

## Potencial da Agricultura de Precisão para Aprimorar a Produção de Maçã no Rio Grande do Sul



ISSN 1516-8840

Novembro, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 445**

# **Potencial da Agricultura de Precisão para Aprimorar a Produção de Maçã no Rio Grande do Sul**

*José Maria Filippini Alba  
Mateus Tuchtenhagen do Amaral  
Luciano Gebler*  
Editores técnicos

Embrapa Clima Temperado  
Pelotas, RS  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

[www.embrapa.br/clima-temperado](http://www.embrapa.br/clima-temperado)

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

**Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado**

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson,*

*Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Sabrina D'Ávila (estagiária); Bárbara C. Cosenza (supervisão)*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Nathália Coelho (estagiária)*

Foto de capa: *José Maria Filippini Alba*

**1ª edição**

Obra digitalizada (2017)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Clima Temperado

---

F482p Filippini Alba, José Maria

Potencial da agricultura de precisão para aprimorar a produção de maçã no Rio Grande do Sul / José Maria Filippini Alba, Mateus Tuchtenhagen do Amaral, Luciano Gebler. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017.

27 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840 ; 445)

1. Maçã. 2. Fruticultura. 3. Agricultura de precisão.  
I. Amaral, Mateus Tuchtenhagen do. II. Gebler, Luciano.  
III. Título. VI. Série.

# **Autores**

## **José Maria Filippini Alba**

Bacharel em Química, doutor em Geoquímica Superficial, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

## **Mateus Tuchtenhagen do Amaral**

Estudante de curso técnico agrícola, Escola Técnica Estadual de Canguçu, RS.

## **Luciano Gebler**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.



# Apresentação

A agricultura de precisão faz parte da programação da Embrapa desde meados da década de 1990, com a liderança pioneira da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. O foco inicial considerou a mecanização com orientação para as culturas de grãos. No final da primeira década do novo milênio, houve uma mudança de rumo, com a inserção de um maior número de pesquisadores, Unidades da Embrapa, outras instituições, e culturas (fruticultura, cana-de-açúcar, silvicultura, pastagens etc.). Nessa ocasião, a liderança foi efetivada pela Embrapa Instrumentação Agropecuária.

Algumas das principais mudanças foram a inserção de equipamentos de pequeno porte, o uso de sistema de informação geográfica (SIG) e *big data*, a incorporação e aprimoramento dos conceitos de variabilidade geoespacial e tomada de decisão. Assim, integrou-se a perspectiva socioambiental ao tema, pela possibilidade de inserir a agricultura familiar no contexto, com o respectivo ganho de sustentabilidade e agregação de valor.

Uma nova fase do processo ocorreu nos últimos anos, acompanhando a nova concepção dos projetos da empresa, conforme estruturas concatenadas, com execução em médio prazo (dez anos), envolvendo linhas temáticas específicas demandadas pela Diretoria (portfólios) ou

pelas Unidades (arranjos), quando, no caso da agricultura de precisão, percebe-se significativa orientação para automação dos processos. Um novo projeto está em desenvolvimento.

Historicamente, a produção de maçã brasileira ocupa o terceiro lugar na América do Sul, concentrando-se na região Sul, com média superior a 457 mil toneladas em Santa Catarina e de quase 352 mil toneladas no Rio Grande do Sul, no período entre 2000 e 2003. A produtividade brasileira média era próxima às 30 t/ha (2004). A região Nordeste do Rio Grande do Sul possui 95% da área plantada com macieira no estado, o que corresponde ao 97,5% da produção (2003). Os municípios de Bom Jesus, Caxias do Sul, Monte Alegre dos Campos, Muitos Capões e Vacaria, com mais de 20 mil toneladas de produção cada um, acumulam quase 85% da produção da região.

No contexto do projeto Apple Plus, a utilização da agricultura de precisão poderá desencadear um processo de aprimoramento da produtividade e de qualidade, incorporando valor e redução de impactos ambientais em benefício da cadeia produtiva da maçã no Brasil.

# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Delimitação dos pomares e avaliação da geovariabilidade espacial .....</b>	<b>12</b>
<b>A influência dos solos nos pomares .....</b>	<b>19</b>
<b>Análise da variabilidade geoespacial por meio de imagens .....</b>	<b>19</b>
<b>Considerações Finais .....</b>	<b>23</b>
<b>Referências .....</b>	<b>25</b>



## Introdução

Aplicações de Agricultura de Precisão (AP) em fruticultura mostram a ocorrência de variabilidade geoespacial<sup>1</sup> e temporal na maior parte dos pomares estudados (BASSOI et al., 2014; BRAMLEY; HAMILTOM, 2004; FILIPPINI ALBA et al., 2012; TERRA, 2012; WU et al., 2009), fato evidenciado pela ocorrência de solos diferentes no interior do pomar, por setores com produtividade variada, por significativas diferenças nas áreas de baixa – alta produção nos diferentes anos, etc.

