



# COINTER PDVAgro 2020

V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

ISSN:2526-7701 | PREFIXO DOI:10.31692/2526-7701

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO MARACUJAZEIRO NO MUNICÍPIO DE NOVA ANDRADINA/MS

## VARIABILIDAD ESPACIAL DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LA PASIÓN EN LA CIUDAD DE NOVA ANDRADINA / MS

## SPATIAL VARIABILITY OF QUALITY AND PRODUCTIVITY OF PASSION FRUIT IN THE CITY OF NOVA ANDRADINA / MS

Apresentação: Comunicação Oral

Matheus Katriel dos Santos Araujo<sup>1</sup>; Eduarda Alves Brexó<sup>2</sup>; Grazieli Suszek<sup>3</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0747>

### RESUMO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de maracujá no mundo, chegando a 1 milhão de toneladas, porém a quantidade produzida por área é baixa sendo necessária a adoção de tecnologias que auxiliem no aumento da produtividade. A Agricultura de Precisão consiste em um conjunto de tecnologias e ferramentas com o objetivo principal tratar a área em condições espaciais e temporais, levando em consideração a heterogeneidade e visando as condições de sustentabilidade ambiental e financeiras. O objetivo deste trabalho é aplicar técnicas de Agricultura de Precisão para mapear a variabilidade espacial da qualidade dos frutos do maracujazeiro e fornecer ferramentas para o aumento de produtividade do maracujazeiro amarelo. A área está localizada no município de Nova Andradina-MS, o solo é caracterizado como Latossolo Vermelho de textura arenosa, foram implantadas 72 mudas de maracujá da variedade BRS Rubi do Cerrado, foi elaborado um Grid regular com dimensão de malha amostral de 3x15 m, onde foram escolhidas 24 pontos amostrais e todos os pontos foram georreferenciados. Em cada ponto amostral foi coletada a amostra de solo composta de 8 sub-amostras na profundidade de 0-20 cm, com o auxílio de um trado manual de rosca. A colheita foi realizada entre fevereiro e julho de 2020. As análises de qualidade foram feitas no laboratório com uma amostra de dez frutos por ponto, medindo o pH e SST. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, utilizando o software Minitab 18®, análises de correlação linear de Pearson e teste de normalidade de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância). Para interpolação dos dados optou-se pelo interpolador Inverso do quadrado da distância (IQD), os mapas foram construídos utilizando o software ArcGIS. Os atributos químicos do solo, com exceção do pH e alguns micronutrientes, apresentam dependência espacial no cultivo do maracujazeiro sendo possível o mapeamento da área. Fósforo e potássio apresentaram alto coeficiente de variação, sendo assim, é recomendada a adubação a taxa variável para esses dois macronutrientes.

**Palavras-Chave:** Agricultura de Precisão, variabilidade espacial, maracujazeiro, *Passiflora edulis* f.

<sup>1</sup> Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Mato grosso do sul, [matheus.araujo@novaandradina.org](mailto:matheus.araujo@novaandradina.org)

<sup>2</sup> Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Mato grosso do sul, [dubrexo@gmail.com](mailto:dubrexo@gmail.com)

<sup>3</sup> Professora Doutora em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Mato grosso do sul, [grazieli.suszek@ifms.edu.br](mailto:grazieli.suszek@ifms.edu.br)

*flavicarpa*

### RESUMEN

Brasil es el mayor productor y consumidor de maracuyá del mundo, llegando a 1 millón de toneladas, sin embargo la cantidad producida por área es baja y es necesario adoptar tecnologías que ayuden a incrementar la productividad. La Agricultura de Precisión consiste en un conjunto de tecnologías y herramientas con el objetivo principal de tratar el área en condiciones espaciales y temporales, teniendo en cuenta la heterogeneidad y apuntando a las condiciones de sostenibilidad ambiental y financiera. El objetivo de este trabajo es aplicar técnicas de Agricultura de Precisión para mapear la variabilidad espacial de la calidad de los frutos de la granadilla y proporcionar herramientas para incrementar la productividad de la granadilla amarilla. El área está ubicada en el municipio de Nova Andradina-MS, el suelo se caracteriza por ser un Latosol arenoso con textura arenosa, se implantaron 72 plántulas de maracuyá de la variedad BRS Rubi do Cerrado, se elaboró una cuadrícula regular con un tamaño de muestra de 3x15 m, donde se eligieron 24 puntos de muestra y todos los puntos fueron georreferenciados. En cada punto de muestreo se tomó una muestra de suelo compuesta por 8 submuestras a una profundidad de 0-20 cm, con la ayuda de una barrena manual. La cosecha se realizó entre febrero y julio de 2020. Se realizaron análisis de calidad en laboratorio con una muestra de diez frutos por punto, midiendo pH y SST. Los datos se sometieron a análisis estadístico descriptivo, utilizando el software Minitab 18®, el análisis de correlación lineal de Pearson y la prueba de normalidad de Anderson Darling y Kolmogorov Smirnov (significancia del 5%). Para interpolar los datos se eligió el interpolador inverso del cuadrado de distancia (IQD), los mapas se construyeron utilizando el software ArcGIS. Los atributos químicos del suelo, a excepción del pH y algunos micronutrientes, tienen dependencia espacial del cultivo de maracuyá, lo que permite mapear la zona. El fósforo y el potasio mostraron un alto coeficiente de variación, por lo que se recomienda la fertilización a una tasa variable para estos dos macronutrientes.

**Palabras Clave:** Agricultura de precisión, variabilidad espacial, maracuyá, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*

### ABSTRACT

Brazil is the largest producer and consumer of passion fruit in the world, reaching 1 million tonnes, however the amount produced per area is low and it is necessary to adopt technologies that help increase productivity. Precision Agriculture consists of a set of technologies and tools with the main objective of treating the area in spatial and temporal conditions, taking into account heterogeneity and aiming at environmental and financial sustainability conditions. The objective of this work is to apply Precision Agriculture techniques to map the spatial variability of the quality of the fruits of the passion fruit and provide tools for increasing the productivity of the yellow passion fruit. The area is located in the municipality of Nova Andradina-MS, the soil is characterized as a sandy Latosol with a sandy texture, 72 passion fruit seedlings of the BRS Rubi do Cerrado variety were implanted, a regular grid with a 3x15 m sample size was elaborated, where 24 sample points were chosen and all points were georeferenced. At each sampling point, a soil sample composed of 8 sub-samples at a depth of 0-20 cm was collected, with the aid of a manual auger. The harvest was carried out between February and July 2020. Quality analyzes were performed in the laboratory with a sample of ten fruits per point, measuring pH and SST. The data were submitted to descriptive statistical analysis, using the Minitab 18® software, Pearson's linear correlation analysis and normality test by Anderson Darling and Kolmogorov Smirnov (5% significance). To interpolate the data, the inverse interpolator of the square of distance (IQD) was chosen, the maps were built using ArcGIS software. The chemical attributes of the soil, with the exception of pH and some micronutrients, have spatial dependence on the cultivation of passion fruit, making it possible to map the area. Phosphorus and potassium showed a high coefficient of variation, therefore, fertilization at a variable rate for these two macronutrients is recommended.

