

# Sistema de informação geográfica para mapeamento da qualidade de maçã APPLSHOW

Geographic information system for apple quality mapping “APPLSHOW”

Luciano Gebler<sup>1</sup>, Diego Rodrigo Longo<sup>2</sup>, Claudio Leones Bazzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Vacaria (RS), Brasil, [luciano.gebler@embrapa.br](mailto:luciano.gebler@embrapa.br)

<sup>2</sup> Empresário, Sysgeo Sistemas e Consultoria, Missal (PR), Brasil, [diegorodrigolongo@gmail.com](mailto:diegorodrigolongo@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor/Pesquisador, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira (PR), Brasil, [bazzi@utfpr.edu.br](mailto:bazzi@utfpr.edu.br)

## RESUMO

O crescimento da necessidade de alimentos, a escassez de água, a maior preocupação com o ambiente e a busca pelo aumento da lucratividade são fatores que têm estimulado a adoção de técnicas otimizadas de manejo e gestão no contexto agrícola. Neste sentido, tecnologias relacionadas à agricultura de precisão (AP) fizeram com que surgissem sistemas voltados ao apoio nas tomadas de decisão, sendo que o primeiro passo é o ordenamento das informações de forma clara, visível e compreensível a todos os interessados. O *software* APPLSHOW tem a capacidade de mapear as áreas a serem analisadas, adicionar camadas de informação com base em pontos coletados e interpolá-las, apresentando-as e classificando-as em forma de mapas, contando ainda com a possibilidade de usar as imagens de outros programas de imagens aéreas como mapa base, tornando mais fácil o reconhecimento e a interpretação das informações.

**Palavras-chave:** fruticultura de precisão; gestão agrícola; GIS; mapa de colheita.

## ABSTRACT

Growing environmental awareness, water scarcity and food production requirements, in addition to the search for greater profitability, are factors that have stimulated the adoption of optimized management and management techniques in agriculture. In this context, technologies related to precision agriculture (PA) have given rise to systems aimed at informing decision-making, with the first step being the presentation of clear, legible and comprehensible information for all interested stakeholders. The “Apple Show” software can map areas for analysis, add layers of information based on collected data points and interpolate them, presenting and classifying them in the form of maps, with the possibility of using images from other aerial imagery programs as a basemap, making it easier to recognize and interpret the information.

**Keywords:** precision fruit growing; agricultural mapping; GIS; harvest map.

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-38-0.1000024>

 Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem sido fundamental no contexto agrícola e não está somente relacionado à invenção de novas máquinas ou equipamentos, mas também à evolução dos processos de produção, sendo a produtividade geralmente empregada na mensuração do progresso e da eficiência na produção (Gonzalez; Costa, 1998). No intuito de manter-se competitivo, busca-se de forma constante o atendimento às exigências do consumidor, produzindo alimentos de boa qualidade.

A fruticultura tem se tornado um dos mais importantes segmentos do agronegócio brasileiro, considerando que aspectos relativos à alta rentabilidade e à expressiva utilização de mão de obra contribuem significativamente para o desenvolvimento econômico e social do País, e é uma alternativa para o avanço das exportações brasileiras de frutas, que gira em torno de 300 mil toneladas anuais (Kist, 2018).

Neste contexto, considerando o aspecto econômico, a organização das informações disponíveis e a viável interferência de manejo atrelada ao cultivo de algumas frutas, foi necessário o desenvolvimento de um aplicativo que permitisse realizar a transformação de dados quantitativos e qualitativos – na qual se possa observar a variabilidade temporal e espacial, o sentido da ocorrência e a localização de determinadas características, como, por exemplo, o diâmetro do fruto, o teor de sólidos solúveis, os índices de cor, os processos fisiológicos, a ocorrência de pragas, entre outros – em informações suficientemente claras que facilitassem ao usuário uma tomada de decisão, optando-se por uma abordagem na produção de maçãs, considerando a demanda e a dificuldade apresentada.

Assim, foi criado um *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) de baixo custo e fácil manuseio (Longo et al., 2020), cujo objetivo é gerar mapas que permitem apresentar ao produtor informações de maneira a simplificar a interpretação de dados brutos obtidos de processos de monitoramento no campo, gerando subsídios para a tomada de decisão, tanto para o manejo do pomar quanto para a destinação do fruto colhido.