AP pode ser definida de diversas maneiras:

- (1) Um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento localizado do manejo das culturas (BALASTREIRE et al., 1998);
- (2) Aplicação de princípios e tecnologias para manejar a variabilidade espacial e temporal, associada com todos os aspectos da produção agrícola, com o objetivo de aumentar a rentabilidade e a qualidade ambiental (PIERCE; NOWAK, 1999 *apud* TERRA, 2012);
- (3) Aplicar no local correto, no momento adequado, as quantidades de insumos necessários à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam (DODERMANN; PING, 2004);
- (4) Postura gerencial que considera a variabilidade espacial para maximizar o retorno econômico e minimizar efeito ao meio ambiente (INAMASU et al., 2011);
- (5) Trata-se de um conceito em evolução, como consequência das mudanças tecnológicas e do conhecimento humano. No decorrer dos anos, o conceito se transformou, iniciando com “a agricultura com base no solo” para tecnologias de aplicação a taxa variável e

---

1

O prefixo “geo” se utiliza para confirmar o significado de espaço físico (território).

automação, envolvendo, na atualidade, a qualidade dos produtos e o planejamento ambiental (McBRATNEY et al., 2005);

- (6) AP é o gerenciamento completo do empreendimento rural pelo uso de tecnologia da informação, sistemas de posicionamento global, sensoriamento remoto e proximal, visando aprimorar a relação custo – benefício, inclusive com redução do impacto ambiental. O estado da arte da AP está sendo revisado no contexto europeu, simultaneamente com os aspectos econômicos para sua adoção (EUROPEAN PARLIAMENT, 2015).

As seis definições envolvem o gerenciamento ou manejo das culturas, já expressões como “variabilidade espacial”, “local correto” ou “gerenciamento localizado”, relacionadas ao espaço físico ou aspectos relacionados ao ambiente, às questões econômicas e à tecnologia são mencionadas em quatro ocasiões. Automação, evolução do conhecimento, qualidade e variabilidade temporal são mencionadas apenas uma vez. A definição (6) especifica as tecnologias, deixando claro o uso de sistemas de posicionamento orientados por satélites, bem como explora sensores proximais e remotos e introduz a expressão “tecnologia da informação”.

Historicamente, a área cultivada para produção de maçã brasileira ocupa o terceiro lugar na América do Sul, atrás da Argentina e do Chile (BRDE, 2005). Em termos de quantidade, o Chile desponta como o mais produtivo com tendência a crescimento no período entre 2000 e 2003. A produção brasileira de maçã concentra-se na região Sul, alcançando uma média superior a 457 mil toneladas em Santa Catarina e de quase 352 mil toneladas no Rio Grande do Sul, no período entre 2000 e 2003. A produtividade brasileira aumentou quase linearmente no período de 1994 a 2004, iniciando em 15,5 t/ha e finalizando em 29,5 t/ha, com máxima produtividade em 2004, quando alcançadas 32 t/ha.

A região Nordeste do Rio Grande do Sul possui 95% da área plantada com macieira no Estado, o que corresponde a 97,5% da produção (2003). Os municípios de Bom Jesus, Caxias do Sul, Monte Alegre dos Campos, Muitos Capões e Vacaria, com mais de 20 mil toneladas de produção cada um, acumulam quase 85% da produção da região, destacando-se Vacaria, com 144.375 t.

Convém destacar que os conceitos da agricultura de precisão têm sido dominados pelas ações em culturas anuais, nas quais o manejo do solo pode ser feito ano após ano, na pós-colheita, resultando em um efeito “zero” da variabilidade da área. Dessa forma, é possível a obtenção de mapas diretamente relacionados entre as características do solo (físicas e químicas) e a produtividade (MILANI et al., 2006; MOLIN, 2002). Já a fruticultura, se caracteriza por agregar o fator qualidade à produtividade, na qual características ecofisiológicas afetam e estendem o tempo necessário para a resposta da planta a qualquer ação executada no solo para além da safra corrente.

Portanto, a variabilidade temporal de plantas perenes é um fator que deve ser levado em conta em análises mais aprofundadas em uma área, após o mapeamento de sua variabilidade espacial (GEBLER et al., 2015). Assim, é necessário proceder à análise da variabilidade espacial de uma área numa série histórica de anos subsequentes, permitindo correlacionar causas e efeitos de curto, médio e longo prazo, vinculados à produtividade e qualidade da produção em um pomar.

Neste trabalho, se localizaram os pomares de maçã nos cinco principais municípios gaúchos produtores do setor, visando analisar a ocorrência predominante ou não de variabilidade espacial, por meio de mapas de solos ou imagens orbitais, como indicador para avaliar o potencial da aplicação de técnicas de AP em relação à cadeia produtiva. Observa-se que a variabilidade geoespacial foi uma das principais questões abordadas pelas definições apresentadas acima.