**Keywords:** Precision Agriculture, spatial variability, passion fruit, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

### INTRODUÇÃO

Dentre as espécies do gênero *Passiflora* se encontra o maracujazeiro amarelo

[2]

(*Passiflora edulis f. flavicarpa*), sendo o Brasil o maior produtor e consumidor mundial dessa frutífera com aproximadamente 1 milhão de toneladas produzidas. O maracujá azedo ou amarelo é destinado a indústria de sucos e polpas, além do consumo *in natura* (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

Apesar de o maracujá azedo ser uma das frutas mais apreciadas e procuradas no mundo, a falta de tecnologias aplicadas ao processo produtivo limita o aumento da produtividade brasileira no ramo frutífero. O país apresenta alta produção sendo necessário o incremento de tecnologias para que seja atingida a alta produtividade do maracujazeiro (GALVÃO et al., 2017).

A agricultura tem passado por inúmeras transformações e com o crescente aumento populacional também há uma maior demanda por alimentos que supram as necessidades dos consumidores. O papel da tecnologia vem sendo cada vez mais importante, trazendo mais eficiência ao longo do processo produtivo com o aumento da produtividade, qualidade do produto final e redução de custos (MARTINS, 2018).

Para a maioria dos cultivos o objetivo é a aplicação de insumos e corretivos de forma uniforme dentro de toda área, acreditando estar favorecendo as mesmas condições a toda população de plantas. Porém, não é levado em consideração as variáveis já existentes no ambiente como os fatores químicos e físicos do solo, disponibilidade de água e outros fatores que interferem no desenvolvimento da cultura implantada (BENTO, 2018).

Para que os fatores já existentes no local de cultivo sejam levados em consideração como mais uma variável que pode interferir no processo de produção e na qualidade do produto final, foram adotadas técnicas de cultivo que visam uniformidade ao longo da área, porém tratam os fatores externos como heterogêneos.

O objetivo deste trabalho é aplicar técnicas de agricultura de precisão para o mapeamento e análise da variabilidade espacial da produtividade e qualidade dos frutos, visando fornecer ferramentas para o aumento de produtividade do maracujazeiro amarelo.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Agricultura de Precisão**

Para Coelho e Silva (2009), a agricultura convencional tem sua tomada de decisões baseada na média de toda a área trabalhada, contrastando com a agricultura de precisão que leva

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

em consideração não apenas a média e sim a área como um todo, adicionando a equação uma nova variável a ser analisada para obtenção do produto final.

O termo agricultura de precisão surgiu a mais de 30 anos, de acordo com Molin (2017), inicialmente voltado para o mercado de colhedoras com a elaboração de mapas de colheita e produtividade. Este conceito foi evoluindo ao longo dos tempos com a interação de tecnologias e informação. Hoje em dia, existem muitas ferramentas e possibilidades para o uso da AP como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), que possibilitou maior precisão dos dados, Sistema de Informações Geográficas (SIG), sensores de plantas daninhas, umidade, amostradores de solo, sensoriamento remoto, entre outros (ARTUZO et al., 2017).

Conforme Werlang (2018) a Agricultura de Precisão consiste em um conjunto de tecnologias e ferramentas com o objetivo principal tratar a área em condições espaciais e temporais, levando em consideração a heterogeneidade e visando as condições de sustentabilidade ambiental e financeiras. A AP é uma prática que abrange diversas áreas de atuação, podendo ser implantada em diversos sistemas produtivos.

Caracterizado por Speranza et al. (2018) como um sistema de gestão agrícola a Agricultura de Precisão atua com ferramentas de intervenção em campo de forma espacial. Algumas dessas ferramentas são utilizadas para distribuição de sementes baseadas na população final de plantas, definição de lâmina d'água para irrigação e aplicação de taxa variável de corretivos e insumos como adubos, calcário e defensivos.

### Maracujazeiro

De acordo com Galvão (2017), o maracujazeiro é uma planta nativa do Brasil, sendo duas espécies do gênero *Passiflora* exploradas comercialmente: *Passiflora edulis* (maracujá-azedo) e *Passiflora alata* (maracujá-doce). O maracujazeiro amarelo ou azedo é o mais cultivado no Brasil, representando 95% da área cultivada no país, graças a qualidade e maior rendimento industrial dos frutos, como mencionado por Ruggiero (1998) e corroborado por Almeida et al.(2014).

Silva et al. (2008) refere-se ao maracujá como fruto climatérico e que durante seu período de maturação passa por importantes transformações fisiológicas que alteram suas características físico-químicas. A mudança de cor da casca é uma das mais evidentes e, muitas vezes, o critério mais importante utilizado pelo consumidor para julgar o grau de maturação do fruto. Também, é usada pelo produtor como indicador no momento de colheita, pois essas



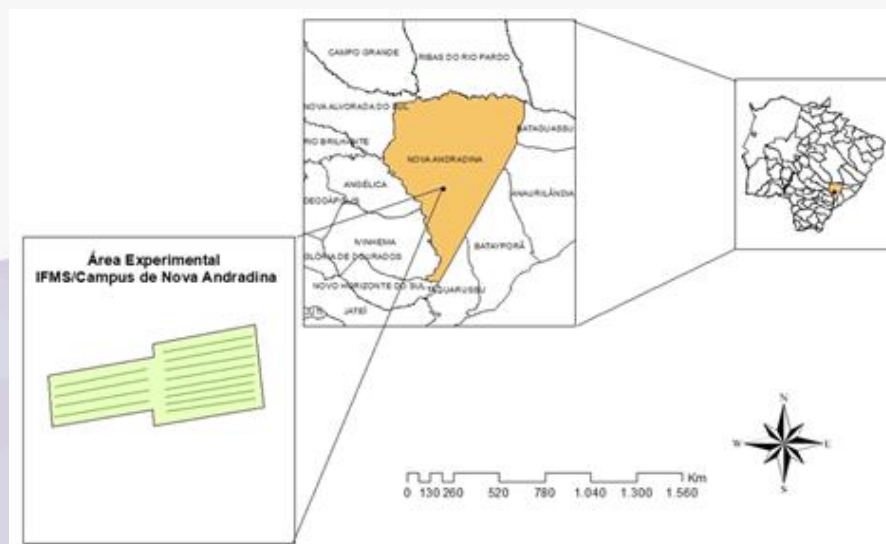
mudanças de cor refletem as alterações físico-químicas que acompanham o processo de seu amadurecimento.

