre como plana (AGUIRRE; FILHO, 2009).

Para a confecção de um mapa em face plana, no qual cada ponto da superfície terrestre corresponda a um ponto no mapa, é necessário a utilização de um dos diversos métodos de correspondência de pontos, conhecidos como “sistemas de projeções” (SILVA et al., 1998).

Para Carvalho e Araújo (2008), “a forma plana é a mais utilizada para a representação das informações espaciais da superfície terrestre por ser a forma mais prática de representação e manipulação de mapas e cartas”.

Joly (1990) menciona que a superfície da Terra é curva e pode ser expressa pelo seu elipsóide de referência e apresentado de maneira fácil por meio de uma esfera, como o globo terrestre, porém, para passar do elipsóide para um mapa plano se faz necessário estabelecer correspondência entre os pontos. Para tal, existe uma infinidade de soluções para este problema, chamadas de projeções.

Silva et al. (1998) afirmam que não existe nenhuma solução perfeita para este problema, pois todas as representações de faces curvas em um plano geram “extensões” ou “contrações” que tem como resultado distorções.

Aguirre e Filho (2009) e Silva et al. (1998) apresentam as três situações que devem ser levadas em consideração para a apresentação terrestre sobre um plano. São elas:

- Conformidade: manutenção da forma (ângulos) das áreas representadas;
- Equivalência: inalterabilidade das áreas;
- Equidistância: conservação da relação entre os comprimentos dos pontos representados e dos seus correspondentes no modelo.

3.4.2.3 Simbolização

Para cumprir de maneira satisfatória seu papel de comunicação, um mapa precisa apresentar qualidade na forma, na técnica e didática, tornando-o expressivo e facilmente legível. Ele precisa atrair a atenção do leitor para os aspectos do tema tratado e valorizar mais os pontos que o autor considerar mais importantes (Joly, 1990).

Anderson, Ribeiro e Mónmonier (1982) afirmam que as simbolizações “apresentam fenômenos selecionados através de sinais que, sem necessariamente possuírem semelhanças com a realidade, comunicam as características visíveis ou invisíveis da paisagem”.

Oliveira (2004) classifica a legenda como a “alma do mapa”. E afirma que o processo de comunicação cartográfica sugere uma simbologia lançada no mapa e o seu correspondente significado expresso na legenda.

A posição de uma legenda é escolhida de modo a não causar dúvidas quanto ao objeto a que se refere. Tratando-se de localidades, regiões, construções, obras públicas e objetos congêneres, bem como acidentes orográficos isolados, o nome deve ser lançado, sem cobrir outros detalhes importantes. As inscrições marginais são lançadas paralelamente à borda sul da moldura da folha, exceto as saídas de estradas laterais (SILVA et al., 1998).

Anderson, Mónmonier e Muhrcke (1982) esclarecem que as convenções indicam quais os tipos de símbolos adequados para cada tipo de elemento. Para facilitar o entendimento dos fatores mapeados, os símbolos são, geralmente, criados em cores, sendo que cada cor representa um tipo de elemento. As cores mais comumente utilizadas são:

- Azul: elementos hidrográficos (lagos, rios, pântanos, etc.);
- Verde: vegetações em geral (florestas, pomares e plantações);
- Marrom: fenômenos de relevo (curvas de nível, cortes, aterros, etc.);
- Preto: a maioria dos elementos culturais ou construções humanas;
- Vermelho: rodovias;
- Rosa: ocasionalmente áreas urbanizadas.

3.4.2.4 Sistema de coordenadas geográficas

No intuito de que cada ponto da superfície terrestre pudesse ser localizado no mapa, foi desenvolvido o sistema de linhas imaginárias conhecido como sistema de coordenadas geográficas. Cada ponto da superfície da Terra pode ser localizado pela sua coordenada, que é definida pela interseção de um meridiano com um paralelo (IBGE, 2012).

Silva et al. (2008) afirmam que “sistemas de coordenadas são necessários para expressar a posição de pontos sobre uma superfície, seja ela um elipsóide, esfera ou um plano. É com base em determinados sistemas de coordenadas que descrevemos geometricamente a superfície terrestre”.

Existem diversos sistemas de coordenadas que auxiliam na localização precisa de um local qualquer na superfície da Terra. Dentre eles o mais comum é o das coordenadas geográficas (latitude e longitude) (ANDERSON et al., 1982).

Segundo Rosa (2004), o sistema de coordenadas geográficas é o sistema mais antigo de coordenadas. Suas coordenadas são conhecidas como latitude (ilustrado na Figura 10) e longitude (apresentado na Figura 11).

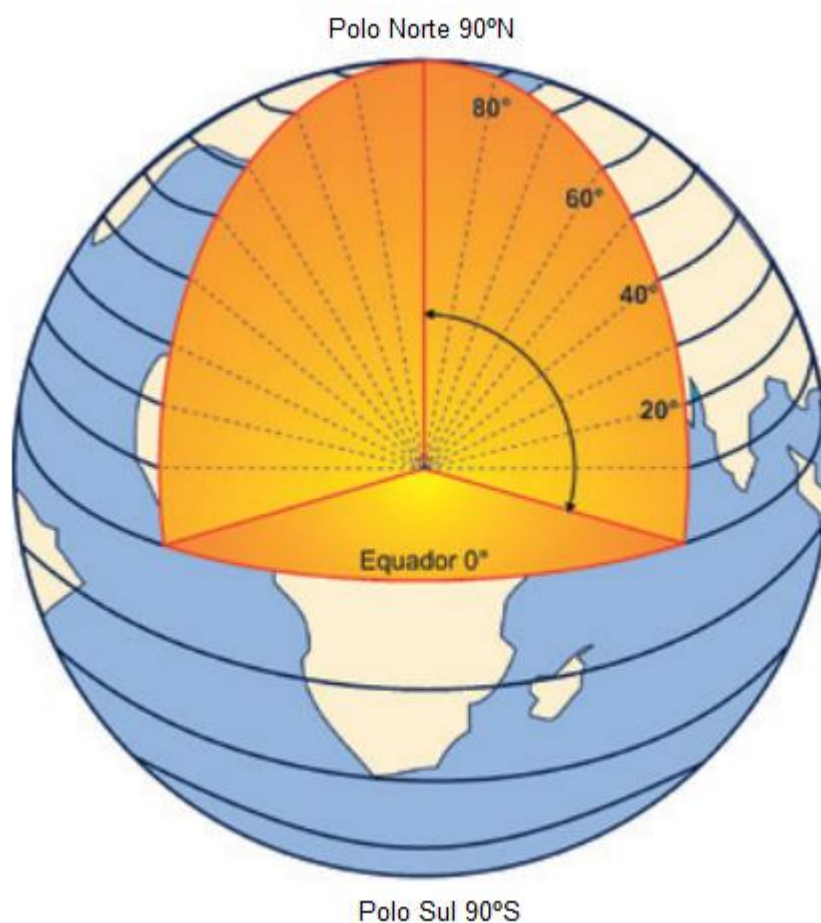


Figura 10 – Latitude.

Fonte: IBGE (2012)

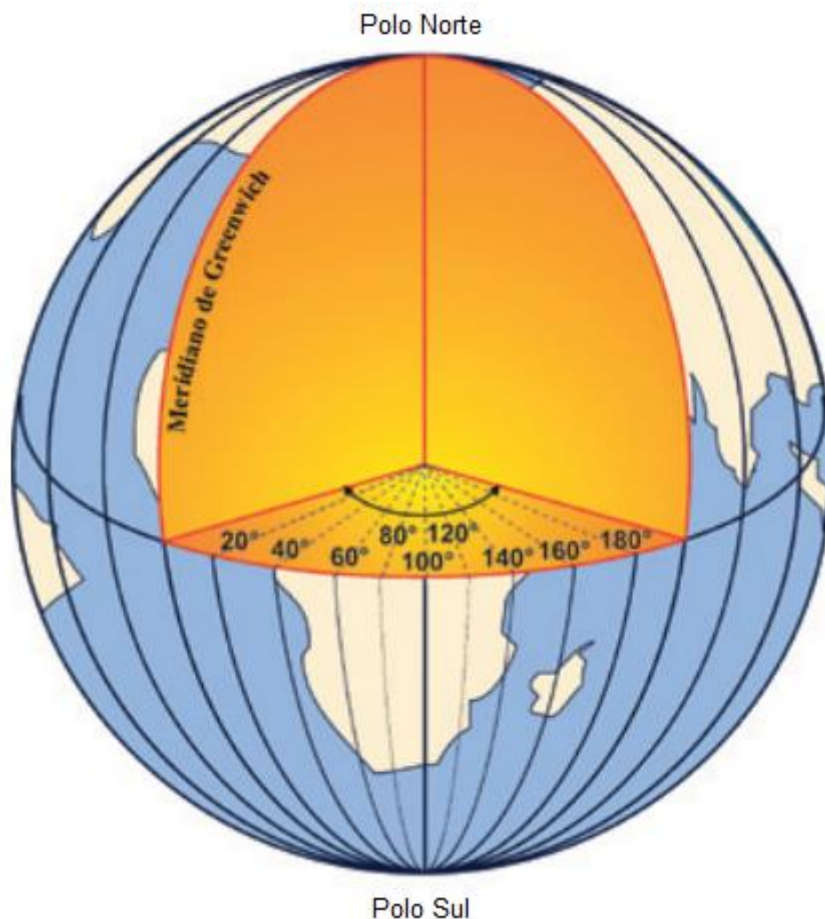


Figura 11 – Longitude.

Fonte: IBGE (2012)

Fernandes (2008) define latitude e longitude como:

- Latitude de um lugar: é o valor do ângulo entre o nível do Equador e o raio que incide sobre esse lugar, ou também pode ser definido como o arco do meridiano entre o lugar e o Equador. Sua variação é de 0° na linha do Equador até 90° nos polos.
- Longitude de um lugar: é determinado pelo valor do ângulo entre o meridiano deste lugar e o meridiano de referência (atualmente o meridiano de Greenwich). Varia de 0° a 180° a leste e oeste.

Para precisar a posição de um determinado ponto é necessário complementar as coordenadas bidimensionais com uma terceira coordenada, conhecida como altitude (SILVA et al., 2008).

Todas as altitudes são contadas a partir do nível médio dos mares, determinado por medições feitas pelos marégrafos em diferentes pontos do litoral. Nos mapas, a altitude é representada por uma escala de cores que varia do verde (baixas altitudes) ao marrom (altitudes mais elevadas). São também utilizadas as curvas de nível, definidas por planos paralelos ao nível do mar que interceptam o relevo em intervalos regulares definidos a cada 20 m, 50 m, etc., conforme os objetivos da representação cartográfica. Cada curva de nível traz o valor, em metros, da distância do plano de interseção ao nível do mar IBGE (2012).

3.4.3 Sistemas de informações geográficas

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são aplicativos desenvolvidos no intuito de registrar, analisar, manusear e visualizar dados geográficos, representando elementos e fenômenos e relacionando-os a sua localização geográfica.

O uso de ferramentas de SIG e a agricultura de precisão sempre estiveram vinculados à ideia de grandes empreendimentos agropecuários. Inicialmente o custo das ferramentas e insumos necessários tornava proibitivo seu uso em pequenas propriedades. Com o avanço do conhecimento das técnicas de coleta e organização de dados, e o barateamento das ferramentas de organização (computadores, planilhas eletrônicas, imagens de satélite), além da existência de softwares de geoprocessamento e SIGs livres e com interface amigável, a barreira para o uso desta técnica também para a pequena propriedade passou a ser possível (SCHRAMMEL; GEBLER, 2011).

Os SIGs são concebidos de maneira a oferecer suporte para o trabalho com dados espaciais ou geográficos, que segundo Ferreira (2003) são dados compostos por dois elementos, a localização geográfica, ou seja, a posição em um sistema de coordenadas e ou seus atributos descritivos, por exemplo, cor, composição, qualidade.