## **Delimitação dos pomares e avaliação da variabilidade geoespacial**

A delimitação dos pomares foi realizada por digitalização no monitor considerando o aplicativo ArcGIS© (ESRI, 2008) e as imagens Google Earth Pro® de 2003 – 2013 (<https://www.google.com.br/earth/>), o que permite a apreciação do terreno em escala métrica, devido à utilização de imagens orbitais de alta resolução espacial. Trata-se de um trabalho exaustivo na fase inicial, realizado na base de tentativa e erro, pois a fruticultura é atividade intensa na região, o que dificulta, em ocasiões, a identificação inequívoca dos pomares de maçã.

Não foi possível efetuar a validação a campo, mas usaram-se algumas referências localizadas, como no caso da propriedade mencionada por Shrammel e Gebler (INAMASU et al., 2011, p. 222 – 226), a Estação Experimental de Fruteiras de Clima Temperado, da Embrapa Uva e Vinho, localizada em Vacaria – RS (28° 30' 55,47" S; 50° 52' 59,13 O), conforme verificado em visitada técnica em fevereiro de 2013, e informações da mídia.

Para discriminar os solos em cada pomar, o arquivo *shape* dos pomares de maçã foi sobreposto ao levantamento de solos em escala 1:250.000 (IBGE, 1986). Nas imagens também se analisaram mudanças de cores ou texturais, indicando variações no estágio das plantas, ocorrência de variedades diferentes, mudanças na umidade dos solos, presença de pragas, etc.

## **A influência dos solos nos pomares**

A Figura 1 sugere diferenças significativas importantes no tamanho e quantidade dos pomares dos municípios considerados. Os municípios de Bom Jesus (Figura 2) e Vacaria (Figura 3) apresentam expressiva

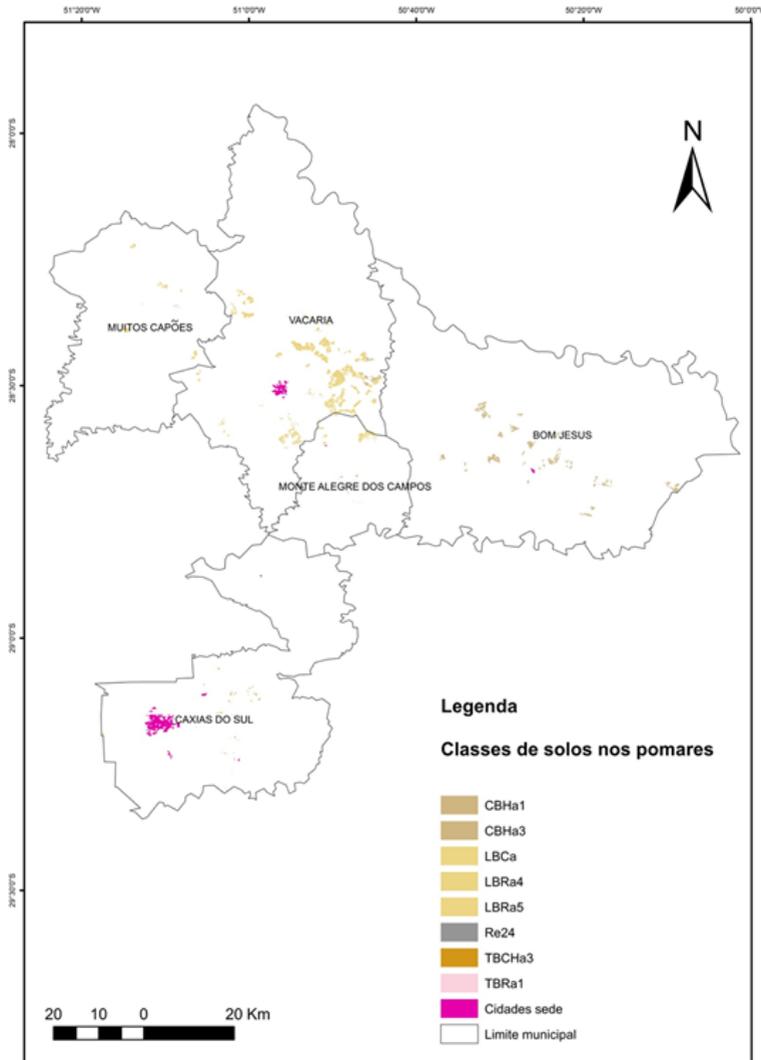
área plantada concordando com BRDE (2005), que os ranqueia como terceiro e primeiro colocados, respectivamente, nesse item e em produção. No entanto, Caxias do Sul (Figura 4), que seria o segundo colocado no respectivo ranking, se apresenta com pomares pequenos e pouca área plantada, sugerindo situação semelhante à de Muitos Capões e Monte Alegre dos Campos (erro metodológico?).