Normalmente, o fruto do maracujazeiro é colhido após sua abscisão natural na planta, esclarece Santos et al. (2013) e sua qualidade está relacionada diretamente ao ponto de colheita e estágio de maturação. Faleiro et al. (2005) diz que a importância de se avaliar as características químicas do maracujá está na obtenção de informações das propriedades organolépticas e do sabor dos frutos, visto que são necessárias para a garantia da qualidade no mercado in natura e na indústria.

## METODOLOGIA

A área experimental pertencente ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul- Fazenda Santa Bárbara, está localizada no município de Nova Andradina Estado do Mato Grosso do Sul, situada a 20°04'47,98" S e a 53°57'16,46" W (Figura 01), o clima da região é classificado, segundo Köeppen, como tropical subtropical úmido e mesotérmico, com índices pluviométricos superiores a 1100 mm anuais, possuindo altitude média de 357 m, o solo da área é caracterizado como Latossolo Vermelho de textura arenosa conforme Santos et al. (2018), solo da área é composto por 87,44% de areia 1,26% de silte e 11,3% de argila.

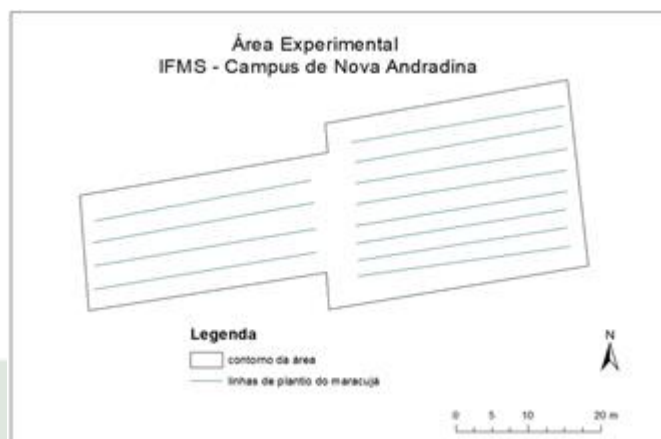
**Figura 01.** Localização do experimento em Nova Andradina/MS.



**Fonte:** Própria (2020).

**Figura 02.** Área experimental.

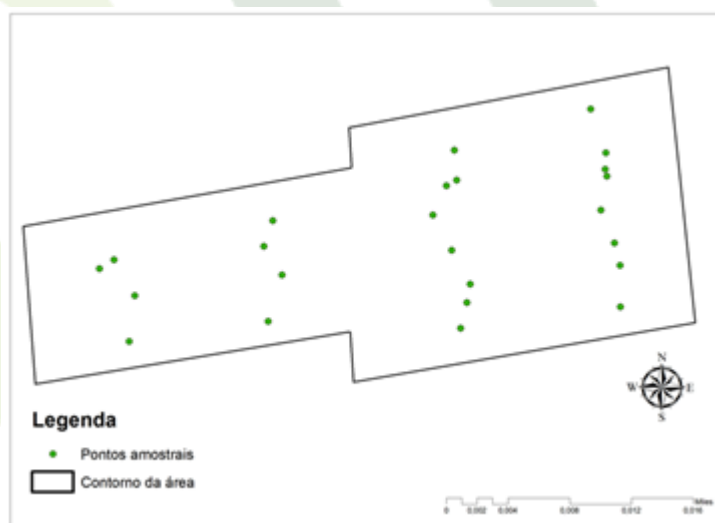
## VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE



Fonte: Própria (2020).

De acordo com a distribuição das plantas, foi elaborado um Grid regular com dimensão de malha amostral de 3x15 m, onde foram escolhidas 24 pontos amostrais, conforme demonstra na Figura 03. Os pontos amostrais foram identificados através de placas numéricas, e georreferenciados utilizando-se GPS 76CSx da Garmin.

Figura 03. Distribuição dos pontos amostrais.



Fonte: Própria (2020).

A coleta de amostra de solo foi realizada em cada ponto amostral, constituída de uma amostra composta por 8 sub-amostras, conforme Figura 04, na profundidade de 0-20cm. As amostras foram coletadas com a utilização de um trado manual do tipo rosca (Figura 4), conforme descrito por Borges e Accioly (2007). Posteriormente as amostras foram identificadas e encaminhadas para laboratório para realização da análise química do solo.

Figura 04. Coleta das amostras de solo utilizando trado de rosca.



Fonte: Própria (2020).

A produtividade foi avaliada entre os meses de Fevereiro a Julho/2020, a colheita foi realizada nesses meses em função da desuniformidade de maturação dos frutos, sendo coletados em cada colheita somente os frutos maduros de cada planta. Semanalmente os frutos maduros foram coletados, identificados e encaminhados para o laboratório de geoprocessamento e agricultura de precisão (LAGAP), onde era feita a pesagem dos frutos em balança de precisão (SUSZEK, 2011). No final dessa avaliação, os frutos coletados de cada ponto amostral foram somados, para se obter o valor total de produção em cada ponto amostral, posteriormente os dados foram convertido de  $\text{Kg/m}^2$  para  $\text{Ton./ha}$  (MOLIN e MASCARIN, 2007).

As análises de qualidade dos frutos foram realizadas no laboratório de geoprocessamento e agricultura de precisão (LAGAP), onde foi feita análise de 10 amostras de frutos por ponto, no qual as amostras foram submetidos a análise química (pH e SST/ATT). O teor de sólido solúveis totais SST foi obtido pela leitura direta em um refratômetro de Abbe, com resultado expresso em °Brix, conforme relatado por Suszek, (2011). Já análise de pH foi avaliado utilizando-se pHmetro de bancada devidamente calibrado, conforme instruções de manual do fabricante, no qual as amostras foram avaliadas de acordo com o método 017/IV IAL, (2008).