Câmara, Davis e Monteiro (2001) afirmam que a função de armazenar a geometria de elementos geográficos e de seus atributos é uma característica básica para um SIGs. Para cada elemento geográfico, o SIG deve armazenar seus atributos e todas as representações gráficas associadas. Devido a sua grande gama de aplicações, há pelo menos três principais maneiras de utilizar um SIG:

- Ferramenta para produção de mapas;

- Suporte para a análise espacial de fenômenos;
- Banco de dados geográficos, apto a armazenar e recuperar informações espaciais.

Os sistemas com suporte ao trabalho com dados espaciais ou geográficos costumam oferecer cálculos com as oito relações topológicas baseadas nas interseções entre fronteiras e interiores de dois ou mais objetos geográficos, como ilustrado na Figura 12.

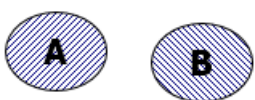
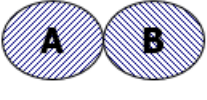






 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>disjoint</p>	 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>meet</p>	 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>contains</p>	 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>covers</p>
 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \emptyset & \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \neg\emptyset & \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>equal</p>	 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>overlap</p>	 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \emptyset & \neg\emptyset & \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \neg\emptyset & \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>inside</p>	 $\begin{matrix} \partial B & B^\circ & B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \neg\emptyset & \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg\emptyset & \neg\emptyset & \neg\emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$ <p>covered by</p>

Figura 12 – Relações topológicas.

Fonte: Ferreira (2013)

De acordo com Câmara et al. (1996) os “SIGs comportam diferentes tipos de dados e aplicações, em várias áreas do conhecimento.” A utilização destes sistemas facilita a integração de dados oriundos de fontes diferentes e de forma transparente ao usuário final (CÂMARA et al., 1996).

As aplicações destes *softwares* são muitas. Como exemplo, cita-se o uso na agricultura de precisão, na administração de recursos naturais, gerenciamento de serviços de utilidade pública, entre outros.

Arantes e Ferreira (2011) relacionam o advento do geoprocessamento de dados e uso das geotecnologias à capacidade de trabalho com dados geográficos de forma dinâmica, garantindo aos usuários flexibilidade para representação de uma grande gama de informações, permitindo produzir mapas temáticos de forma mais rápida e eficiente.

É importante ressaltar que os SIGs oferecem integração de informações diversas, proporcionando acesso facilitado e abrangente do contexto de um espaço, mas a avaliação da situação pelo usuário continua imprescindível.

Para Câmara, Davis e Monteiro (2001) a estrutura geral de um SIG, de maneira abrangente, pode ser definida pelos seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Funções de entrada e de integração de dados;
- Consulta e análise espacial;
- Funções de visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (dispostos sob a forma de um sistema de banco de dados geográficos).

A Figura 13 ilustra o relacionamento dos principais componentes de um SIG.

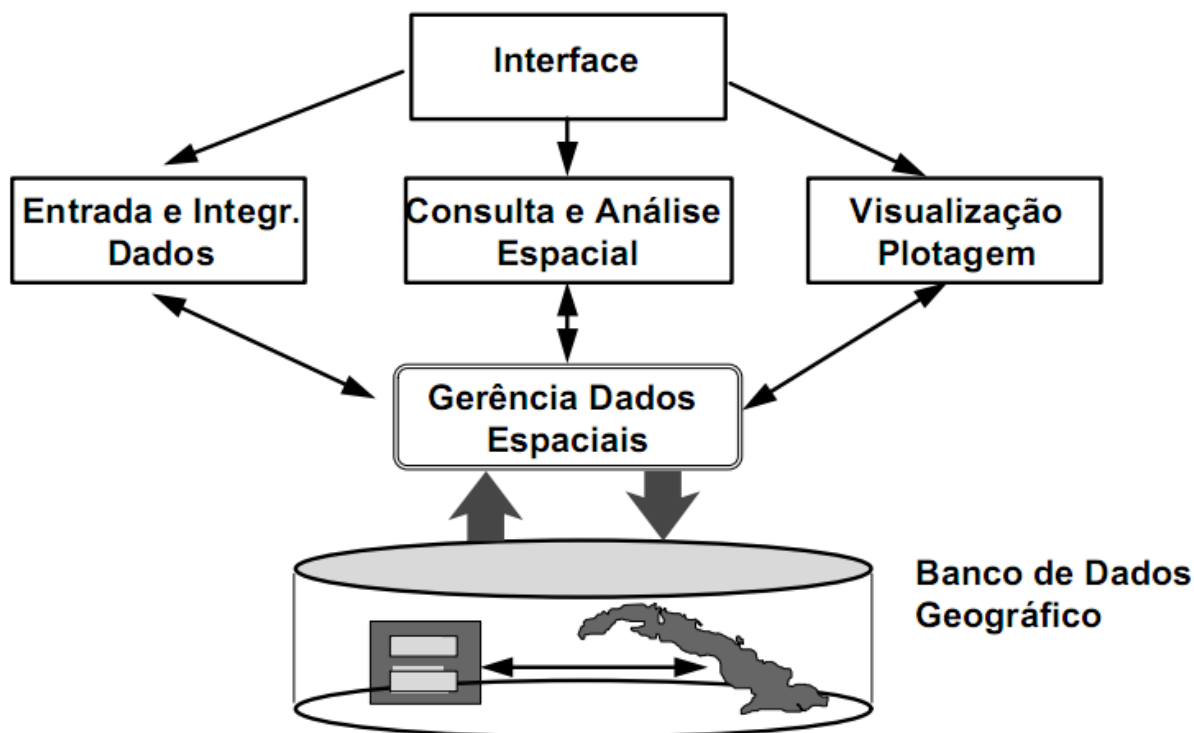


Figura 13 – Estrutura geral dos SIGs.

Fonte: Câmara, Davis e Monteiro (2001)

3.5 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

3.5.1 Linguagem de programação

A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento do sistema *Apple Show* é a Java, desenvolvida pela empresa Sun Microsystems, que tem como uma das suas principais características ser orientada a objetos, sendo capaz de criar aplicativos voltados para o uso em desktops, aplicativos para a Web, softwares robustos, completos e independentes voltados para aplicações comerciais (CLARO; SOBRAL, 2008).

A linguagem de programação Java, segundo Murari (2008), foi projetada para ser empregada para o desenvolvimento de aplicações que utilizem o mínimo de recursos do sistema e que possam ser executadas em diferentes plataformas de *hardware* e *software*, independente de arquitetura.

Salvador (2008) classifica a linguagem Java como sendo completa, enorme e complexa, sendo utilizada para o desenvolvimento de aplicações robustas com acessos constantes à banco de dados, exigindo alguma prática e conhecimento para a programação.

“Programas escritos em Java necessitam de uma estrutura para poderem ser executados. Essa estrutura se chama Máquina Virtual Java (JVM)” (GORNÍ et al., 2007).

Tanto a linguagem Java quanto a Máquina Virtual Java possuem licença de uso gratuitas.

Java é uma linguagem de programação considerada de alto nível e com a característica de ser de arquitetura neutra e portátil, orientada à objetos, com alto desempenho, multitarefa, robusta, segura e dinâmica.

Claro e Sobral (2008) apontam as características principais da linguagem Java como sendo:

- Simples e familiar: apresenta fácil manipulação, possuindo sintaxe semelhante a uma das mais conhecidas linguagens, a C++;
- Orientada a objetos: é atualmente um dos paradigmas mais utilizados no desenvolvimento de softwares;
- Compilada e interpretada: um sistema em Java precisa ser compilado e posteriormente interpretado por uma Java Virtual Machine (JVM);
- Pronta para redes: capaz de se comunicar de maneira simples com protocolos como, por exemplo, o TCP/IP, HTTP, FTP e empregar objetos da Web via URLs;
- Distribuído: os aplicativos desenvolvidos em Java só tem seus objetos alocados em memória durante a execução do mesmo;
- Multiprocessamento: suporta a utilização de linhas de execução processadas concorrentemente dentro de um mesmo processo;
- Portabilidade: pode ser executado, sem ser recompilado, em qualquer plataforma que disponha de um interpretador Java;
- Coletor de lixo: objetos criados na memória e que não tenham mais nenhuma referência são destruídos automaticamente e a memória por eles ocupada é liberada;

- Segura: uma série de mecanismos é oferecida pela Java para a garantia da segurança dos aplicativos.

Na programação Java existem três caminhos a serem escolhidos, o J2SE (*Standard Edition*), o J2EE (*Enterprise Edition*) e o J2ME (*Micro Edition*). No desenvolvimento do *Apple Show* foi utilizada a configuração J2EE que engloba um conjunto de pacotes e funcionalidades propícias para a implementação de aplicativos Web.

A Java EE é uma plataforma padrão para desenvolver aplicações Java de grande porte e/ou para a internet, que inclui bibliotecas e funcionalidades para implementar software Java distribuído, baseado em componentes modulares que executam em servidores de aplicações e que suportam escalabilidade, segurança, integridade e outros requisitos de aplicações corporativas ou de grande porte (ANDRADE, 2013).

A Java EE fornece um componente voltado à criação de aplicações empresariais, com o intuito de reduzir custos e acelerar o desenvolvimento do projeto (PAWLAN, 2002).

3.5.2 Geração de Interfaces Gráficas

Para o desenvolvimento das interfaces gráficas do sistema foi empregada a tecnologia do *JavaServer Faces*, conhecida também como JSF.

Geary e Horstmann (2010) afirmam que o JSF oferece todo o código necessário para a programação de eventos e organização de componentes para a J2EE.

O JSF é fundamentado no padrão de projeto *Model-View-Controller* (MVC), simplificando o desenvolvimento de sistemas, pois separa claramente as camadas de visualização e de regras de negócio (ANDRADE, 2010).

Murgo e Foschini (2014) consideram a especificação JSF como um *framework* desenvolvido para facilitar a criação de aplicações Web que apresentam alta usabilidade e interação ao usuário. Ele supre a necessidade de desenvolvimento de sistemas voltados à Web de maneira organizada, tendo em

vista o ganho de performance de programação, simples manutenção e facilita o reuso de código.

Existem outras bibliotecas com componentes desenvolvidos para aplicações Web, mas JSF é a camada padrão de visão do J2EE (GEARY; HORSTMANN, 2010).

O modelo de componentes JSF oferece aos desenvolvedores uma produtividade elevada, permitindo construções de interfaces para a Web através de um conjunto de componentes pré-fabricados, ao invés de criá-las totalmente do zero (ANDRADE, 2010).

A biblioteca de componentes gráficos utilizada no projeto foi o *PrimeFaces*, que de acordo com Murgo e Foschini (2014), disponibiliza múltiplas opções de temas que podem ser utilizados pelo desenvolvedor. Os componentes do *PrimeFaces* utilizam poderosas funções implementadas em JavaScript e AJAX, no intuito de apresentar funcionalidades que se assemelham e até superam as de telas de aplicações desktop.

Andrade (2013) cita *PrimeFaces* como uma suíte de componentes, como, campos de entrada, botões, tabelas de apresentação de dados, árvores, gráficos, entre outros.

3.5.3 Banco de dados

O banco de dados utilizado foi o *PostgreSQL*, um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto Relacional (ORDBMS).

PostgreSQL é um software de código fonte aberto, utilizando a licença BSD (*Berkeley Software Distribution*), o que significa que os códigos de programação estão acessíveis, de maneira gratuita, para todos os interessados. Possibilita ajustes, aprimoramentos e criação de novas funções a quem interessar. Pode ser utilizado e distribuído por qualquer pessoa ou empresa, sem nenhum encargo, indiferente da finalidade e para todos os sistemas operacionais suportados (RIBAMAR, 2006);

Apesar de ser aberto à comunidade, o *PostgreSQL* conserva um grupo central de desenvolvedores que mantém a versão oficial do sistema (VERMEIJ, 2002).

Benacchio (2008) afirma que o *PostgreSQL* “possui funcionalidades de sistemas relacionais, como, transações, subconsultas, gatilhos, visões, integridade referencial, bloqueios, funções, inclusive funções para manipulação de dados XML e linguagem de programação procedural, chamada *PL/pgSQL*.”