Os símbolos mencionados na Legenda representam associações de solos (Tabela 1). Por exemplo, CBHa1 inclui Argissolos (Podzólico, Terra Bruno Estruturada e Terra Roxa), Cambissolos, Chernossolos (Brunizen), Latossolos e Neossolos (Solos Litólicos com Afloramentos de Rocha). Assim, pode ocorrer significativa variabilidade geoespacial no contexto de cada pomar. Pois, por exemplo, a espessura do solo poderá influenciar a produtividade, pela dificuldade do sistema radicular se desenvolver nos Neossolos ou Afloramentos de Rocha (solos rasos), contrastando com as fruteiras inseridas em Argissolos ou Cambissolos com condição mais favorável nesse sentido.

**Tabela 1.** Associações de solos relacionadas ao levantamento do IBGE (1986) e Jacomine (2009).

Símbolo	Descrição
CBHa1	Cambissolo Húmico álico Tb e A proeminente, textura argilosa e muito argilosa, fase rochosa e não rochosa + Terra Bruna Estruturada Húmica álica e A proeminente, textura média e argilosa, relevo suave ondulado e ondulado + Associação Complexa de Solos Litólicos álicos, A proeminente, textura média e argilosa, riodacitos com Afloramentos de Rocha, relevo ondulado.
CBHa3	Cambissolo Húmico álico Tb e A proeminente, textura argilosa e muito argilosa, fase rochosa e não rochosa + Terra Bruna Estruturada álica, A proeminente, textura muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + Associação Complexa de Solos Litólicos álicos, A proeminente, textura média e argilosa, basaltos com Afloramentos de Rocha e relevo forte ondulado e montanhoso.

Símbolo	Descrição
LBCa	Latossolo Bruno Câmbico, A proeminente, textura muito argilosa, relevo suave ondulado + Cambissolo Bruno Húmico álico Tb, textura argilosa e muito argilosa, relevo suave ondulado.
LBRa4	Latossolo Bruno intermediário para Latossolo Roxo álico, A proeminente, textura muito argilosa + Latossolo Bruno Câmbico álico, A proeminente, textura muito argilosa, relevo suave ondulado + Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada Álica, A proeminente textura muito argilosa, relevo ondulado.
LBRa5	Latossolo Bruno intermediário para Latossolo Roxo álico, A proeminente, textura muito argilosa + Latossolo Bruno Câmbico álico, A proeminente, textura muito argilosa, relevo suave ondulado + Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada Álica, A proeminente, textura muito argilosa, relevo suave ondulado e ondulado + Solos Litólicos álicos, A proeminente, textura média, basalto, relevo ondulado.
Re24	Associação Complexa de Solos Litólicos eutróficos, A moderado, textura média a cascalho, xisto com Cambissolo eutrófico TB, A moderado, textura média e argilosa cascalho + Brunizém Avermelhado, textura média/argilosa, cascalho, relevo forte ondulado + Afloramento de rocha.
TBCHa3	Terra Bruna Estruturada intermediária para Podzólico Bruno-Acinzentado Húmico álica, textura argilosa e muito argilosa + Cambissolo Bruno Húmico álico Tb, textura argilosa, relevo ondulado + Solos Litólicos álicos e distróficos, A proeminente, textura média e argilosa, fase pedregosa e não pedregosa, riodacitos, relevo forte ondulado e ondulado.
TBRa1	Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada álica, textura muito argilosa + Solos Litólicos álicos e distróficos, A proeminente e moderado, textura média e argilosa, fase pedregosa e não pedregosa, basalto, relevo ondulado e forte ondulado.



**Figura 1.** Localização dos pomares delimitados com seu respectivo solo conforme o levantamento 1:250.000, do projeto Radam (IBGE, 1986).