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, utilizando o software Minitab 18® para obtenção das medidas de posição (média e mediana), medida de dispersão (desvio-padrão) e medidas de forma da distribuição (coeficiente de variação), avaliado conforme descrito por Gomes (2000). Além disso, também realizadas análises de correlação linear de Pearson e teste de normalidade de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

Para interpolação dos dados optou-se pelo interpolador Inverso do quadrado da distância (IQD), os mapas foram construídos utilizando o software ArcGIS, o IQD é um interpolador determinístico univariado de médias ponderadas, ou seja, quanto mais distante um ponto observado estiver do estimado, menor será sua influência sobre o valor de inferência. Este método é considerado de acurácia satisfatória quando comparado a krigagem, além de exigir uma análise mais simples, o que pode tornar o processo menos oneroso e, podendo, em alguns casos, apresentar resultados semelhantes à krigagem (SOUZA et al., 2010). A similaridade dos mapas temáticos construídos a partir dos dados coletados foi avaliada analisando visualmente os mapas construídos.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que entre os valores apresentados na Tabela 01 o pH do solo apresentou menor variação com mínima de 5,2 e máxima de 5,9. Silva et al. (2010), ao avaliar os atributos químicos do solo cultivado com café, também encontrou valores de pH com pouca variação ao longo da área. Os demais atributos do solo apresentaram grande variação entre seu ponto de máximo e mínimo.

O fósforo (P), macronutriente responsável por processos como a síntese de ácido nucleico e atuação das enzimas nas plantas, apresenta ao longo da área analisada média de 12,88 mg/dm<sup>3</sup>, com máxima de 42,9 e mínimo de 3,7. Para potássio (K), que constitui a parede celular da planta e atua no transporte e armazenamento de carboidratos, também é observada uma variação entre os dois pontos extremos dos valores encontrados, mínimo de 11,7 e máximo 58,5 mg/dm<sup>3</sup>.

Cálcio (Ca) e magnésio (Mg) apresentam média de 1,48 e 0,58 cmolc/dm<sup>3</sup>, respectivamente, o recomendado para a cultura do maracujazeiro é de 1,5-7,0 cmolc/dm<sup>3</sup> em nível adequado de cálcio e 0,5-2,0 cmolc/dm<sup>3</sup> para magnésio (Embrapa, 2004). Os micronutrientes apresentam variação média na área, com exceção para zinco (Zn) e boro (B), o primeiro apresenta valores entre 0,2 e 2,6 mg/dm<sup>3</sup> com média de 0,48, o segundo mencionado tem valor de 0,1 para mínimo e 0,26 de máxima.

**Tabela 01:** Estatística descritiva da análise química do solo, produtividade e qualidade dos frutos.

Atributos	Min.	Máx.	Média	Med.	D.P.	C.V.	Curt.	Ass.	Norm.
pH CaCl <sub>2</sub>	5,2	5,9	5,6	5,65	0,23	4,11	- 0,9	- 0,4	Sim
P (mg/dm <sup>3</sup> )	3,70	42,9	12,88	8,3	11,18	86,78	1,36	1,57	Não



K (mg/dm <sup>3</sup> )	11,70	58,5	30,06	27,3	9,93	33,01	1,95	0,98	Sim
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,92	2,45	1,48	1,46	0,35	24,10	1,52	1,07	Sim
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,33	0,87	0,58	0,61	0,13	23,01	- 0,42	- 0,01	Sim
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0	0	-	-	-	-	-	-	-
H + Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,27	3,7	1,63	1,51	0,49	30,48	13,48	3,38	Não
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,58	3,14	2,14	2,1	0,45	21,12	- 0,03	0,6	Sim
CTC (cmolc/dm <sup>3</sup> )	3,16	5,65	3,78	3,61	0,54	14,49	4,87	1,95	Não
MO (g/dm <sup>3</sup> )	4,63	11,37	7,66	7,35	1,7	22,28	- 0,52	0,35	Sim
V%	34,51	71,2	56,89	58,54	8,95	15,74	0,61	- 0,93	Sim
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,1	0,26	0,14	0,13	0,04	28,19	1,39	1,25	Não
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	0,5	0,7	0,53	0,5	0,05	10,13	4,14	2,13	Não
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	70,3	123,7	99,6	100,55	15,06	15,17	-0,57	-0,27	Sim
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	0,2	2,6	0,48	0,35	0,47	98,79	20,33	4,37	Não
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	21,9	41,6	29,2	27,95	5,45	18,66	0,19	0,93	Sim
Prod. (Ton./ha)	0,10	2,04	0,87	0,72	0,57	65,71	-0,94	0,52	Sim
pH do Fruto	2,71	3,43	3,00	2,99	0,13	4,47	4,78	1,26	Não
°BRIX	6,72	12,89	10,92	11,09	1,30	11,94	4,01	-1,55	Não

\*pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; H + Al - Hidrogênio + Alumínio; SB - Soma de bases; CTC - Capacidade de Troca de Cátions; MO - Matéria Orgânica; V % - Saturação de Bases; B - Boro; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Cu - Cobre; Zn - Zinco; Prod.- Produtividade; Mín - Mínimo; Máx. - Máximo; Med. - Mediana; D.P. - Desvio padrão; C.V. - Coeficiente de variação; Curt. - Curtose; Ass. - Assimetria; Norm. - Normalidade, verificada através dos testes de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

**Fonte:** Própria (2020).

A variabilidade de um atributo pode ser classificada de acordo com a magnitude de seu coeficiente de variação (CV), classificando-o como baixo ( $CV < 10\%$ ), médio ( $10\% < CV < 20\%$ ), alto ( $20\% < CV < 30\%$ ) e muito alto ( $CV > 30\%$ ), como descrito por Dalchiavon et al. (2012). Conforme a análise descritiva (Tabela 01), os indicadores de fertilidade do solo apresentam coeficiente de variação de médio a muito alto, com exceção do pH do solo com CV de 4,11%. Os dados que mais chamam atenção pelo valor elevado do coeficiente de variação são potássio, fósforo e zinco (33,01; 86,78 e; 98,79%, respectivamente). Zonta et al. (2014) ao analisar a fertilidade no cultivo do algodoeiro também observou valores altos para coeficiente de variação, com exceção do pH do solo. Segundo Carvalho, Takeda e Freddi (2003), isto ocorre porque a variabilidade espacial dos atributos do solo pode ser influenciada pelos seus fatores

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

de formação, que são o material de origem, relevo, clima, organismos e tempo, e pelas práticas de manejo do solo (adubação, calagem, dentre outros).