De acordo com Gorni et al. (2007) existem muitos banco de dados gratuitos, mas a maioria não manipula dados espaciais, e para trabalhar com um sistema SIG, há necessidade de armazenar e realizar operações espaciais com esses dados.

Para o *PostgreSQL* se tornar apto a manipular este tipo de informação ele necessita da extensão *PostGIS*, que permite o armazenamento de objetos *Geographic Information System* (GIS) no banco de dados. Segundo Gorni et al. (2007), esta extensão possui diversas funções diferentes para realizar várias operações sobre as entidades geográficas.

Vermeij (2002) afirma que as capacidades nativas do *PostgreSQL* em trabalhar com dados espaciais são bastante limitadas, então, felizmente, a extensão *PostGIS* trouxe uma grande evolução ao banco de dados nesta área. O *PostGIS* manipula atributos espaciais como:

- Geometria;
- Ponto;
- Linha;
- Polígono;
- Coleção de geometria;
- Multipontos;
- Multilinhas;
- Multipolígonos.

3.5.4 Servidor WEB

Para servidor WEB foi utilizado o Apache TomCat que tem como características principais o fato de ser de uso livre, ser confiável, configurável, com boa documentação e portabilidade.

O Apache Tomcat possui implementação de código aberto que está focado nas tecnologias Java Servlet e Java Server Pages. É desenvolvido atualmente pelo projeto Jakarta da Apache Software Foundation (BENACCHIO, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL

A área utilizada para o experimento deste trabalho está localizada em Vacaria, situada entre o Rio Pelotas e o Rio das Antas, maior cidade dos Campos de Cima da Serra, na região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. De acordo com o IBGE (2016) possui população estimada no ano de 2015 de 64.857 habitantes distribuídas em uma área de 2.124,582 quilômetros quadrados.

Segundo Carvalho (2011), estão estabelecidas no município de Vacaria as grandes empresas pomicultoras do estado do Rio Grande do Sul.

O sistema foi desenvolvido em parceria com a Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (EFCT) da Embrapa Uva e Vinho, localizada na BR 285, quilometro 115, Vacaria.

Na Figura 14, a área destacada pelos traços amarelos é a plantação de macieiras utilizada como área experimental para os testes do sistema, onde são cultivadas cerca de 1600 macieiras em uma área de 3,13 ha, com coordenadas centrais da área de Longitude 50°49'30" Oeste e Latitude 28°30'01" Sul.



Figura 14 – Área experimental.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2017)

4.2 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

O sistema desenvolvido foi nomeado de *Apple Show*, que em tradução livre do Inglês para Português significa apresentação de maçãs, em referência à utilização inicial para o qual o sistema foi criado.

As funções do *Apple Show* foram programadas no intuito de servir de apresentação em forma de mapas dos valores interpolados dos atributos de qualidade dos frutos de maçãs para servir de ferramenta de interpretação e auxílio de tomada de decisão.

O sistema foi desenvolvido de maneira que suas funções tratassem as amostras de maneira genérica, fornecendo ao usuário uma ferramenta apta para o trabalho com índices de qualidade dos frutos da macieira e também capaz de realizar o mapeamento para qualquer amostra, que esteja dentro das configurações necessárias, de alguma cultura qualquer, como por exemplo, geração de mapas de produtividade da soja ou peso de melancias.

Outro aspecto importante que a forma genérica de tratamento de amostras trouxe para o *Apple Show* é a capacidade de apresentação de mapas para diversos elementos que influenciam a produção agrícola, contemplando, por exemplo, a possibilidade de geração de variáveis visuais para os seguintes elementos:

- Atributos físicos do solo (compactação, condutividade elétrica, profundidade, entre outros);
- Atributos químicos do solo (como por exemplo, nitrogênio, cálcio, potássio e potencial hidrogeniônico);
- Volume produzido;
- Qualidade da produção;
- Índices pluviométricos;
- Incidência de geadas;
- Manejo da cultura;
- Mapas de temperatura;
- Localização de pragas, doenças e plantas daninhas;
- Eventos de granizo.

Nestas situações apresentadas ou em qualquer outra em que sejam observados valores georreferenciados e estes importados para o sistema *Apple Show*, é possível a geração e a visualização de mapas incumbidos de facilitar a abstração de informações a quem o for analisar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado obtido com este projeto foi o desenvolvimento do *Apple Show*, um sistema que, por meio do emprego ferramentas computacionais, é capaz de reunir e apresentar informações relativas à produção agrícola, de maneira a facilitar o entendimento e as tomadas de decisões.

A utilização do *Apple Show* proporciona ao gestor a possibilidade de reunir e interpretar as variáveis analisadas no ciclo produtivo de maneira facilitada, trocando as diversas planilhas de informações por mapas.

O sistema oferece também a oportunidade de variadas comparações no intuito de encontrar correlações ou condições que dependem de duas ou mais variáveis.

Ressalta-se também que, apesar da finalidade principal do sistema estar associada ao mapeamento dos índices de qualidade do fruto da macieira, o *Apple Show* foi desenvolvido de maneira a tratar as amostras de maneira genérica, possibilitando também o trabalho com elementos diferentes daqueles objetivados inicialmente.

5.1 CADASTROS INICIAIS NO SISTEMA

Após efetuar o acesso ao *Apple Show*, por meio de usuário e senha cadastrados anteriormente pelo administrador do sistema, o usuário se depara, inicialmente, com um menu composto por: Proprietário, Área, Tipo Amostra, Amostra, Gerador de Mapas, Configurações e Sair.

Após ser devidamente cadastrado o proprietário, é necessário realizar o cadastro da área, juntamente com a importação do arquivo contendo as coordenadas dos limites da mesma.

O arquivo de coordenadas dos limites da área deve, necessariamente, estar em formato TXT (arquivo de texto) contendo na primeira linha um título para cada coluna e da segunda à última linha deve estar a sequência das coordenadas

geográficas dos pontos, em formato de longitude e latitude, sempre separadas apenas por um TAB (tecla de tabulação), conforme exemplificado no Apêndice A.

Na tela de visualização de áreas é apresentada a lista das áreas cadastradas, com um nome identificador, informado pelo usuário no momento do cadastro, e a qual proprietário ela pertence. O usuário pode clicar na opção “visualizar no mapa” e o sistema vai apresentar em uma imagem cedida pelo sistema do Google Imagens a área destacada e os seus contornos, conforme ilustrada na Figura 15.



Figura 15 – Área experimental cadastrada no sistema *Apple Show*.

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

Para a geração de mapas é necessário, primeiramente, o cadastro de amostras de determinado elemento, que pode ser, por exemplo, um atributo físico ou químico do solo ou um aspecto de qualidade de um fruto, como a maçã.

O cadastro de amostras inicia-se com a informação de uma descrição (que vai servir para posterior identificação da amostra) e da data na qual ela foi realizada. Na sequência é solicitado o tipo da amostra (os tipos de amostras são cadastrados individualmente em outra tela e eles contém um nome, a sigla e a unidade de medida) e o local de execução da mesma.

Outra informação necessária, ao tipo de amostra, é a forma de ordenação da amostra, que pode ser crescente, no caso dos elementos em que a qualidade aumenta conforme cresce o valor do ponto observado, e decrescente, quando a qualidade é inversamente proporcional ao crescimento do valor observado.

Para concluir o cadastro de amostras é necessário informar a área, que já está atrelada a um proprietário, e selecionar o arquivo com os valores. Este arquivo deve estar no mesmo formato do arquivo de área, porém, com uma coluna a mais contendo o valor de cada ponto da amostra.

Por meio da tela de visualização de amostras, o sistema *Apple Show* exibe a localização dos pontos cadastrados e, caso algum seja selecionado pelo usuário, o sistema informa o valor correspondente.

A Figura 16 apresenta sobre o fundo do Google Imagens a área correspondente destacada em amarelo e contorno preto, com a marcação dos pontos observados e sua correta localização.

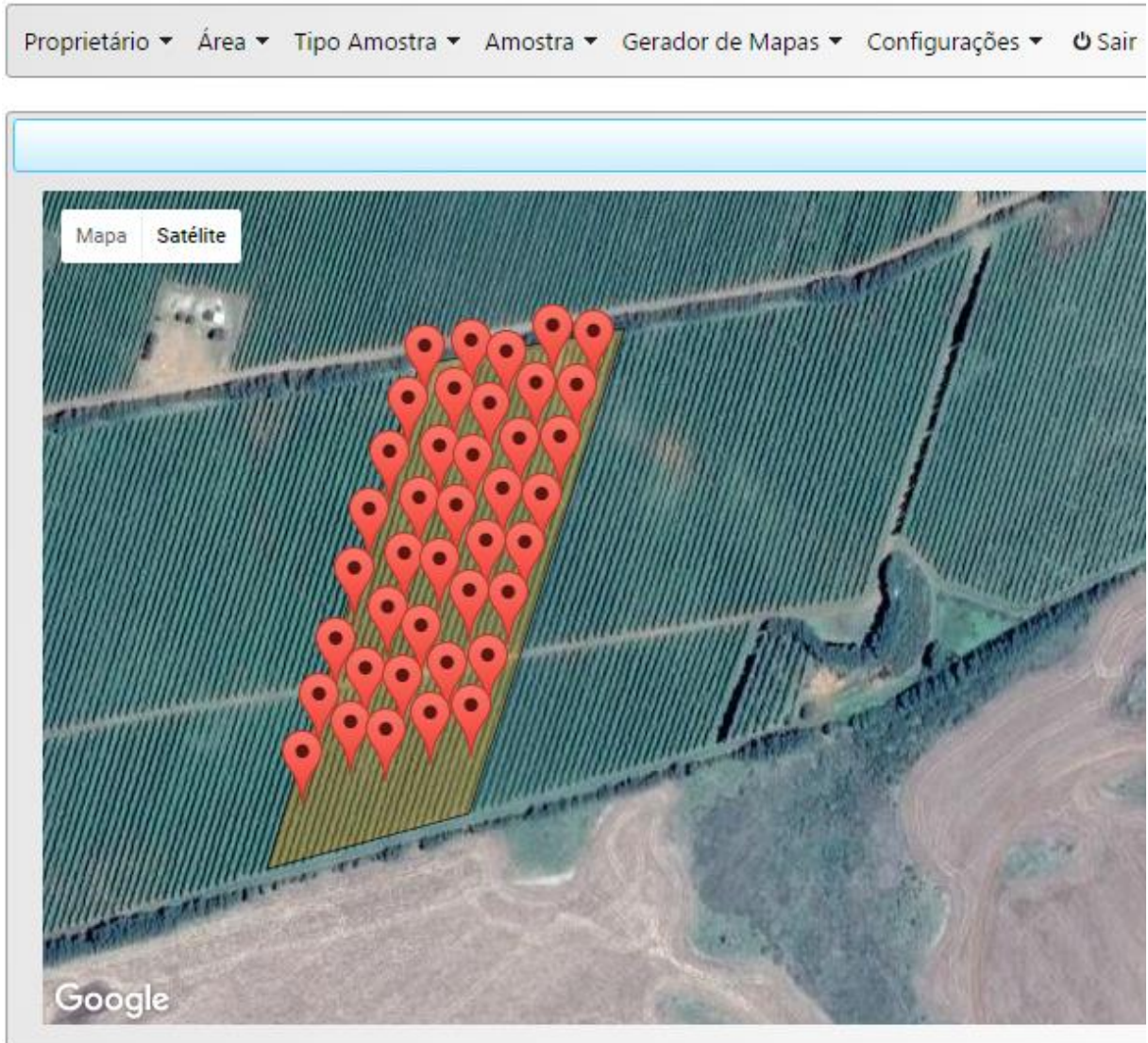


Figura 16 – Exemplo de visualização de amostra no sistema *Apple Show*.

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

5.2 GERAÇÃO DE MAPAS

O recurso de geração de mapas é a funcionalidade do *Apple Show* incumbida de transformar uma amostra de valores georreferenciados em uma variável visual, exibida em formato de mapa e capaz de traduzir os valores da amostra sob um sistema de cores, pré-definido pelo usuário, servindo de ferramenta para a abstração e entendimento dos valores.