16 Potencial da Agricultura de Precisão para Aprimorar a Produção de Maçã no Rio Grande do Sul

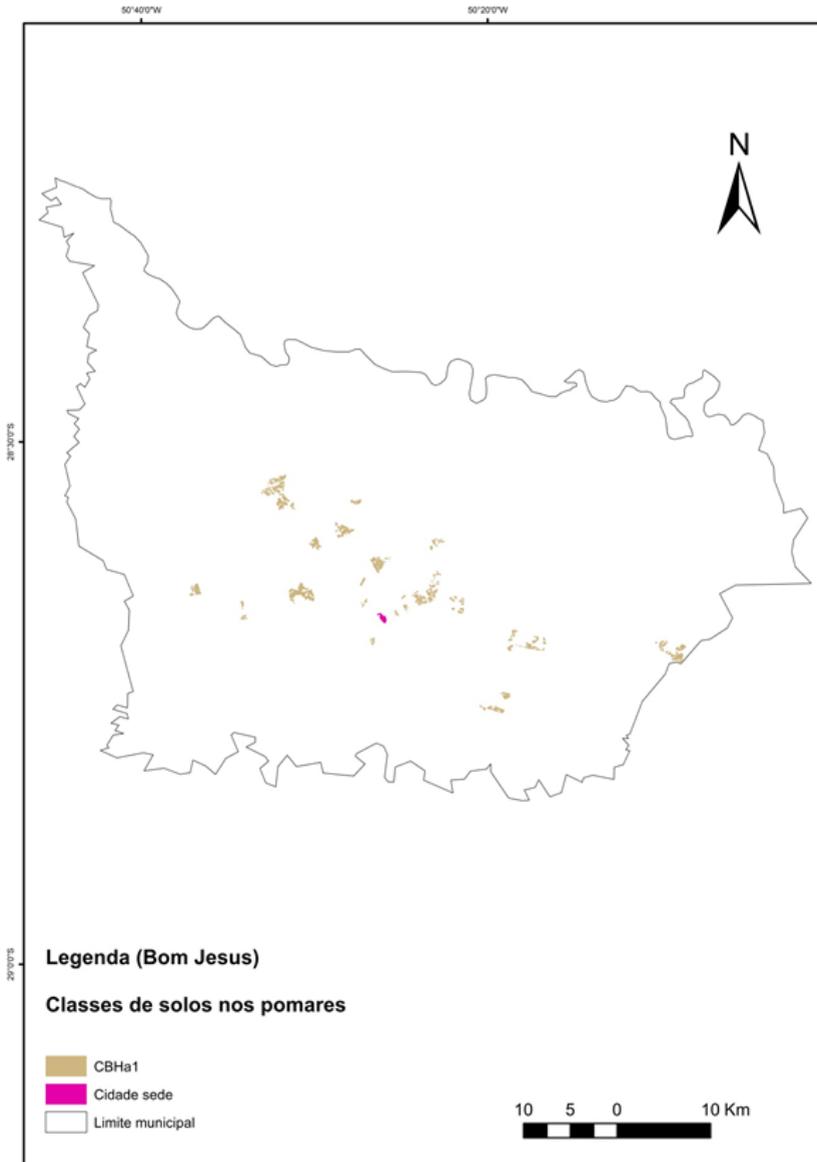


Figura 2. Pomares de maçã do município de Bom Jesus e solos associados.

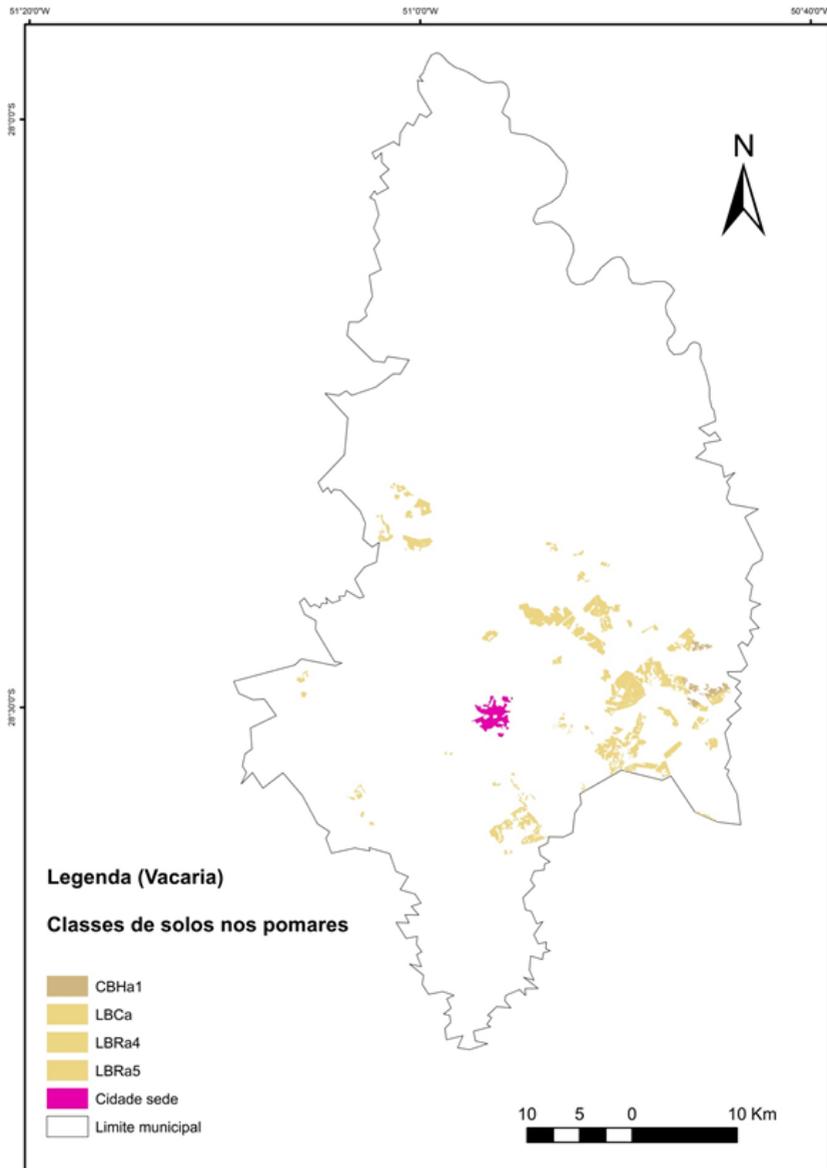


Figura 3. Pomares de maçã do município de Vacaria e solos associados.