A qualidade dos frutos é verificada pelo pH e teor de sólidos solúveis (°Brix) da polpa, neste trabalho os valores encontrados foram de 2,71 a 3,43 para pH e 6,72 a 12,89 para sólidos solúveis. Hafle et al. (2019) encontrou dados próximos, de 2,69 a 3,14 para pH e 12,8 a 13,53 de °Brix. Botelho et al.(2019) ao avaliar qualidade dos frutos de acordo com o estágio de maturação encontrou valores médios de 12,25 a 12,90, próximo a valores encontrados neste estudo. Ressaltando que os valores obtidos se devem a colheita dos frutos em estágio de maturação avançado, já que todos foram coletados após caírem ao chão.

O coeficiente de correlação de Pearson verifica se há uma relação entre parâmetros estudados por meio de um coeficiente de 1 a -1, sendo 1 uma correlação perfeita e -1 correlação de forma negativa. O °Brix e pH dos frutos (Tabela 02) demonstram alta correlação, estando os dois ligados aos aspectos de qualidade dos frutos, o valor do coeficiente é de 0,77. Já a produtividade e o °Brix também apresentaram correlação positiva, tal resultado também foi relatado por Suszek (2011), no qual a autora explica que quanto maior a produtividade, maior quantidade de açúcar existente no fruto. Nota-se que o pH do solo apresenta alta correlação com muitos parâmetros como P, K, Ca e Mg. Segundo Gitti, Roscoe e Rizzato (2019), o baixo teor de pH do solo afeta a disponibilidade dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, e favorece a presença de elementos que inibem o desenvolvimento de raízes das plantas, tais como o Al.

**Tabela 02:** Coeficiente de correlação de Pearson entre os atributos avaliados.

	Macronutrientes											
	Prod.	pH F	Brix	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V%
pH F.	0,26											
Brix	<u>0,35</u>	<b>0,77</b>										
pH	0,12	-0,15	-0,02									
P	0,10	0,14	0,02	<u>0,33</u>								
K	0,14	-0,20	0,08	<u>0,45</u>	<u>0,34</u>							
Ca	0,13	-0,18	-0,06	<u>0,47</u>	<u>0,5</u>	<u>0,35</u>						
Mg	-0,16	-0,12	-0,13	<u>0,51</u>	<u>0,54</u>	0,28	<u>0,53</u>					
H+Al	0,14	0,03	0,15	-0,25	-0,18	-0,06	-0,29	<u>-0,35</u>				
SB	0,06	-0,19	-0,08	<u>0,55</u>	<u>0,57</u>	<u>0,42</u>	<b>0,96</b>	<b>0,73</b>	<u>-0,34</u>			

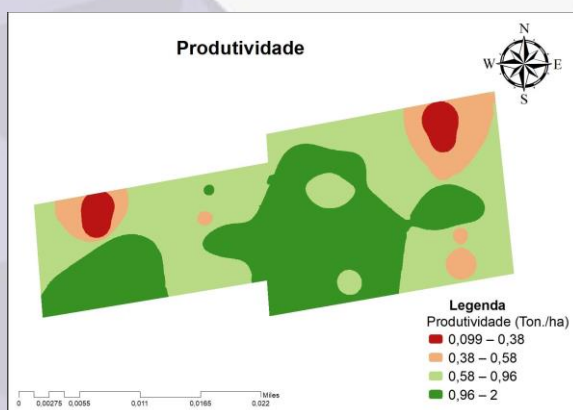
CTC	0,18	-0,13	0,07	0,23	<u>0,31</u>	0,29	<u>0,53</u>	0,28	<b>0,63</b>	<u>0,52</u>		
V%	-0,04	-0,12	-0,16	<u>0,49</u>	<u>0,44</u>	0,24	<b>0,74</b>	<b>0,70</b>	<b>-0,81</b>	<b>0,81</b>	-0,07	
MO	-0,10	<u>-0,30</u>	0,02	0,04	0,13	<u>0,51</u>	0,13	0,10	<u>0,46</u>	0,16	<u>0,55</u>	-0,25

Micronutrientes							
	Prod.	pH F.	Brix	B	Cu	Fe	Mn
B	-0,12	0,19	0,24				
Cu	-0,21	0,12	0,03	0,10			
Fe	0,05	-0,02	0,10	<u>0,39</u>	0,08		
Mn	-0,18	<u>-0,34</u>	-0,08	-0,08	<u>0,47</u>	0	
Zn	-0,04	0,09	0,05	-0,18	<b>0,71</b>	-0,17	<u>0,35</u>

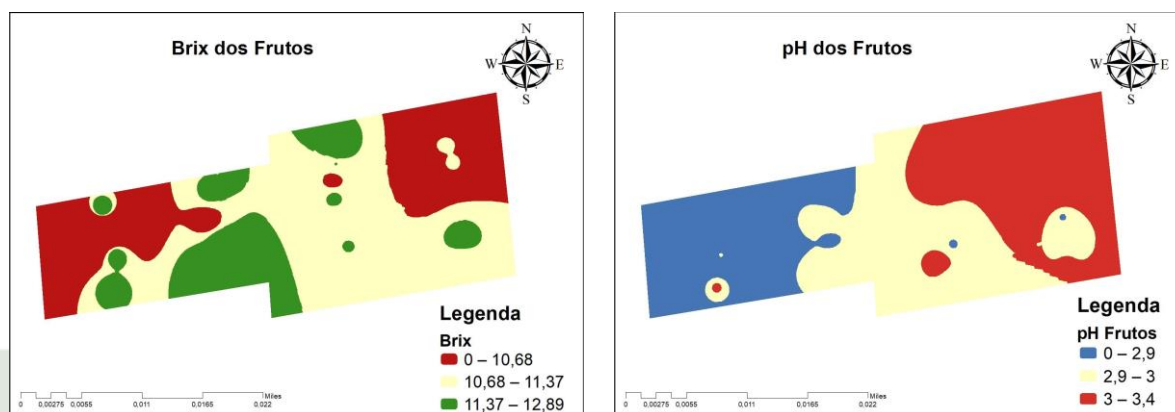
\*  $\geq 0,60$  ou  $r \geq -0,60$  (Correlação Forte – Em negrito);  $0,30 \leq r < 0,60$  ou  $-0,60 < r \leq -0,30$  (Correlação Moderada – Em itálico e sublinhado);  $-0,30 < r < 0,30$  (Correlação Fraca – Fonte normal) (Dancey e Reidy, 2006). pH – potencial Hidrogeniônico; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; H + Al – Hidrogênio + Alumínio; SB – Soma de bases; C.T.C. – Capacidade de Troca de Cátions; MO – Matéria Orgânica; V % – Saturação de Bases; pH F. – pH Frutos; Prod. – Produtividade.  
**Fonte:** Própria (2020).