A partir de uma amostra qualquer cadastrada no sistema já é possível utilizar o recurso de geração de mapas. Os passos para a criação de mapas são os seguintes:

- Selecionar a amostra;
- Identificar o mapa a ser gerado através de um nome;
- Escolher o interpolador;
- Numerar a quantidade de vizinhos ou o tamanho dos passos utilizados na interpolação;
- Informar a largura da grade desejada.

É importante ressaltar que somente amostras que já estejam cadastradas no sistema podem ser utilizadas para a geração de mapas e que a variável visual gerada estará de acordo com as coordenadas geográficas da amostra.

O sistema está apto a gerar interpolações a partir de duas funções, que devem ser escolhidas pelo usuário, de acordo com a conjuntura ao qual estará empregando os resultados.

Considera-se para este contexto de aplicação, o termo interpolação, como um método matemático empregado na atribuição de valores a um conjunto de dados através de estimativas sobre um conjunto discreto de dados pontuais que estão previamente conhecidos.

As duas funções de interpolação oferecidas são:

- Inverso da Distância Elevado ao Quadrado;
- Média Móvel.

O primeiro citado é comumente conhecido por IDP (*Inverse Distance to a Power* – Inverso da Potência da Distância). É um estimador determinístico no qual os valores são calculados de forma que a influência de um ponto observado em relação a um ponto estimado é inversamente proporcional à distância que os separa.

No *Apple Show* o IDP interpola com o fator de ponderação elevado a potência dois, conforme a Equação 1, o que aumenta a suavização dos valores estimados em relação ao uso do IDP na potência um.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Z_i}{D_i^2}\right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{D_i^2}\right)}$$

Equação 1 – inverso da distância elevado ao quadrado.

Para a Equação 1 considera-se:

- Z – valor atribuído ao ponto estimado;
- Z_i – valor do vizinho i observado na amostra;
- n – número de elementos considerados na interpolação do ponto;
- D_i^2 - distância euclidiana, considerando o i -ésimo ponto de vizinhança e o ponto a ser amostrado, elevado ao quadrado.

A segunda função de interpolação disponibilizada é conhecida como média móvel, na qual são atribuídos valores aos pontos estimados de acordo com a média dos valores dos pontos observados, respeitando uma distância limite predefinida pelo usuário entre o ponto interpolado e os pontos amostrais. Este método de estimação, diferentemente da IDP, não atribui escala de pesos diferentes entre os pontos estimados e os pontos observados, conforme se pode observar pela Equação 2.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i)}{n}$$

Equação 2 – média móvel.

Para a Equação 2 considera-se:

- Z – valor atribuído ao ponto estimado;
- Z_i – valor do vizinho i observado na amostra;
- n – número de elementos considerados na interpolação do ponto.

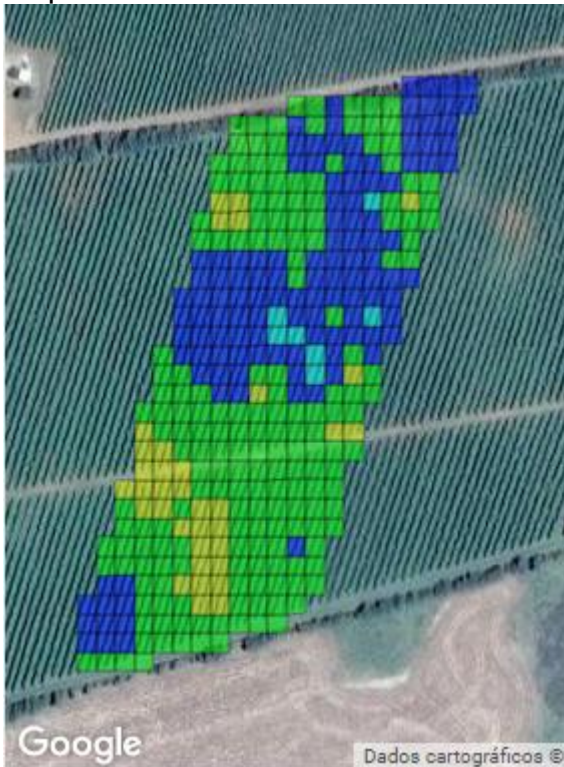
Na intenção do desenvolvimento de mapas mais precisos, vale destacar a importância da escolha da função de interpolação mais adequada ao contexto da amostra e do tipo de argumento indicado pelo usuário, que no sistema *Appel Show* podem ser:

- Número de vizinhos: habilita o usuário a definição da quantidade de pontos amostrais mais próximos ao ponto a ser estimado que serão considerados no cálculo;
- Passos: não considera o número fixo de pontos observados, mas a distância máxima entre eles e o ponto interpolado.

O último argumento solicitado é a largura da grade. Ela representa o valor em metros de cada aresta do quadrado que representa uma região do mapa. Ela é definida através de uma função exponencial de potência dois, atribuindo uma área no mapa com o valor do quadrado do argumento indicado pelo usuário. O tamanho da grade é inversamente proporcional à quantidade de grades no mapa.

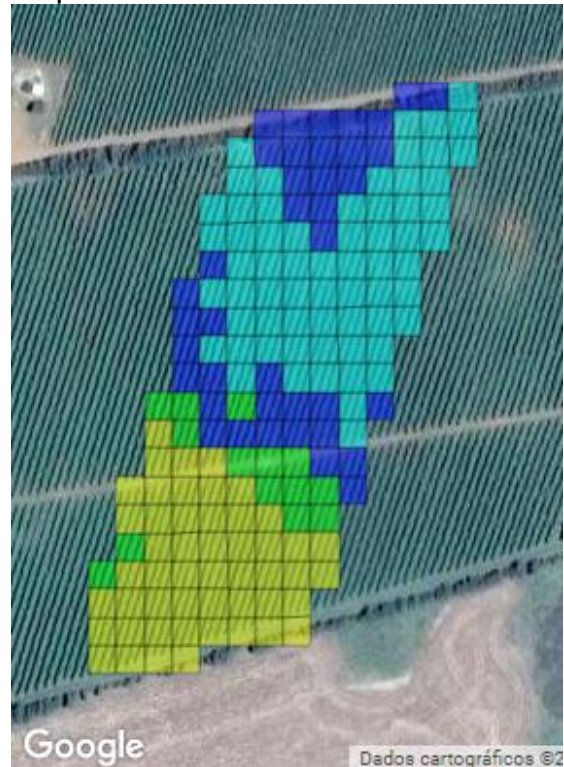
Na Figura 17 são apresentados dois mapas gerados com base na amostra observada na Figura 16. Apesar da área e dos valores da amostra serem os mesmos em ambos os mapas, o resultado obtido é visivelmente diferente.

Mapa 01



Cor	Valor
	$13,95 \leq \text{Valor} \leq 14,91$
	$14,91 < \text{Valor} \leq 15,87$
	$15,87 < \text{Valor} \leq 16,83$
	$16,83 < \text{Valor} \leq 17,79$

Mapa 02



Cor	Valor
	$15,56 \leq \text{Valor} \leq 15,85$
	$15,85 < \text{Valor} \leq 16,14$
	$16,14 < \text{Valor} \leq 16,43$
	$16,43 < \text{Valor} \leq 16,72$

Figura 17 – Mapas gerados no sistema *Apple Show*.

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

No Mapa 01 da Figura 17 foi realizada a estimação através do inverso da distância elevado ao quadrado, considerando os 10 pontos amostrais mais próximos e com a largura de grade de 10 metros (100m^2).

A interpolação utilizada no Mapa 02 da Figura 17 é a média móvel, considerando os 15 pontos amostrais mais próximos e com a largura de grade de 15 metros (225m^2).

O usuário tem a liberdade de selecionar a cada mapa apresentado a quantidade de intervalos de valores (legendas) que ele achar mais adequado, dentro de um limite mínimo de duas ao máximo de dez classes.

A quantidade adequada de classes para cada mapa vai depender do elemento da amostra e do contexto da análise.

5.2.1 Geração de mapas de qualidade - pontuação

A funcionalidade de geração de mapas de qualidade consiste na elaboração de um mapa por meio da avaliação dos resultados obtidos em diferentes interpolações de um mesmo elemento ou na comparação dos resultados de amostras diferentes.

Os mapas de qualidade apresentam em cada grade o valor da pontuação obtida com a soma dos valores dos mapas comparados. A soma dos valores consiste em atribuir um valor sequencial, iniciando pelo número um ao primeiro valor da legenda e somando mais um a cada novo intervalo da legenda (classe).

Após atribuir os valores a todas as classes nos mapas selecionados, é realizada a soma dos valores que cada ponto da grade obteve e confeccionado um novo mapa a partir da soma de valores dos mapas selecionados.

Os mapas de pontuação estão sempre divididos em quatro classes de qualidade, independentemente das quantidades de classes que os mapas originais possuíam.

O *Apple Show* é capaz de comparar de dois a quatro mapas concomitantemente, mesmo com número de classes diferentes, e apresentar o mapa de pontuação.

Na funcionalidade de seleção de mapas para pontuação, o sistema não permite a escolha de mapas com largura de grade diferente ou que pertençam a áreas distintas.

A capacidade de geração de mapas de qualidade confere ao usuário do sistema uma ferramenta importante, capaz de:

- Por meio de amostras de atributos físicos e/ou químicos do solo, confeccionar uma variável visual que apresente a distribuição dos pontos de maior capacidade produtiva do solo, assim como as regiões que mais necessitam de alguma forma de correção;
- Realizar comparações de amostras de aspectos de produção, como, no caso da produção de maçãs, gerar mapas que apresentam um somatório das condições de qualidade do fruto em determinado momento.

No intuito de ilustrar a capacidade de geração de mapas de pontuação que expressem a qualidade de determinado conjunto de amostras, a Figura 18 exhibe os mapas de duas características físico-químicas dos frutos das macieiras que serão submetidos para a geração do mapa de pontuação.

Os atributos são:

- Pressão, também conhecida por firmeza da polpa, medida pela aplicação de pressão por dinamômetro;
- Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), determinados por refratometria.

Firmeza da polpa dos frutos



Cor	Valor
	$14,04 \leq \text{Valor} \leq 15,03$
	$15,03 < \text{Valor} \leq 16,01$
	$16,01 < \text{Valor} \leq 16,99$
	$16,99 < \text{Valor} \leq 17,97$

Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) dos frutos



Cor	Valor
	$11,12 \leq \text{Valor} \leq 12,50$
	$12,50 < \text{Valor} \leq 13,87$
	$13,87 < \text{Valor} \leq 15,25$
	$15,25 < \text{Valor} \leq 16,63$

Figura 18 – Mapas de firmeza da polpa e sólidos solúveis dos frutos.

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

Os mapas da Figura 18 foram gerados utilizando 40 pontos observados por amostras coletadas na safra 2013, na área experimental mencionada anteriormente.

Para interpolação foi utilizado o algoritmo IDP, considerando para cada ponto calculado os dez pontos observados mais próximos. A largura de grade escolhida foi a de 5 metros, o que representa 25 metros quadrados para cada quadriculado.

O mapa de pontuação resultante da comparação dos mapas de firmeza da polpa e sólidos solúveis da Figura 18 é apresentado na Figura 19.