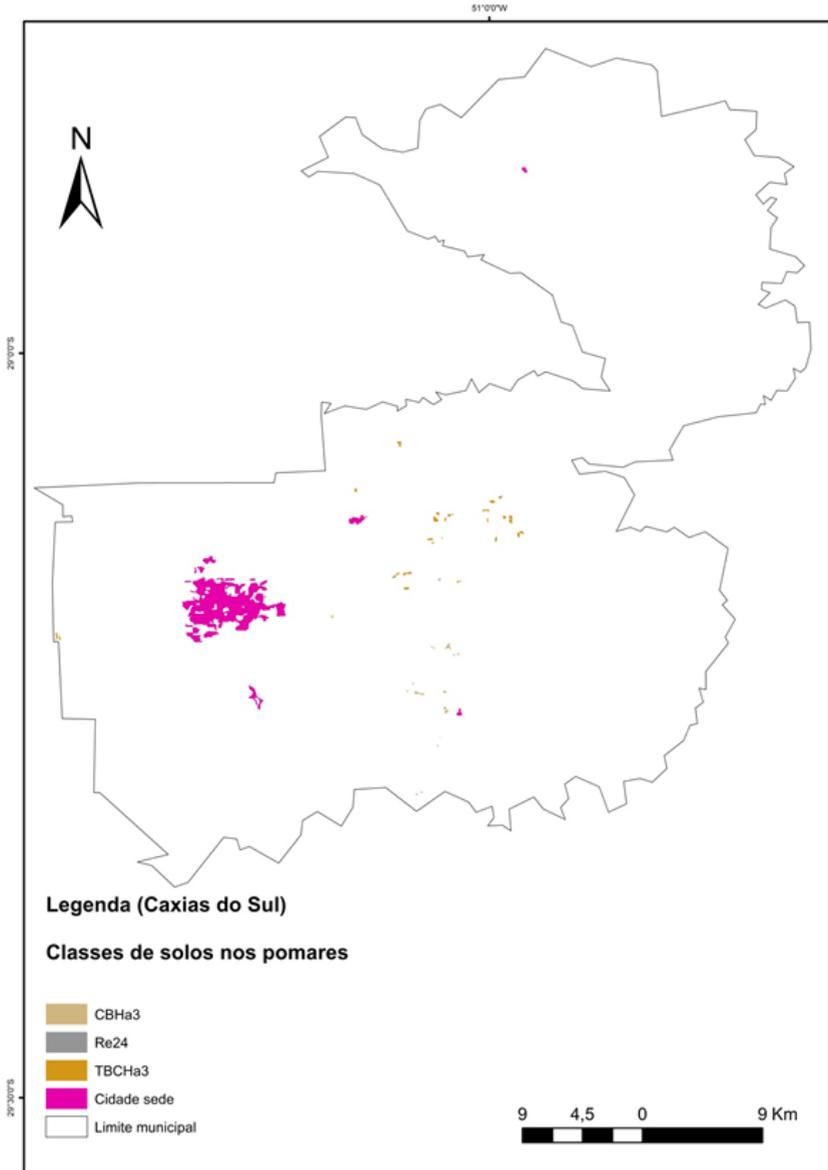


Figura 4. Pomares de maçã do município de Caxias do Sul e solos associados.

Como mencionado antes, a delimitação de pomares no município de Caxias do Sul não foi aprimorada (Figura 4), no entanto, em termos de solos, existe maior variabilidade em relação à Bom Jesus (Figura 2), o que sugere maior tendência à variabilidade geoespacial no contexto de cada pomar. Já no município de Vacaria (Figura 3), a situação é realçada, com transição entre as associações correspondentes aos Cambissolos e Latossolos no setor leste do território (Figura 4).

## **Análise da variabilidade geoespacial por meio de imagens**

As imagens permitem a observação do território na escala dos pomares, de maneira que, a variabilidade espacial no interior de cada pomar é observada pela ocorrência de variações de textura ou tonalidade. O motivo dessa variabilidade é difícil de definir devido à participação de vários fatores, sejam eles, pedológicos, fisiológicos ou derivados de procedimentos de manejo. Destaca-se que o objetivo deste trabalho não é caracterizar o motivo da variabilidade espacial, mas, caracterizar sua ocorrência de maneira a avaliar o potencial da aplicação de procedimento de agricultura de precisão.