Nas Figuras a seguir são apresentados os mapas da produtividade, de parâmetros da qualidade dos frutos e fertilidade do solo. As escalas dos mapas de fertilidade dos solo foram elaboradas segundo a interpretação proposta pela Embrapa (2004), já a escala dos demais mapas foram padronizadas na divisão por quartis no ArcGIS, tendo por objetivo observar a variação dos mapas.

**Figura 05.** Mapas de produtividade e dos parâmetros de qualidade dos frutos.



## VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE



Fonte: Própria (2020).

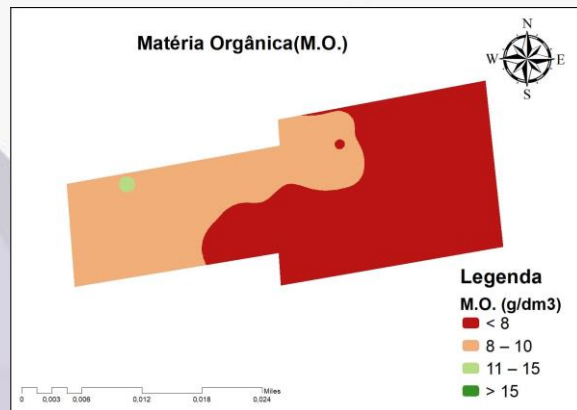
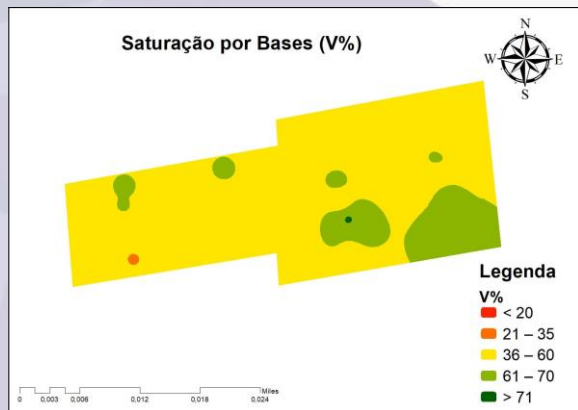
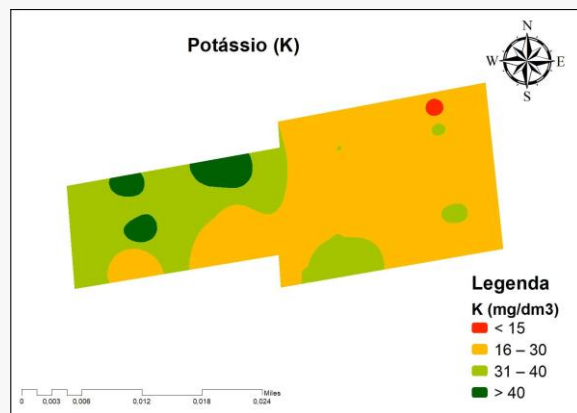
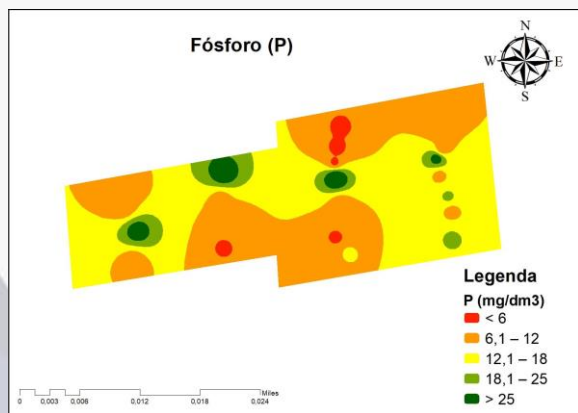
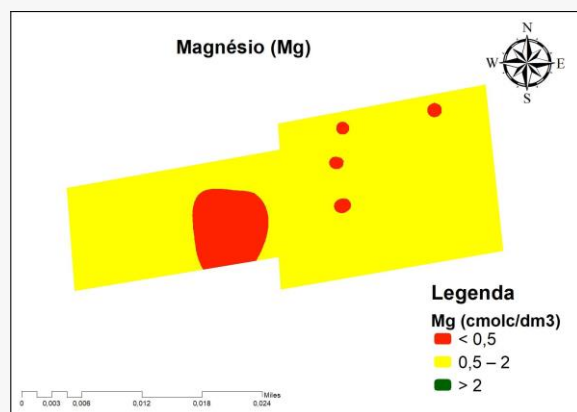
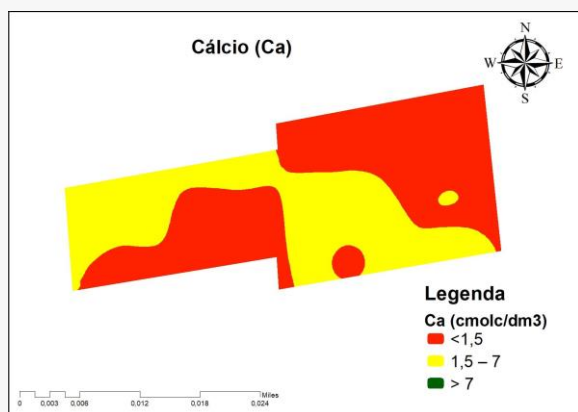
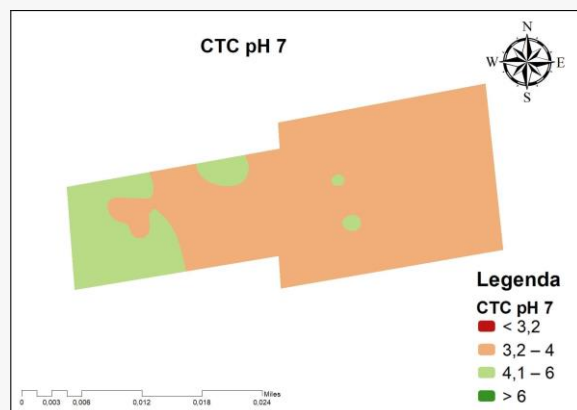
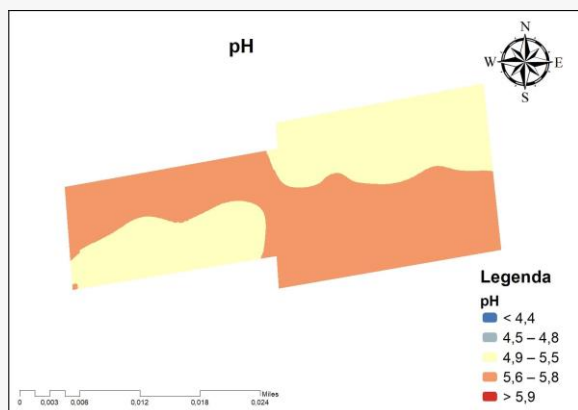
A produtividade se mostra de forma bem distribuída na área. Já o °Brix apresenta pontos de concentração distintos (Figura 05), a oeste e nordeste do mapa há predominância de valores < 10,68 e valores superiores ao centro, segundo Almeida et al. (2014), tais valores estão abaixo do percentual aceito pela indústria, que varia entre 13% a 14%, e para o consumo in natura, que quanto maior melhor. O pH dos frutos também apresenta zonas definidas com mínimas localizadas ao oeste e máxima a nordeste, valores semelhantes foi obtido por Almeida et al. (2014), em estudo sobre avaliação físico-química de cinco genótipos de maracujá amarelo no município de Rio Branco, Acre.