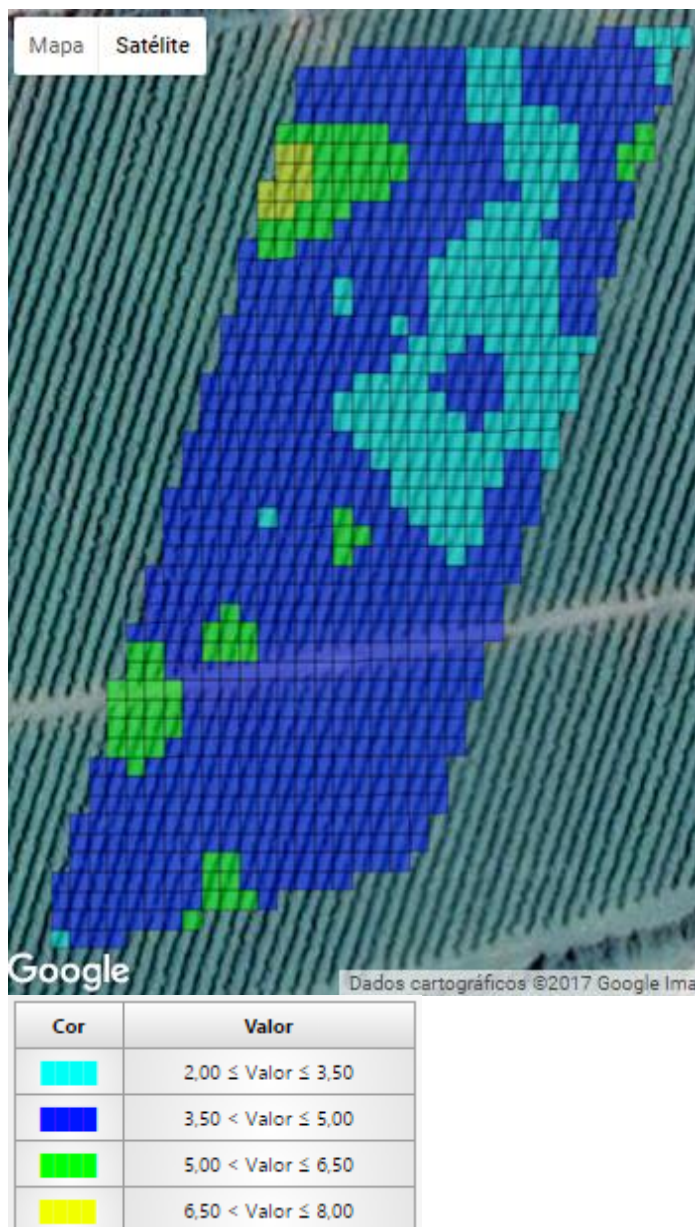


Figura 19 – Mapa de pontuação (firmeza da polpa e sólidos solúveis).

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

A geração de mapas de pontuação para as amostras de firmeza de polpa e sólidos solúveis das maçãs de determinada área tem o intuito de analisar as regiões que possam estar com os frutos mais maduros e que conseqüentemente, possam ser colhidas primeiramente.

Na Figura 19, nos locais onde os quadriculados estão em amarelo ou verde, encontram-se as áreas que apresentaram a maior pontuação, considerando as amostras de firmeza da polpa e sólidos solúveis, indicando um estado de maturação adiantado quando comparadas com as áreas em azul claro ou azul marinho.

Um dos possíveis destinos da maçã é a exportação. Para a venda no exigente mercado externo, as empresas brasileiras costumam oferecer maçãs com boa aparência, considerando, além da saúde do fruto, principalmente o seu calibre e a quantidade percentual de cor vermelha da sua epiderme.

Esses dois atributos também foram amostrados na mesma área e no mesmo ano referentes à firmeza da polpa e os sólidos solúveis dos frutos exemplificados anteriormente. O algoritmo de interpolação e a largura da grade também foram os mesmos.

O índice de cor foi definido por meio da comparação entre o fruto analisado e uma tabela de referência contendo impresso uma escala de coloração. Já o calibre correspondeu à quantidade de frutos em uma caixa de maçãs de 18 kg.

Os valores de cada ponto observados são definidos pela média de três observações, portanto, o calibre que geralmente é expresso por um número inteiro, neste caso pode assumir valores decimais.

É importante frisar que o calibre é inversamente proporcional ao diâmetro, portanto, neste caso, a amostra de calibre foi cadastrada com ordenação decrescente, e na legenda os valores maiores assumem as primeiras classes.

Os mapas de índice de cor vermelha da epiderme e do calibre da maçã apresentados na Figura 20 podem ser analisados de maneira individual, transmitindo a situação encontrada no pomar referente a determinado atributo ou também, podem servir de base para o desenvolvimento de uma nova variável visual, com o produto dos dois mapas anteriores.

Índice de cor vermelha na epiderme dos frutos Calibre (frutos por caixa)

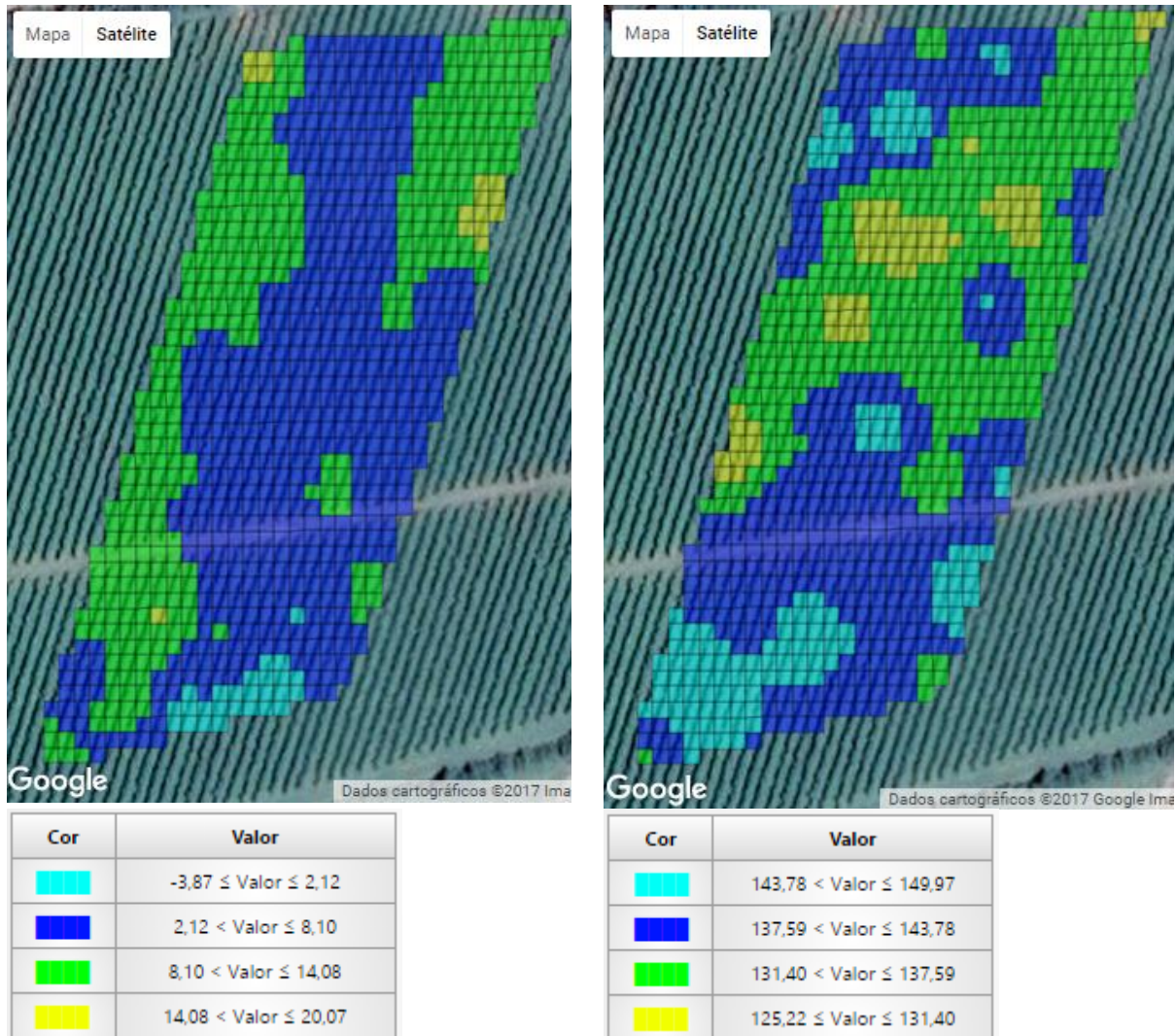
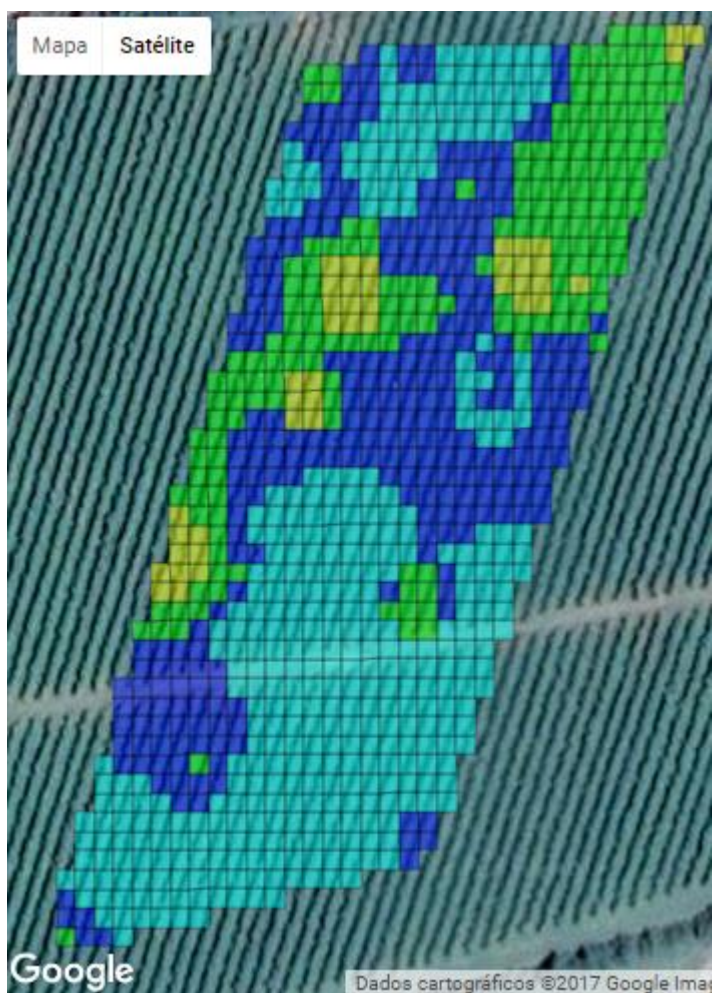


Figura 20 – Mapas de índice de cor e calibre da maçã.

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

A Figura 21 é o resultado obtido por meio da atribuição de pontuação aos mapas da Figura 20. Nele é possível localizar as áreas com frutos maiores e mais vermelhos, que se apresentam mais adequadas para a exportação.



Cor	Valor
	$3,00 \leq \text{Valor} \leq 4,00$
	$4,00 < \text{Valor} \leq 5,00$
	$5,00 < \text{Valor} \leq 6,00$
	$6,00 < \text{Valor} \leq 7,00$

Figura 21 – Mapa de pontuação (índice de cor vermelha e calibre).

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

5.2.2 Comparação de amostras de safras diferentes

Um das possibilidades do sistema desenvolvido é a realização de comparações de mapas de safras (anos) diferentes. Esse recurso se mostra importante em diversos contextos, tais como, a análise dos efeitos na produção advindos de alterações no manejo do pomar, que podem ser por exemplo:

- Adubação;

- Tratamento fitossanitário;
- Raleio;
- Uso de tela anti-granizo.