## 2 O SISTEMA APPLESHOW

O *software* APPLESHOW é uma ferramenta computacional, que permite reunir, interpretar e apresentar informações relativas à produção agrícola, de maneira a facilitar o entendimento e as tomadas de decisões no ciclo produtivo por meio da utilização de mapas temáticos, em substituição às diversas planilhas de dados normalmente utilizadas. É um Sistema

de Informações Geográficas (SIG), que nasceu da necessidade de organização de dados agrícolas em uma forma de mapas com capacidade de interposição e inter-relação de camadas para a análise mais próxima das informações dispostas.

Seu diferencial é ser independente de um único datum (sistema de referência geográfica), permitindo assim a geração de mapas a partir de um plano cartesiano criado pelo usuário com base na propriedade rural. Isso nasceu da sua principal aplicação projetada, que é analisar mapas de qualidade de frutas para consumo *in natura* em pomares, os quais, na maioria das vezes, pela sua forma de implantação, já são estabelecidos na forma de um sistema de coordenadas próprias, seguindo a linha do plantio e a posição de cada planta. Caso haja necessidade de correlacionar os dados a um mapa com datum, como o uso dos mapas gerados pelo APPLESHOW sobre imagens de satélite ou outros mapas georreferenciados, basta a conversão das coordenadas ao datum apropriado.

A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento do APPLESHOW foi 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 ou para a Web, sendo *softwares* robustos, completos e independentes, voltados para aplicações comerciais (Claro; Sobral, 2008; Geary; Horstmann, 2010). O banco de dados utilizado foi o PostgreSQL, que é um *software* de código fonte aberto, disponibilizado de maneira gratuita (Ribamar, 2006) e que permite a integração com a extensão PostGIS, possibilitando o armazenamento de manipulação de dados espaciais. Como servidor web de aplicações, foi utilizado o Apache TomCat, que tem como características principais o fato de ser de uso livre, confiável, configurável, com boa documentação e portabilidade (Benacchio, 2008).

## 3 ORIGEM DOS DADOS DO EXEMPLO

Os dados utilizados nesta demonstração do APPLESHOW provêm de uma área experimental, utilizada para realização dos testes de desempenho, e está localizada no município de Vacaria, região nordeste 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, em Vacaria-RS.

Na Figura 1, a área destacada pelos traços amarelos representa o pomar de maçãs utilizado como área experimental para os testes do sistema, situado na Longitude 50°49'30" Oeste e Latitude 28°30'01"



**Figura 1.** Localização da área experimental.  
**Fonte:** Adaptado de Google Earth (2017).

Sul, como coordenadas centrais da área. Ele apresenta uma densidade de 1.600 macieiras em 3,13 hectares, visível pela imagem do Google Earth, que utiliza o Datum WGS84.

#### 4 MANUSEIO DO SISTEMA

Por ser um SIG, o sistema permite a construção de mapas na forma de camadas de informação, gerando a oportunidade de gerar comparações no intuito de encontrar correlações ou condições que dependem de duas ou mais variáveis. Com isso, as informações resultantes são apresentadas como mapas resultado, lembrando que os dados de entrada devem estar disponíveis na forma requerida pelo sistema.

Após a inserção da base física (área), é possível inserir as camadas de dados para a criação de mapas baseados no SIG, cadastrando cada camada de dados na opção “cadastrar” do item “Tipo de Amostra”, na régua superior da tela.

Deve-se inserir um nome de tipo de atributo da amostra na primeira linha, seguido de uma sigla de identificação do atributo, com três dígitos (alfanuméricos e caracteres especiais), que deve ser igual àquela que consta no arquivo de leitura da amostras na segunda linha e a unidade de medida utilizada na terceira linha, observando que é necessário informar ao sistema se os valores de medida deverão ser considerados em uma ordem crescente ou decrescente. É importante ressaltar que este ponto é aplicado diretamente na legenda, sendo que esta opção irá determinar como as classes de mapas serão qualitativamente organizadas, observando que a legenda sempre

será da pior condição (na parte de baixo) para a melhor opção (na parte superior da coluna da legenda).

Por meio da tela de visualização de amostras, o sistema permite a apresentação da localização dos pontos cadastrados e, caso algum seja selecionado pelo usuário, o sistema informa o valor correspondente. A Figura 2 permite visualizar a área correspondente destacada em amarelo e contorno preto, com a marcação dos pontos observados e sua correta localização.