Os macronutrientes na Figura 06, estão dispostos de forma heterogênea ao longo da área. Como mencionado anteriormente, fósforo e potássio apresentam alto coeficiente de variação podendo visualizar este aspectos nos mapas apresentados, os valores sofrem muitas variações ao longo da área e é possível identificar pequenas zonas de valores dispersas. Do ponto de vista de Zonta et. al. (2014) a alta variabilidade de teores P nos solos pode ser justificada, pelo fato da adubação ser realizada na linha de plantio o que resulta na desuniformidade na área e em razão da baixa mobilidade deste nutriente no solo.

Os micronutrientes (Figura 07) reagem de forma oposta estando distribuídos igualmente, não é possível identificar zonas de manejo por isso são caracterizados com disposição homogênea. Com exceção do zinco (Zn), que nota-se uma pequena variação localizada ao centro da área podendo ser relacionada ao alto coeficiente de variação mencionado na Tabela 01.

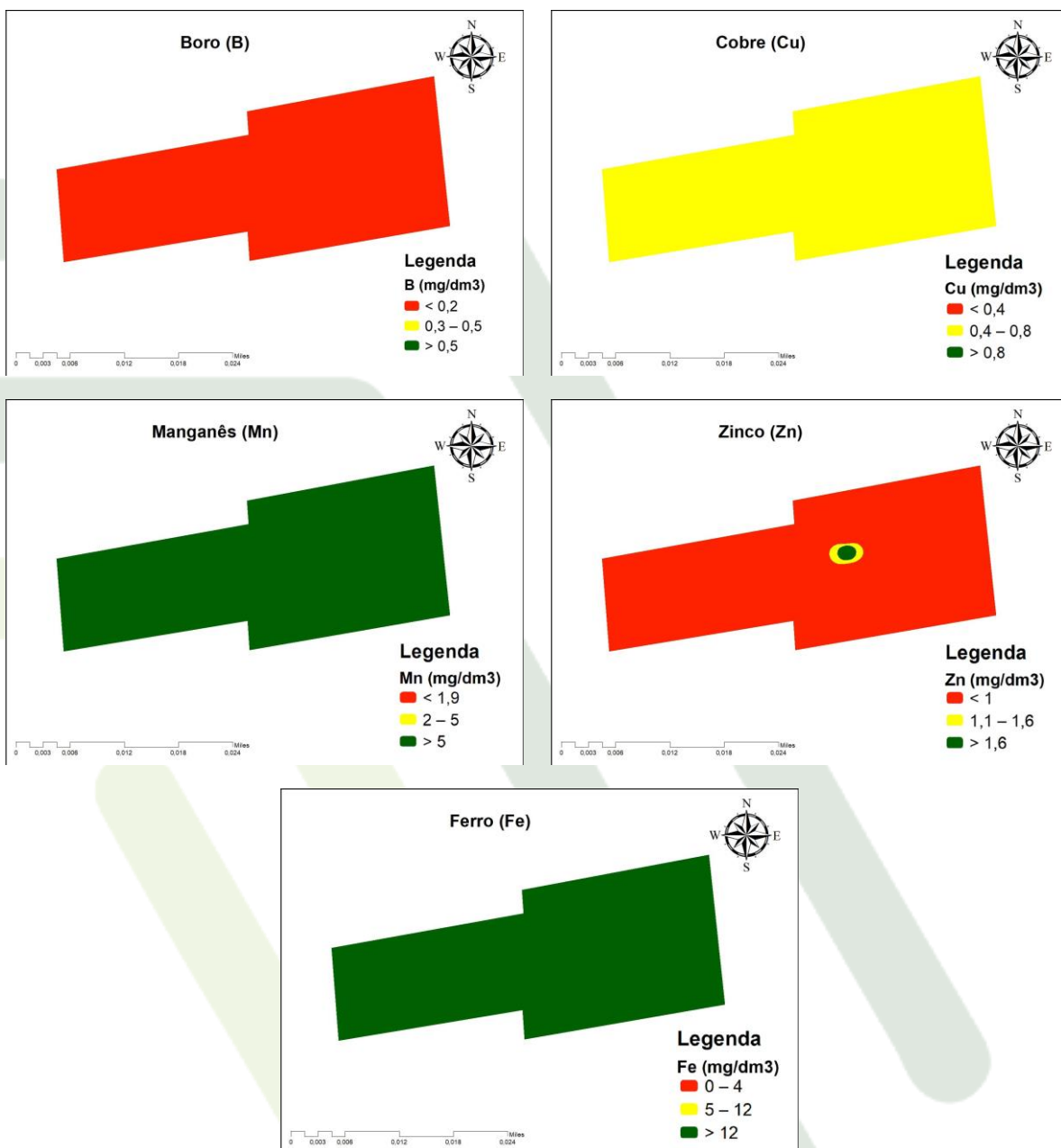
Figura 06. Mapas dos macronutrientes da área experimental.