Também é possível apreciar o possível impacto de fatores ambientais distintos na qualidade do fruto em anos diferentes, como por exemplo;

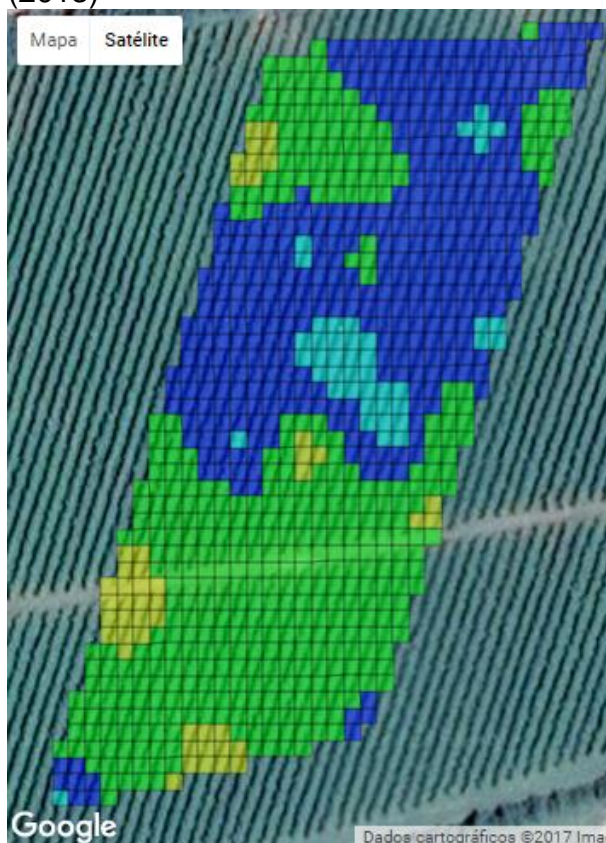
- Índices pluviométricos;
- Variações de temperaturas;
- Eventos de geadas, tempestades, neve;
- Quantidade de insolação.

Além dos fatores de manejo e ambientais, também podem influenciar a produção fatores como a genética utilizada e a idade do pomar.

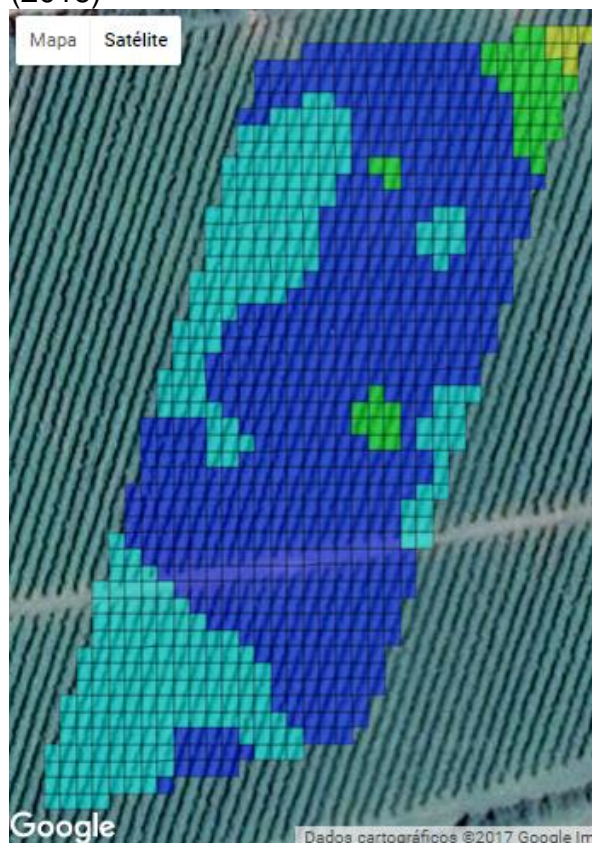
Por meio de dados coletados na área experimental e fornecidos pela Embrapa Uva e Vinho de Vacaria foi possível a confecção de mapas de safras diferentes, ilustrando as variações existentes na produção macieira em uma mesma área em anos diferentes.

A Figura 22 apresenta os mapas gerados do índice de firmeza da polpa da maçã observados em 2013 e comparados com os de 2016.

Índice de firmeza da polpa dos frutos (2013)



Índice de firmeza da polpa dos frutos (2016)



Cor	Valor
	$14,04 \leq \text{Valor} \leq 15,03$
	$15,03 < \text{Valor} \leq 16,01$
	$16,01 < \text{Valor} \leq 16,99$
	$16,99 < \text{Valor} \leq 17,97$

Cor	Valor
	$15,47 \leq \text{Valor} \leq 17,52$
	$17,52 < \text{Valor} \leq 19,57$
	$19,57 < \text{Valor} \leq 21,62$
	$21,62 < \text{Valor} \leq 23,67$

Figura 22 – Mapas dos índices de firmeza de polpa dos frutos em 2013 e 2016.

Fonte: Sistema *Apple Show* (2017)

Confrontando ambos os mapas, não foi possível encontrar um padrão entre os resultados dos índices de firmeza da polpa encontrados em 2016, com os valores da safra de três anos antes.

Por não estar disponível o histórico das condições climáticas e do manejo não é possível inferir uma correlação sobre esses fatores na alteração do padrão de produção apresentado no pomar.

5.3 GERAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE KML

O *Apple Show* disponibiliza aos seus usuários a funcionalidade de exportação dos mapas gerados no formato KML (Keyhole Markup Language). O KML é uma linguagem utilizada para expressar anotações geográficas no qual o mapa exportado pode ser visualizado em outros sistemas, como, por exemplo, no Google Earth.

Essa função é interessante principalmente pelo fato de que uma vez exportado em KML, um mapa pode ser visualizado a qualquer momento por meio do Google Earth, sem necessidade de acesso ao sistema *Apple Show*, como pode ser observado na Figura 23.

A manipulação de mapas através do Google Earth oferece alguns recursos e informações adicionais sobre a área estudada, como por exemplo:

- Data das imagens;
- Coordenadas geográficas;
- Altitudes;
- Possibilidade de mudança do ângulo de visão.

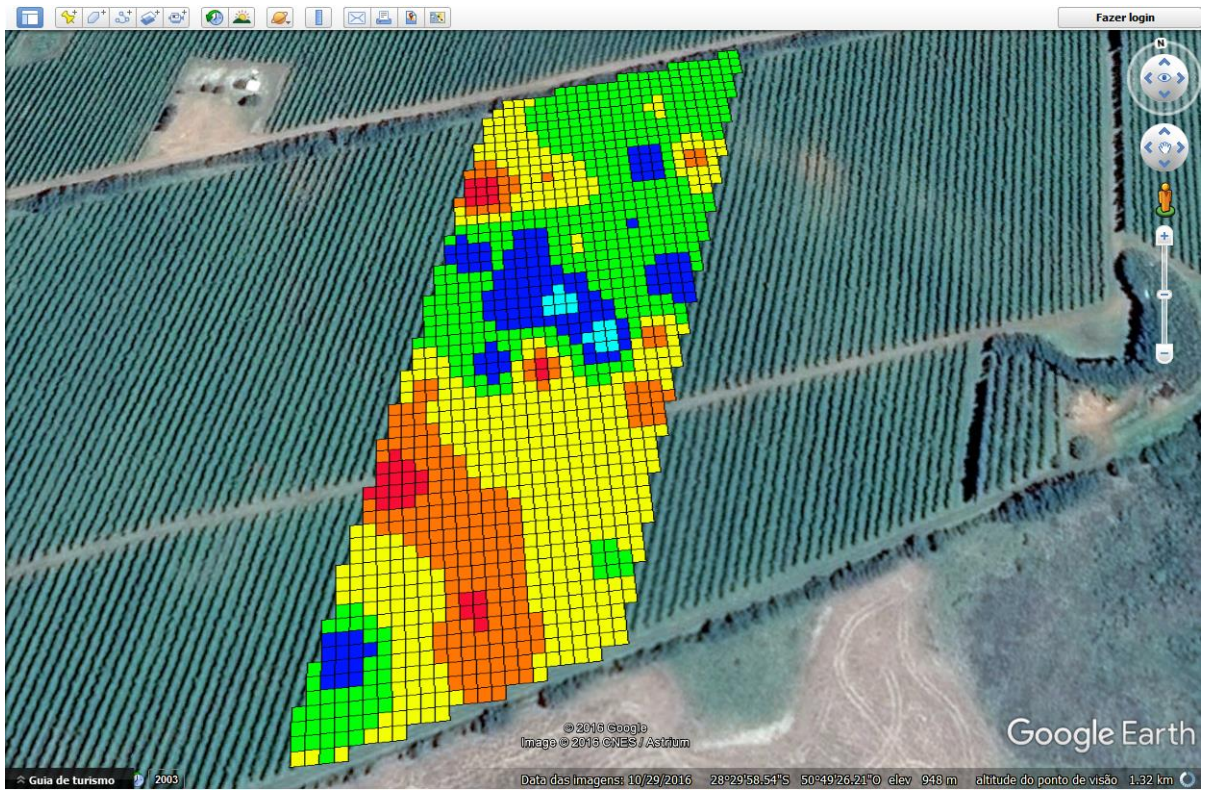


Figura 23 – Mapa KML gerado no *Apple Show* e visualizado no Google Earth.

Fonte: Google Earth (2017)

Depois de gerado o KML, ele vai representar de maneira estática um mapa elaborado no *Apple Show*, mas pelo fato do KML ser uma camada adicional sobre as imagens de satélite disponibilizadas no Google Earth, elas podem ser atualizadas sem impactar em alterações no mapa gerado.

6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do *Apple Show* resultou em um sistema apto a servir de ferramenta de apoio a tomadas de decisões, no âmbito de manejo e reconhecimento de características de áreas de produção e no trabalho de produção agrícola.

As principais funcionalidades do sistema são:

- Capacidade de visualização, sobre o formato do Google Imagens, dos contornos de áreas e de pontos observados em amostras cadastradas;
- Geração de mapas por meio da interpolação de amostras;
- Função de comparação de mapas;
- Elaboração de mapas de qualidade sobre o formato de pontuação atribuída aos mapas selecionados;
- Exportação dos mapas gerados em formato KML.

Como resultado do desenvolvimento de um sistema, deve-se considerar suas funcionalidades ofertadas, mas também, necessariamente se prolongar ao efeito causado sobre o seu contexto de aplicação, que no caso do *Apple Show* está focado na produção agrícola, com destaque para os atributos de qualidade dos frutos da macieira.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A base de sustentação da vida moderna é a produção agrícola, seja como fonte de alimentos, energia ou matérias-primas. A importância dela é incalculável, mas os investimentos e pesquisas voltados ao seu desenvolvimento ainda não correspondem a sua relevância.

Mesmo em culturas que demandam alto volume financeiro em sua cadeia produtiva, como é o caso da produção de maçãs, a oferta de ferramentas computacionais voltadas ao auxílio de tomada de decisões ainda é limitada.

O sistema desenvolvido propõe uma solução para uma pequena parte das necessidades tecnológicas envolvidas no cultivo da macieira. A apresentação de grandes quantidades de informações georeferenciadas em mapas facilita a leitura e interpretação ao gestor agrícola, quando comparada à apresentação das mesmas informações em relatórios, como ainda costuma ocorrer em muitas propriedades brasileiras.

A dimensão do possível impacto na produção advindo da utilização de ferramentas computacionais, como no caso do uso do *Apple Show*, no auxílio do gerenciamento agrícola ainda não fora calculado, mas considerando as proporções do agronegócio as estimativas são ambiciosas.

O *Apple Show* ainda deverá ser testado em escala macro e os seus resultados analisados. Por meio dos retornos dos seus resultados e das avaliações dos seus usuários, algumas funções possivelmente sofrerão alterações e outras serão implementadas.

O sistema desenvolvido visa suprir uma carência, mas ainda não possui todo o ferramental necessário. Novas funções para o *Apple Show* ou novos projetos de sistemas são esperados para a solução de situações do campo.

Aplicativos que automatizem a coleta de informações sobre os atributos de qualidade da maçã ainda no pomar ou os aspectos do desenvolvimento e saúde das macieiras são exemplos de carências que a cadeia produtiva da maçã enfrenta.

REFERÊNCIAS

AGGELOPOOULOU, Katerina et al. Delineation of management zones in an apple orchard in Greece using a multivariate approach. **Computers and Electronics in Agriculture**. Grécia, v. 90, p. 119-130, jan. 2013.

AGUIRRE, Argentino J.; FILHO, José A. M. **Introdução à cartografia**. Santa Maria: UFSM / CCR / Departamento de Engenharia Rural, 2009, 2 ed. 80 p.