Na etapa seguinte, o sistema deverá carregar os dados numéricos que gerarão as camadas com os mapas temáticos. É importante lembrar que o conjunto de coordenadas da amostra deverá estar correlacionado com o datum do mapa. No caso do Google Earth®, deverá ser o WGS84. Caso haja necessidade de datum próprio, a sugestão seria o uso do Sirgas 2000. O recurso de geração de mapas permite 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 o entendimento dos valores. A partir de uma amostra qualquer cadastrada no sistema, já é possível utilizar o recurso de geração de mapas.

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 pelo sistema corresponde aos métodos Inverso do Quadrado da Distância e Média Móvel. Na Figura 3, é mostrado o mapa interpolado e apresentado no sistema desenvolvido.

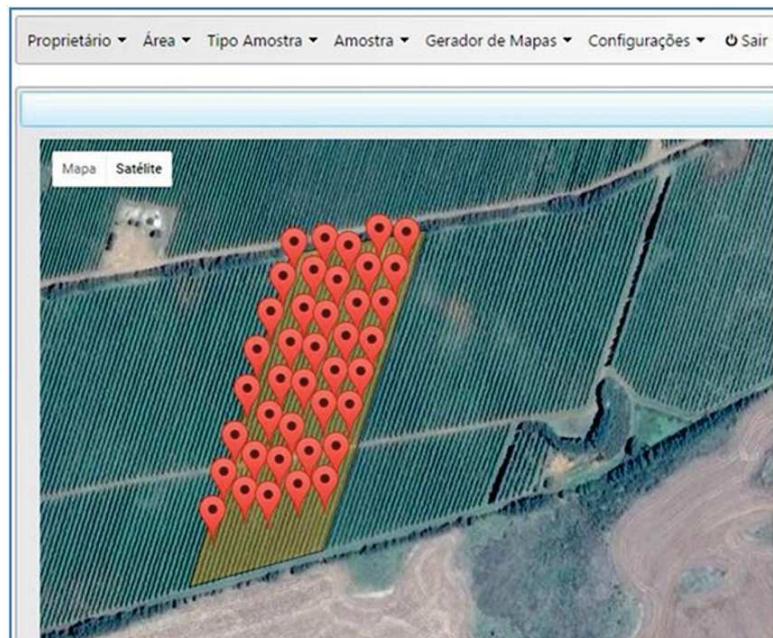


Figura 2. Exemplo de visualização de amostra no sistema.

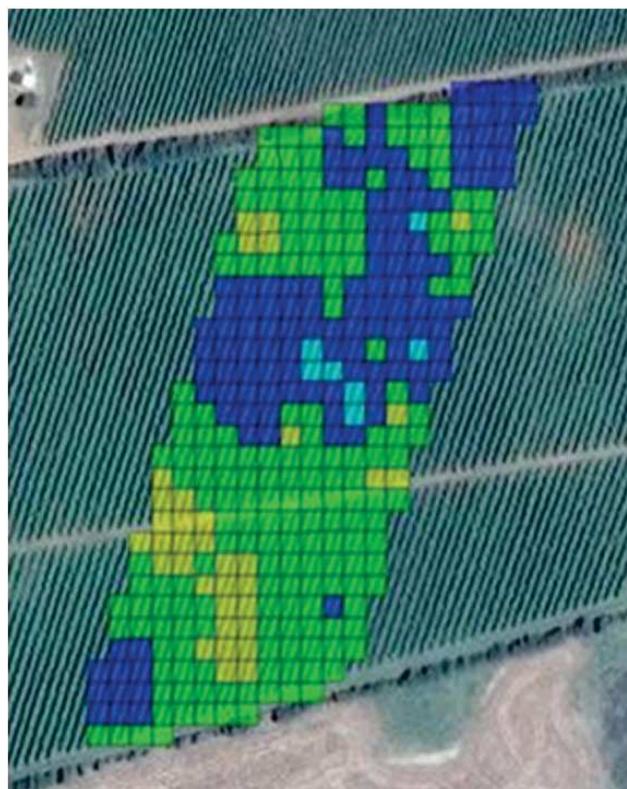


Figura 3. Visualização de modelos de mapas gerados pelo APPLESHOW.