Fonte: Própria (2020).

Figura 07. Mapas dos micronutrientes da área experimental.



Fonte: Própria (2020).

## CONCLUSÕES

Os atributos químicos do solo, com exceção do pH e alguns micronutrientes, apresentam dependência espacial no cultivo do maracujazeiro sendo possível o mapeamento da área.

A dependência espacial encontrada na maioria dos atributos químicos do solo indica que esse parâmetro devem ser levados em consideração no momento do manejo do solo.

Fósforo e potássio apresentaram alto coeficiente de variação, sendo assim, é recomendada a adubação a taxa variável para esses dois macronutrientes.

Para calagem não é necessária correção em taxa variável, por conta da baixa variação encontrada nos valores de pH.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, U.O.; et al. Avaliação físico-química de cinco genótipos de maracujá amarelo. **XXIII Congresso brasileiro de Fruticultura**, 2014.

ARTUZO, Felipe Dalzotto; SOARES, Caroline; WEISS, Claudete Rejane. Inovação de processo: O impacto ambiental e econômico da adoção da agricultura de precisão. **Espacios**, v. 38, n. 2, 2017.

BENTO, Mafalda Pessoa Fragoso. **Análise da variabilidade espacial e temporal da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas para fertilização da vinha com apoio da Tecnologia a Taxa Variável (VRT)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônoma) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2018.

BORGES, A. L.; ACCIOLY, A. M. A. Amostragem de solo para recomendação de calagem e adubação. Cruz das almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical**, 2007. 4p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, Comunicado Técnico 122).

BOTELHO, S. C. C.; HAUTH, M. R.; BOTELHO, F. M.; RONCATTO, G.; WOBETO, C.; OLIVEIRA, S. S. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2019

BRAGA, Catiane dos Santos; RODRIGUES, Danielle Vieira; BISPO, Rosimara Barboza; GOTTER, Valdecir; MARTINS, Kellen Coutinho; SOUZA, Sérgio Alessandro Machado. Caracterização e diversidade genética de espécies do gênero *Passiflora* com base em características físicas e químicas dos frutos. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.15, n.2, p. 181-186, 2017.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **Revista Bras. Ciência do Solo**, v 27, p. 695-703, 2003.

COELHO, J. C., & SILVA, J. M. **Agricultura de Precisão**. Lisboa: Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, Lisboa, 141 pp, 2009.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. de P. e; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agrônoma**, v.43, p. 453-461, 2012.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

EMBRAPA. **Cerrado: Correção do Solo e Adubação**. Manual de editoração. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Disponível em: <<http://manual.sct.embrapa.br/editorial/default.jsp>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro – Desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. (Orgs.). Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, 2005. p. 187-209.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. O produtor pergunta, a Embrapa responde: Maracujá. **Embrapa**, Brasília-DF, 2016

GALVÃO, H. L.; AMARAL, C. O.; RIBEIRO, M. C. B.; BOECHAT, M. G. R.; CENCI, S. A. Avaliação da qualidade de frutos de maracujá BRS Pérola do Cerrado influenciado pelo método de colheita. **I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura, 2017**.

GITTI, D.C.; ROSCOE, R.; RIZZATO, L.A. Manejo e fertilidade do solo para Soja. In: LOURENÇÃO, A.L.F.; Et al. **Tecnologia e produção: Safra 2018/2019**. Maracaju: Midiograf. 2019. 198 p.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 14a ed. Piracicaba, Degaspari. 2000. 477p.

HAFLE, O.M.; RAMOS, J.D.; LIMA, L.C.O.; FERREIRA, E.A.; MELO, P.C. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 763-770, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IMESP, 2008. 1002 p.

MARTINS, Elias Amorim. **Diagnóstico da adoção de tecnologias de agricultura de precisão em propriedades rurais do Rio Grande do Sul**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Programa de pós-graduação em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2018.

MOLIN, José P. Agricultura de Precisão: Números do Mercado Brasileiro. **USP-Laboratório de Agricultura de Precisão**, Piracicaba-SP, 2017.

MOLIN, J.P.; MASCARIN, L.S. Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade. **Eng. Agrícola Jaboticabal**, v.27, n.1, p.259-266, jan./abr. 2007.

RUGGIERO, C. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO**. Anais... Jaboticabal: Funep, 1998. p. 388.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. Brasília: 2018. 355 p.

SANTOS, J. L. V.; RESENDE, E. D.; MARTINS, D. R.; GRAVINA, G. A.; CENCI, S. A.; MALDONADO, J. F. M. Determinação do ponto de colheita de diferentes cultivares de



ARAÚJO, M.K.S.; BREXÓ, E.A.; SUSZEK, G.

maracujá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 750-755, 2013.

SILVA, T.V; RESENDE, E.D.; PEREIRA, S.M.F.; VIANA, A. P.; ROSA, R. C. C.; CARLOS, L. A.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação sobre as características físicas dos frutos de maracujá-amarelo. **Bragantia**, Campinas, vol.67 n.2, 2008.

SOUZA, G.S. de et al. Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na especialização de atributos químicos de um argissolo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, 2010. p 73 - 81.

SPERANZA, Eduardo Antonio; ANTUNES, João Francisco Gonçalves; INAMASU, Ricardo Yassushi. **Uso de imagens de sensoriamento remoto para identificação de variabilidade espacial em Agricultura de Precisão**. Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro 2018 Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 283-292

SUSZEK, G. **Variabilidade espacial e temporal das propriedades químicas do solo e das folhas, qualidade do fruto e produtividade em pomar de laranja Monte Parnaso**. 2011. Tese. 122 f. (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade do oeste do Paraná, Cascavel, 2011.

WERLANG, C. K. **Agricultura de Precisão no Brasil: fatores condicionantes, perfil sócio econômico e perspectivas**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2018.

ZONTA, J. H; BRANDÃO, Z. N.; MEDEIROS, J. C.; SANA, R. S.; SOFIATTI, V. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. [online]. 2014, vol.18, n.6, pp.595-602