As datas foram escolhidas de forma a realçar o contraste em cada caso ou para aprimorar a visualização, sendo desconsideradas as imagens com interferências por condições climáticas ou defeitos de captação. Na prática, essas ocorrências são reveladas pela presença de nuvens (manchas brancas com textura “flocos de algodão”), atmosfera carregada (provocando tonalidade geral obscura), manchas geradas por reflectância intensa ou outros efeitos luminosos que não foram corrigidos pelo processamento.

A decisão final de como trabalhar uma “zona de manejo” se insere no contexto do produtor. Assim, pomares com variabilidade geoespacial significativa, por exemplo, ao se considerar a parte interior do

contorno cor laranja e a parte externa (Figuras 5 e 6), caracterizam “zonas de manejo” diferentes; muito embora seja do produtor a decisão de manejar, de forma diferente, cada uma dessas manchas (“zonas de manejo”). Zonas de manejo com baixa produtividade podem ser descartadas, outras podem ser manejadas de maneira diferenciada para realçar aspectos qualitativos ou, ainda, elas podem ser desconsideradas devido ao seu pequeno tamanho. Procedimentos de AP podem assistir na tomada de decisão, seja para avaliar as causas da variabilidade, ou para aprimorar a produtividade.

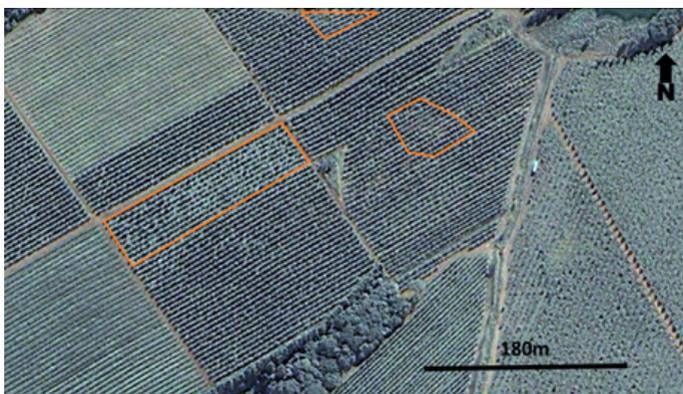


**Figura 5.** Pomar localizado em coordenadas UTM 557.186,65 m leste e 6.830.843,60 m sul, altitude 1.070 m, Bom Jesus – RS, 19/04/2016. Fonte: Google Earth Pro®.



**Figura 6.** Pomar localizado em coordenadas UTM 500.720,35 m leste e 6.865.869,68 m sul, altitude 932 m, Vacaria – RS, 14/12/2007. Fonte: Google Earth Pro®.

Em alguns pomares, os problemas parecem estar associados às plantas, sendo observado adensamento diferenciado em determinados setores (Figuras 7, 8 e 9). Na Figura 9, observa-se uma pequena mancha circular de cor rosa, que exemplifica efeito luminoso errático, conforme mencionado anteriormente.



**Figura 7.** Pomar localizado em coordenadas UTM 475.875,27 m leste e 6.859.947,21 m sul, altitude 799 m, Muitos Capões – RS, 24/04/2008. Fonte: Google Earth Pro®.



**Figura 8.** Pomar localizado em coordenadas UTM 561.958,15 m leste e 6.830.494,13 m, altitude 1.062 m, Bom Jesus – RS. 19/04/2016. Fonte: Google Earth Pro®.



**Figura 9.** Pomar localizado em coordenadas UTM 560.760,68 m leste e 6.836.700,68 m sul, altitude 1.031m, Bom Jesus – RS, 19/04/2016. Fonte: Google Earth Pro®.

## Considerações Finais

Neste estudo, foi avaliada a ocorrência de variação geoespacial nos pomares de maçã nos principais municípios produtores do Rio Grande do Sul, considerando-a como indicador de potencialidade para a aplicação de AP. Foram utilizadas imagens do período de dezembro/2007 a dezembro/2017, mas sem considerar uma avaliação temporal de cada pomar, pois não foi o objetivo analisar os motivos da variabilidade.

Para isso, foram avaliados mapa de solos em escala 1:250.000 e imagens Google Earth Pro® disponíveis na mídia digital. Os primeiros apresentaram variabilidade na legenda, não sendo essa tão significativa nos mapas. No entanto, deve-se considerar que a AP trabalha com escalas bem maiores, acima de 1:5.000, o que justifica o uso das imagens de alta resolução, que foram melhor sucedidas na avaliação.

Isso sugere que a utilização da AP poderá trazer benefícios, principalmente sob o ponto de vista de qualidade da produção, conforme indicado por Gebler e Bueno (2015).