Além da funcionalidade de criação de mapas temáticos, o sistema permite a geração de mapas de qualidade, os quais consistem na elaboração de mapas por meio da avaliação dos resultados obtidos em diferentes interpolações de um mesmo elemento ou

na comparação dos resultados de amostras diferentes, normalizando seus parâmetros segundo valores numéricos para a qualidade, sendo sempre o valor um (1) para o parâmetro de qualidade considerado mais baixo. Assim, pode-se trabalhar com mapas de esca-

las diversas ou mesmo invertidas, bastando antes que o usuário execute a classificação dos parâmetros conforme a escala de qualidade do sistema.

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 (1) 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 um novo mapa é confeccionado a partir da soma de valores dos mapas selecionados. Os mapas de pontuação são apresentados em quatro classes de qualidade, independentemente das quantidades de classes que os mapas originais possuem. Pode-se realizar a comparação de até quatro mapas simultaneamente, 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 um mapa resultado visual que apresente a distribuição dos pontos de maior capacidade produtiva do solo, assim como as zonas que mais necessitam de alguma forma de correção, que podem ser caracterizadas como diferentes zonas de manejo;
- Realizar comparações de amostras de aspectos de produção, como, no caso da produção de maçãs, gerar mapas que apresentem 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, na Figura 4 são exibidos os mapas de duas características físico-químicas dos frutos das macieiras que serão utilizados para a geração do mapa de pontuação, referentes a: 1) pressão (lbs.cm<sup>-2</sup>), também conhecida por firmeza da polpa, medida pela aplicação de pressão por penetrômetro; e 2) teor de sólidos solúveis (°Brix), determinados por refratometria. Em seguida, devem-

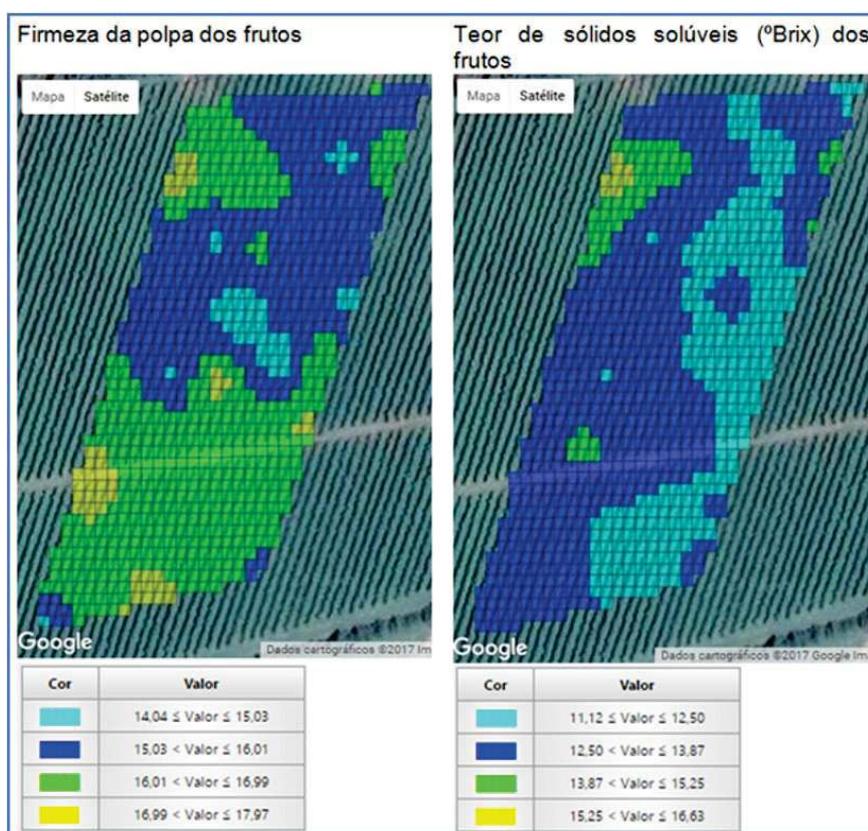
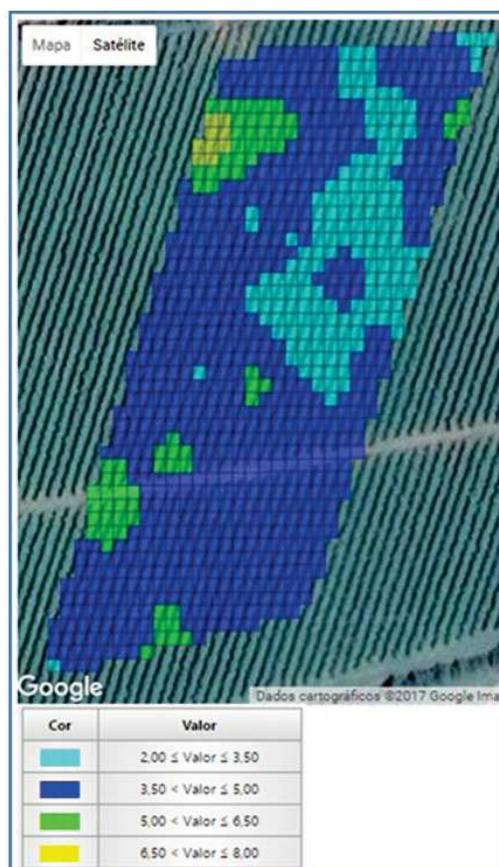