ANDERSON, Paul S. et al. Escala, generalização e medições. **A natureza da cartografia**. Princípios de Cartografia Básica. Universidade de Brasília. Brasília, DF. v. 1, 1982.

ANDERSON, Paul S.; MONMONIER, Mark S.; MUHRCKE, Phillip. Simbolização, generalização e as características básicas em cartas topográficas. **A natureza da cartografia**. Princípios de Cartografia Básica. Universidade de Brasília. Brasília, DF. v. 1, 1982.

ANDERSON, Paul S.; RIBEIRO, Antônio J.; MONMONIER, Mark S. A natureza da cartografia. **A natureza da cartografia**. Princípios de Cartografia Básica. Universidade de Brasília. Brasília, DF. v. 1, 1982.

ANDRADE, Paulo F.S. Fruticultura - Análise da conjuntura agropecuária. **DERAL - Departamento de Economia Rural**. Brasília, Dez. 2012.

ANDRADE, Thiago F. **Desenvolvimento Web com JavaServer Faces**. Uberlândia, MG: AlgaWorks, 2010. 204 p.

ANDRADE, Thiago F. **Java EE 7 com JSF, PrimeFaces e CDI**. Uberlândia, MG: AlgaWorks, 2013. 199 p.

ANESE, Rogério. O. et al. A Influência da temperatura no armazenamento de maçãs 'Royal gala' em atmosfera controlada. SIMPÓSIO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 14, 2010 **Anais...** Santa Maria. Unifra. Centro Universitário Franciscano, 2010.

ARANTES, Thiago. G. F.; FERREIRA, William R. O geoprocessamento na elaboração de mapas temáticos do transporte de cargas: Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba/MG. **Geografia Ensino & Pesquisa**. v. 15, n. 2, maio/ago. 2011.

BARROS, Geraldo. S. C. et al. Relatório PIB Agro-Brasil. **GDP Agribusines – Brazil Outlook**. CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2015. 15 p.

BASSOI, Luís H. et al. Agricultura de precisão em fruticultura. **Agricultura de precisão**: resultados de um novo olhar. Embrapa, p. 350 – 360. 2014.

BAZZI, Claudio. L.; SOUZA, Eduardo. G.; BETZEK, Nelson. M. **Sdum software para definição de unidades de manejo**: teoria e prática. ed. 1, 2015. v. 1. 123 p.

BENACCHIO Alcione. **Definição de uma arquitetura integrada de repositório de padrões e metadados**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Paraná, 2008.

BITTENCOURT, Cleiton. C. **Panorama da cadeia da maçã no estado de Santa Catarina**: Uma abordagem a partir dos segmentos da produção e de *packing house*. 2008. 145 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

BITTENCOURT, Cleiton. C. et al. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e packing house. **Revista Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, Ago. 2011.

BUAINAIN, Antônio M. Tendências do agronegócio no Brasil. SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 12, 2016. **Anais...** São Joaquim, SC: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. Jun. 2016.

BUAINAIN, Antônio. M.; BATALHA, Mário. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Série agronegócios. Brasília: IICA/MAPA/SPA, 2007. v. 7, 102 p.

BUZELLI, Giovanna; CUNHA-SANTINO, Marcela B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**. 2013, vol.8, n.1 pp. 186-205.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. Ministério da Ciência e Tecnologia. INPE, São José dos Campos. 2001.

CÂMARA, Gilberto et al. **Anatomia de sistemas de informação Geográfica**. Divisão de processamento de imagens – INPE. Rio de Janeiro, Abr. 1996. 205 p.

CANZIAN, Edmur et al. Projeto de um monitor de semeadora com GPS para pesquisa em agricultura de precisão. AGROSOFT 97 – CONGRESSO DA SBI-AGRO, 1, 1997. **Anais...** Belo Horizonte, 1997.

CARVALHO, Edilson A.; ARAÚJO, Paulo C. **Projeções cartográficas**. Leituras cartográficas e interpretações estatísticas. 2008. Natal. 248 p.

CARVALHO, Vera. R. F. **Cadeia produtiva da maçã no Brasil**: limitações e potencialidades. Porto Alegre, BRDE, 2011. 44 p.

CLARO Daniela. B.; SOBRAL João. B. M. **Programação em Java**. Copyleft Pearson Education. Florianópolis, 2008.

CLAUDINO, Edison. S.; TALAMINI, Edson. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 77-85, Jan. 2013 .

COSTA, Nídia. R. et al. Produtividade de laranja correlacionada com atributos químicos do solo visando a zonas específicas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.4, p.391-398, Dec. 2014.

DE DEUS, Rafael M.; BAKONYI, Sonia M. C. O impacto da agricultura sobre o meio ambiente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** v. 7, n. 7, p. 1306-1315, Mar.-Ago. 2012.

FACHINELLO, José C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2011, vol. 33, p. 109-120.

FAJNZYLBER, Fernando. Competitividad internacional: evolución y lecciones. **Revista de La Cepal**, Santiago de Chile, n. 36, p. 7-24, 1988.

FERNANDES, Mário G. **Cartografia**: programa, conteúdos e métodos de ensino. Departamento de Geografia. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. 2008. 103 p.

FERREIRA, Karine. R. Interface para operações espaciais em banco de dados geográficos. 2003. Dissertação (Computação Aplicada) - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. São José dos Campos, 2003.

FERREIRA, Karine. R. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Bancos de Dados Geográficos. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2013.

GEARY, David; HORSTMANN, Cay. **Core JavaServer Faces**. Pearson Education. 3 ed., 2010.

GEBLER, Luciano et al. Spatial influence of physical and chemical parameters on management zone definition in apple orchards. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.6, p.1160-1171, nov./dez. 2015.

GIRARIDI, César L. Introdução. **Maçã pós-colheita**. Embrapa Uva e Vinho. Brasília. p. 9. 2004.

GIRARIDI, César L.; NACHTIGALL, Gilmar R.; PARUSSOLO, Aguinaldo. Fatores pré-colheita que interferem na qualidade da fruta. **Maçã pós-colheita**. Embrapa Uva e Vinho. Brasília. p. 24 – 34.2004.

GIRARDI, César L.; SANHUEZA, Rosa M. V.; BENDER, Renar J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Bento Gonçalves, Jun. 2002.

GIRARDI, Eduardo P. **Proposição teórico-metodológica de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira**. 2008. 348 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2008.

GOBBI, Wanderléia. A. O. Agricultural modernization in the Minas Gerais state's cerrado: governmental development programs in the 1970' decade. **Caminhos da geografia**. v. 9, n. 11, p. 130-149, Feb. 2004.

GONZALEZ, Bernardo C. R.; COSTA, S. M. A. L. Agricultura brasileira: modernização e desempenho. **Revista Teoria da Evidência Econômica**. Passo Fundo, v. 5, n. 10, p. 7-35, maio 1998.

GORNI, Daniel et al. Open source web GIS – Sistema de informação geográfica de expedições. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007. **Anais...** Florianópolis, Abr. 2007.

GUEDES, Maria S. B.; SENA, Marcos; TOLEDO, Sebastião. **Certificação como estratégia competitiva internacional dos produtores de frutas no Brasil**. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas Geográfico Escolar**. Rio de Janeiro. 6 ed. 2012. 218 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 13 Mar. 2016.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Panorama da cadeia produtiva das frutas em 2012 e projeções para 2013**. Set. 2013.

ICA - International Cartographic Association. Disponível em: <<http://icaci.org/>> Acesso em: 20 Mar. 2016.

JOLY, Fernand. **A cartografia**. 1990 Tradução: Tânia Pelegrini. Campinas. Papirus. 6 ed.

JÚNIOR, Celso J.; SIDONIO, Luiza; MORAES, Victor E. G. Fruticultura: convergências e divergências. **Fruticultura**. BNDS Setorial, p. 371-396. 2010.

KIST, Benno B et al. **Anuário Brasileiro da maçã 2015**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 72 p.

KIST, Benno B et al. **Anuário Brasileiro da maçã 2016**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.

KUSE, Leonardo R. et al. Avaliação inicial da influência de parâmetros físico-químicos de solo na produção de um pomar de maçãs. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2012. **Anais...** Ribeirão Preto. 2012.

MENDONÇA, Maria L. O papel da agricultura nas relações internacionais e a construção do conceito de agronegócio. **Contexto Internacional**. Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, Ago. 2015, p. 375-402.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução normativa Nº5**, de 9 de fevereiro de 2006.

Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. – Brasília, 2014. 156 p.

MURARI, Marcelo L. **Desenvolvimento de uma ferramenta computacional de apoio ao ensino de sistemas eletrônicos digitais**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

MURGO, Leilson F.; FOSCHINI, Ivan J. **Análise das Tecnologias JSF2/PrimeFaces e JavaFX para a Criação de Interfaces Ricas para Internet**. Tecnologias, Infraestrutura e Software. Departamento de Computação / Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). São Carlos, v. 3, n. 2, p. 189-203, mai.-ago. 2014.

NACHTIGALL, G.R. Inovações tecnológicas para o setor da maçã - **INOVAMAÇÃ**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 338 p.

NASCIMENTO, P. C. et al. Uso da terra e atributos de solos do estado do Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 920-926, Set. 2014.

OLIVEIRA, Ivanilton J. A linguagem dos mapas: utilizando a cartografia para comunicar. **Revista Uniciencia**. Goiás. 2004. 19 p.

OLIVEIRA, Rone. B. et al. Comparação entre métodos de amostragem do solo para recomendação de calagem e adubação do cafeeiro conilon. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 176-186, Mar. 2008.

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em: 01 Fev. 2017.

PAWLAN, Monica. **The J2EE™ Tutorial**. Addison-Wesley. Mar 2002

PETRI, José. L.; LEITE, Gabriel B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 30, n. 4, Dec. 2008.

PETRI, José L.; COUTO, Marcelo; LEITE, Gabriel. B. O frio para as fruteiras de clima temperado. **Agapomi**. ed. 207, Ago 2011

PORTAL PLANALTO 2015 – Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/noticias/2015/06/responsavel-por-23-do-pib-plano-safra-impulsiona-agropecuaria>> Acesso em: 13 Mar. 2016.

RAGAGNIN, Vilmar. A.; JÚNIOR, Darly. G. S.; NETO, Américo. N. S. Recomendação de calagem a taxa variada sob diferentes intensidades de amostragem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 600-607, 2010.

REETZ, Erna. R. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Editora Gazeta Santa Cruz Ltda. Santa Cruz do Sul, 2015. 104 p.

RIBAMAR, F. S. **PostgreSQL Prático**. Set. 2006 157 p.

RIBEIRO, Antônio J.; ANDERSON, Paul S. História da cartografia mundial e brasileira. **História da cartografia mundial e brasileira**. Princípios de Cartografia Básica. Universidade de Brasília. Brasília, DF. v. 1, 1982.

RODRIGUES, Roberto. Frutas para o mundo. **Agroanalysis**. Jan. 2015 2 p.

ROSA, Roberto. **Cartografia básica**. Universidade Federal de Uberlândia. Fev. 2004. 72 p.

SALIM, Celso. A. As políticas econômicas e tecnológicas para o desenvolvimento agrário das áreas de cerrados o Brasil: avaliação e perspectivas. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, v. 1, n. 3, p. 297-343, 1986.

SALVADOR, Fábio B. **Loucademia de Java: J2SE**. Luisius. 2008. 114 p.

SAMPAIO, Yony; SAMPAIO, Luciano; BARROS, Emanuel S. Ajustes ambientais nos modelos DEA e a agricultura irrigada. **Revista Economia Aplicada**. Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, p. 381-397, Set. 2012.

SCHRAMMEL, Bruna M; GEBLER, Luciano. Utilização de ferramenta de SIG para agricultura de precisão no planejamento ambiental de uma pequena propriedade

rural produtora de maçãs. **Agricultura de Precisão: Um Novo Olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 222 – 226.

Secretaria de Política Agrícola. Maçã. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. v. 54, Mar. 2013.

SILVA, Claudia. B.; MORRETO, Antonio. C.; RODRIGUES, Rossana. L. **Viabilidade econômica da agricultura de precisão: o caso do Paraná**. 2012. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/12O499.pdf>> Acesso em: 09 Mar. 2016.