Deve-se destacar, ainda, que, devido à variabilidade temporal que afeta a fruticultura, a aplicação da AP requer paciência, perseverança e um tempo de monitoramento de médio prazo, de 4 a 7 anos, para alcançar os objetivos desejados. Estudos *in situ* considerando técnicas diversas deverão ser executados em tal sentido (Tabela 2), sendo diferenciados em termos de eficiência e custo. Destaca-se que esses procedimentos podem ser aplicados conforme malhas regulares ou não, sendo gerados níveis de informação, que poderão render melhores resultados, se integrados. Há uma infinidade de equipamentos disponíveis, inclusive para diferentes tipos de sensores, além dos mencionados.

**Tabela 2.** Descrição de alguns procedimentos de AP com potencial de aplicação.

Procedimento	Período de aplicação	Equipamentos	Custo
Levantamento de solos	Uma vez cada 5 anos	Não, a priori	Alto
Medição	Durante o ciclo produtivo	Sensor óptico	
MDE	Cada 2-3 anos	GPS topográfico e estação total	Médio
MDE	Cada 2-3 anos	Scanner 3D ou RPA	Alto
Análise temporal de imagens	Início	Se pretéritas, não	Baixo
Análise temporal de imagens	Durante o ciclo produtivo	RPA	Alto
Medição CE	Durante o ciclo produtivo	Sensor elétrico	Médio
Avaliação produtividade	Todo o ano	Depende	Médio

CE = Condutividade elétrica; IV = Índice de vegetação; MDE = Modelo digital de elevação; RPA = Aeronave não tripulada.

## Referências

BALASTREIRE, L. A.; ELIAS, I. A.; AMARAL, J. R. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade da cultura do milho. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 97-111, 1998.

BRDE (Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul). **Cadeia produtiva da maçã**: produção, armazenagem, comercialização, industrialização e financiamentos do BRDE na região sul do Brasil. Porto Alegre: BRDE, 2005. 65 p.

BRAMLEY, R. G. V.; HAMILTON, R. P. Understanding variability in winegrape production systems. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 10, p. 32 – 45, 2004.

BASSOI, L. H.; MIELE, A.; REISSER JUNIOR, C.; GEBLER, L.; FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M.; GREGO, C. R.; TERRA, V. S. S.; TIMM, L. C.; NASCIMENTO, P. dos S. Agricultura de precisão em fruticultura. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão**: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 350-360.

DODERMANN, A.; PING, J. L. Geostatistical integration of yield monitor data and remote sensing improves yield maps. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 1, p. 285-297, 2004.

ESRI. **ArcGIS Desktop 9.3**. Redlands: ESRI, 2008. 1 CD-ROM.

EUROPEAN PARLIAMENT. 2014. Precision Agriculture: An opportunity for EU farmers – potential support with the cap 2014 – 2020. IP/B/AGRI/IC?2013\_153. 50 p.

FILIPPINI-ALBA, J. M. FLORES, C. A.; MIELE, A. Modelagem espacial do solo para apoio à viticultura de precisão: Vale dos Vinhedos, Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, Bento Gonçalves, n. 4, p. 8 - 17, 2012.

GEBLER, L.; BUENO, M. B. Por que a fruticultura de precisão deve seguir princípios distintos dos utilizados na agricultura de precisão de grãos? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 44., 2015, São Pedro. **Atas**. São Pedro: CONBEA, 2015. 4 p.

GEBLER, L.; GREGO, C. R.; VIEIRA, A. L; KUSE, L. R. Spatial influence of physical and chemical parameters on management zone definition in apple orchards. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 6, p.1160-1171, 2015.

IBGE. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p. (Levantamento de recursos naturais, v. 33).

IBGE. @Mapas. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

INAMASU, R. Y.; NAIME, J. D. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L.; BERNARDI, A. C. C. (Ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. 334 p.

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 5 e 6, p. 161-179, 2009.

McBRATNEY, A.; WHELAN, B.; ANCEV, T. Future Directions of Precision Agriculture. **Precision Agriculture**, Dordrecht, v. 6, n. 1, p. 7-23, 2005. doi: 10.1007/s11119-005-0681-8

MILANI, L.; SOUZA, E. G. de; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientia Agrônômica**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 591-598, 2006.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002.

STAFFORD, J. V. Implementing precision agriculture in the 21st century. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 76, n. 3, p. 267-275, 2000.

TERRA, V. S. S. **Variabilidade espacial e temporal de atributos agrônômicos em pomar de pessegueiro**. 2012. 113 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) - UFPel, Pelotas, 2012.

WU, W.; LIU, H.; DAI, H.; LI, W.; SUN, P. The management and planning of citrus orchards at a regional scale with GIS. **Precision Agriculture**, v. 10, p. 247-261, 2009.

**Embrapa**

---

*Clima Temperado*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 14082