Figura 4. Mapas de firmeza da polpa e sólidos solúveis dos frutos gerados pelo APPLESHOW.



**Figura 5.** Mapa de pontuação (correlação dos mapas de firmeza da polpa e teor de sólidos solúveis) gerado pelo sistema.

-se classificar os parâmetros segundo uma escala de qualidade, partindo-se de 1 (o mais baixo) até 4, valor mais utilizado para limite superior da escala.

O mapa da Figura 2 foi gerado utilizando 40 pontos observados em amostras coletadas na safra 2013, na área experimental mencionada anteriormente. Para interpolação, foi utilizado o algoritmo do Inverso da Distância elevado a uma Potência (IDP), considerando, para cada ponto calculado, os dez pontos observados mais próximos. A largura de grade escolhida foi a de cinco metros, o que representa 25 metros quadrados ( $m^2$ ) para cada quadriculado. O mapa resultado de qualidade (Figura 5) é resultado da pontuação da soma de pixel a pixel dos mapas 1 e 2, aplicando-se uma nova classificação de qualidade simplificada em quatro níveis, sendo 2 o valor mais baixo e 8, o valor mais alto, gerando zonas de qualidade das frutas segundo os dois parâmetros iniciais na área avaliada.

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 zonas que possam estar com os frutos mais maduros e que, conseqüentemente, possam ser colhidos primeiramente. Na Figura 5, nos locais em que as quadriculas estão em amarelo ou verde, encontram-se as áreas

que apresentaram a maior pontuação, considerando as amostras de firmeza da polpa e teor de sólidos solúveis, indicando um estado de maturação adiantado quando comparadas com as áreas em azul claro ou azul marinho.

## 5 CONCLUSÕES

O sistema APPLESHOW apresenta-se apto a servir de ferramenta rápida e de baixo custo de apoio a tomadas de decisões, no âmbito de manejo e reconhecimento de características de áreas de produção e no trabalho de produção de maçã. Ademais, como ferramenta de SIG, ele está disponível para ser utilizado para qualquer cultura perene que demande avaliação de qualidade de seus frutos, permitindo a geração de mapas de zonas de manejo baseados em qualidade de sua produção.

## REFERÊNCIAS

BENACCHIO, A. **Definição de uma arquitetura integrada de repositório de padrões e metadados.** 2008.

- Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- CLARO, D. B.; SOBRAL, J. B. M. **Programação em Java**. Florianópolis: Copley Pearson Education, 2008.
- GEARY, D.; HORSTMANN, C. **Core JavaServer Faces**. 3. ed. Boston: Pearson Education, 2010.
- GONZALEZ, B. C. R.; COSTA, S. M. A. L. Agricultura brasileira: modernização e desempenho. **Revista Teoria da Evidência Econômica**, v. 5, n. 10, p. 7-35, 1998.
- GOOGLE EARTH. 2017. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/>. Acesso em: 20 maio 2021.
- KIST, B. B. **Anuário brasileiro da fruticultura 2018**: Brazilian fruit yearbook. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2018. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Acesso em: 20 maio 2021.
- LONGO, D. R.; MOREIRA, G. C.; BAZZI, C. L.; GEBLER, L.; SCHENATTO, K. **APPLESHOW**: sistema de informação geográfica para mapeamento da qualidade de maçã. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2020 (Circular Técnica).
- RIBAMAR, F. S. **PostgreSQL prático**. São Paulo: Edição do Autor, 2006 157 p.