SILVA, Fábio. M. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos e produtividade da cultura do café em duas safras agrícolas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 1, p. 231-241, Fev. 2008.

SILVA, Isabel F. T. et al. Noções básicas de cartografia. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Diretoria de Geociências. Departamento de Cartografia. Rio de Janeiro, 1998. 127 p.

SPILLERE, Luciana. C.; BEAUMORD, Antonio C. Formulação de uma hipótese global de situação de impacto para o parque industrial pesqueiro instalado em Itajaí e Navegantes - SC. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 380-384, Dec. 2006.

TSCHIEDEL, Mauro; FERREIRA, Mauro F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 159-163, Fev. 2002.

VANZ, Ricardo. Mercado da maçã no Brasil. SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 12, 2016. **Anais...** São Joaquim, SC: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. Jun. 2016. p. 18 – 24.

VEIGA, Luis A. K.; ZANETTI, Maria A. Z.; FAGGION, Pedro L. **Fundamentos de topografia**: Engenharia cartográfica e de agrimensura. Universidade Federal do Paraná. 2012. 288 p.

VERMEIJ, Maarten. J. **Dutch Cadastral Dataset on PostGreSQL and the PostGIS spatial extension**: a performance test. Faculty of Civil Engineering and Geosciences / Departamento of Geodesy. Delft. Fev. 2002. 39 p.

VITTI, Aline. **Análise da competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional.** 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Coordenadas Geográficas do Contorno da Área Experimental

Longitude	Latitude
-50.8251874926	-28.5007099444
-50.8240182152	-28.5004211444
-50.8231182027	-28.4979491911
-50.8243082152	-28.4981425708
-50.8251874926	-28.5007099444

APÊNDICE B – Firmeza da Polpa dos Frutos (safra 2013)

Longitude	Latitude	Valor amostral
-50.8249874926	-28.5003731444	14.92
-50.8248862917	-28.5000885043	16.25
-50.8247925129	-28.4998019419	18.00
-50.8246824035	-28.4994427122	16.75
-50.8246040601	-28.499140743	15.71
-50.8244807562	-28.4988520842	15.08
-50.8243791908	-28.4985732382	18.08
-50.8242821524	-28.4983068547	16.17
-50.8240099471	-28.4982874655	15.58
-50.8241042236	-28.4985306201	16.75
-50.8241946968	-28.498824734	14.92
-50.8243049847	-28.4990871359	15.17
-50.8243999179	-28.4993664969	14.92
-50.8244920429	-28.499645105	16.58
-50.8246206597	-28.499953232	16.83
-50.8247028514	-28.5002208868	16.50
-50.8245075366	-28.5002670587	17.58
-50.824405163	-28.4999941512	16.92
-50.8243022863	-28.4997353877	16.25
-50.8241926741	-28.499391684	17.58
-50.8240927835	-28.4991259106	14.25
-50.8239995052	-28.4988658775	16.17
-50.8239049331	-28.4986037214	16.08
-50.8238080211	-28.498335749	15.92
-50.8235343461	-28.498210917	16.08
-50.8236289952	-28.498499702	14.67
-50.8237290259	-28.4987785194	15.33
-50.8238236133	-28.499037408	15.92
-50.8239205554	-28.4992999373	13.92
-50.8240175264	-28.4995577096	16.08
-50.824148403	-28.4999255691	16.50
-50.8242400774	-28.5001800034	16.58
-50.8240104355	-28.5001425708	15.83
-50.8239083759	-28.4998844761	16.08
-50.8237909431	-28.499562146	17.25
-50.8237017338	-28.4993132388	16.92
-50.8236018612	-28.499062052	14.83
-50.8234958411	-28.4987781266	16.00
-50.8234013936	-28.4985094802	16.92
-50.8233032027	-28.4982371911	15.42

APÊNDICE C – Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) dos Frutos (safra 2013)

Longitude	Latitude	Valor amostral
-50.8249874926	-28.5003731444	12.85
-50.8248862917	-28.5000885043	13.47
-50.8247925129	-28.4998019419	13.45
-50.8246824035	-28.4994427122	13.30
-50.8246040601	-28.499140743	12.84
-50.8244807562	-28.4988520842	14.37
-50.8243791908	-28.4985732382	16.80
-50.8242821524	-28.4983068547	12.57
-50.8240099471	-28.4982874655	13.75
-50.8241042236	-28.4985306201	14.53
-50.8241946968	-28.498824734	12.48
-50.8243049847	-28.4990871359	12.70
-50.8243999179	-28.4993664969	12.42
-50.8244920429	-28.499645105	14.20
-50.8246206597	-28.499953232	13.90
-50.8247028514	-28.5002208868	12.82
-50.8245075366	-28.5002670587	12.55
-50.824405163	-28.4999941512	11.95
-50.8243022863	-28.4997353877	13.30
-50.8241926741	-28.499391684	13.15
-50.8240927835	-28.4991259106	12.50
-50.8239995052	-28.4988658775	12.38
-50.8239049331	-28.4986037214	12.52
-50.8238080211	-28.498335749	11.98
-50.8235343461	-28.498210917	13.75
-50.8236289952	-28.498499702	12.00
-50.8237290259	-28.4987785194	11.53
-50.8238236133	-28.499037408	12.85
-50.8239205554	-28.4992999373	11.98
-50.8240175264	-28.4995577096	13.17
-50.824148403	-28.4999255691	11.52
-50.8242400774	-28.5001800034	11.10
-50.8240104355	-28.5001425708	12.95
-50.8239083759	-28.4998844761	12.55
-50.8237909431	-28.499562146	11.92
-50.8237017338	-28.4993132388	12.48
-50.8236018612	-28.499062052	11.48
-50.8234958411	-28.4987781266	13.97
-50.8234013936	-28.4985094802	14.28
-50.8233032027	-28.4982371911	11.92

APÊNDICE D – Cor Vermelha da Epiderme dos Frutos (safra 2013)

Longitude	Latitude	Valor amostral
-50.8249874926	-28.5003731444	9.20
-50.8248862917	-28.5000885043	6.55
-50.8247925129	-28.4998019419	12.61
-50.8246824035	-28.4994427122	12.89
-50.8246040601	-28.499140743	8.31
-50.8244807562	-28.4988520842	11.83
-50.8243791908	-28.4985732382	14.18
-50.8242821524	-28.4983068547	16.34
-50.8240099471	-28.4982874655	4.72
-50.8241042236	-28.4985306201	5.22
-50.8241946968	-28.498824734	11.11
-50.8243049847	-28.4990871359	8.74
-50.8243999179	-28.4993664969	4.97
-50.8244920429	-28.499645105	7.56
-50.8246206597	-28.499953232	14.41
-50.8247028514	-28.5002208868	9.77
-50.8245075366	-28.5002670587	-3.20
-50.824405163	-28.4999941512	8.36
-50.8243022863	-28.4997353877	4.65
-50.8241926741	-28.499391684	5.78
-50.8240927835	-28.4991259106	2.28
-50.8239995052	-28.4988658775	2.98
-50.8239049331	-28.4986037214	5.60
-50.8238080211	-28.498335749	1.80
-50.8235343461	-28.498210917	14.71
-50.8236289952	-28.498499702	11.79
-50.8237290259	-28.4987785194	9.69
-50.8238236133	-28.499037408	9.44
-50.8239205554	-28.4992999373	7.29
-50.8240175264	-28.4995577096	9.71
-50.824148403	-28.4999255691	1.93
-50.8242400774	-28.5001800034	-4.00
-50.8240104355	-28.5001425708	6.00
-50.8239083759	-28.4998844761	9.93
-50.8237909431	-28.499562146	4.42
-50.8237017338	-28.4993132388	4.72
-50.8236018612	-28.499062052	3.59
-50.8234958411	-28.4987781266	20.27
-50.8234013936	-28.4985094802	10.34
-50.8233032027	-28.4982371911	11.48

APÊNDICE E – Calibre dos Frutos (safra 2013)

Longitude	Latitude	Valor amostral
-50.8249874926	-28.5003731444	136.67
-50.8248862917	-28.5000885043	150.00
-50.8247925129	-28.4998019419	140.83
-50.8246824035	-28.4994427122	125.00
-50.8246040601	-28.499140743	135.00
-50.8244807562	-28.4988520842	143.33
-50.8243791908	-28.4985732382	147.50
-50.8242821524	-28.4983068547	138.33
-50.8240099471	-28.4982874655	136.67
-50.8241042236	-28.4985306201	150.00
-50.8241946968	-28.498824734	125.83
-50.8243049847	-28.4990871359	128.33
-50.8243999179	-28.4993664969	138.33
-50.8244920429	-28.499645105	140.00
-50.8246206597	-28.499953232	142.50
-50.8247028514	-28.5002208868	150.00
-50.8245075366	-28.5002670587	140.00
-50.824405163	-28.4999941512	147.50
-50.8243022863	-28.4997353877	138.33
-50.8241926741	-28.499391684	150.00
-50.8240927835	-28.4991259106	131.67
-50.8239995052	-28.4988658775	130.00
-50.8239049331	-28.4986037214	130.83
-50.8238080211	-28.498335749	145.00
-50.8235343461	-28.498210917	137.50
-50.8236289952	-28.498499702	137.50
-50.8237290259	-28.4987785194	125.00
-50.8238236133	-28.499037408	145.00
-50.8239205554	-28.4992999373	133.33
-50.8240175264	-28.4995577096	133.33
-50.824148403	-28.4999255691	142.50
-50.8242400774	-28.5001800034	142.50
-50.8240104355	-28.5001425708	134.17
-50.8239083759	-28.4998844761	150.00
-50.8237909431	-28.499562146	145.00
-50.8237017338	-28.4993132388	135.83
-50.8236018612	-28.499062052	136.67
-50.8234958411	-28.4987781266	143.33
-50.8234013936	-28.4985094802	131.67
-50.8233032027	-28.4982371911	130.00

APÊNDICE F – Firmeza da Polpa dos Frutos (safra 2016)

Longitude	Latitude	Valor amostral
-50.8249874926	-28.5003731444	17.08
-50.8248862917	-28.5000885043	15.96
-50.8247925129	-28.4998019419	17.38
-50.8246824035	-28.4994427122	17.76
-50.8246040601	-28.499140743	17.29
-50.8244807562	-28.4988520842	16.12
-50.8243791908	-28.4985732382	17.24
-50.8242821524	-28.4983068547	18.46
-50.8240099471	-28.4982874655	18.81
-50.8241042236	-28.4985306201	15.39
-50.8241946968	-28.498824734	17.06
-50.8243049847	-28.4990871359	18.06
-50.8243999179	-28.4993664969	17.24
-50.8244920429	-28.499645105	17.98
-50.8246206597	-28.499953232	16.78
-50.8247028514	-28.5002208868	16.42
-50.8245075366	-28.5002670587	18.62
-50.824405163	-28.4999941512	16.34
-50.8243022863	-28.4997353877	19.31
-50.8241926741	-28.499391684	18.02
-50.8240927835	-28.4991259106	18.42
-50.8239995052	-28.4988658775	18.62
-50.8239049331	-28.4986037214	20.02
-50.8238080211	-28.498335749	19.37
-50.8235343461	-28.498210917	19.67
-50.8236289952	-28.498499702	18.96
-50.8237290259	-28.4987785194	16.84
-50.8238236133	-28.499037408	17.88
-50.8239205554	-28.4992999373	20.92
-50.8240175264	-28.4995577096	19.45
-50.824148403	-28.4999255691	18.92
-50.8242400774	-28.5001800034	17.27
-50.8240104355	-28.5001425708	19.46
-50.8239083759	-28.4998844761	18.38
-50.8237909431	-28.499562146	16.81
-50.8237017338	-28.4993132388	15.54
-50.8236018612	-28.499062052	19.28
-50.8234958411	-28.4987781266	18.50
-50.8234013936	-28.4985094802	19.88
-50.8233032027	-28.4982371911	23.80