

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO**

Danimar Manfio de Castro

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO
COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) EM ÁREAS COM DIFERENTES
POTENCIAIS PRODUTIVOS**

Santa Maria, RS
2018

Danimar Manfio de Castro

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO COMUM
(*Phaseolus vulgaris* L.) EM ÁREAS COM DIFERENTES POTENCIAIS
PRODUTIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção ao grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Orientador: Professor Dr. Antônio Luis Santi

Santa Maria, RS
2018

Castro, Danimar Manfio de
Desempenho agronômico de cultivares de feijoeiro comum
(Phaseolus vulgaris L.) em áreas com diferentes
potenciais produtivos / Danimar Manfio de Castro.- 2018.
70 p.; 30 cm

Orientador: Antônio Luis Santi
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura de Precisão, RS, 2018

1. Manejo de sítio-específico 2. Mapas de rendimento
3. Feijão 4. Produtividade I. Santi, Antônio Luis II.
Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Danimar Manfio de Castro. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: manfio_danimar@hotmail.com ou manfio.danimar@gmail.com

Danimar Manfio de Castro

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO COMUM
(*Phaseolus vulgaris* L.) EM ÁREAS COM DIFERENTES
POTENCIAIS PRODUTIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção ao grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Aprovado em 13 de agosto de 2018:

Antônio Luis Santi, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)

André Luis Vian, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, RS
2018

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho, aos meus pais Antônio Nivaldo de Castro e Neiva Manfio de Castro, minha irmã Ingrid Manfio de Castro que estiveram ao meu lado nos mais diversos momentos da minha trajetória pessoal, acadêmica e profissional, sempre apoiaram e me incentivaram em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por proporcionar um ensino público, gratuito e com qualidade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão (PPGAP) nos moldes que foram desenvolvidos, tornando o acesso possível a pós-graduação para um grande número de pessoas.

Ao Colégio Politécnico da UFSM, por disponibilizar a estrutura necessária para a execução e conclusão do curso.

Aos professores da UFSM que foram fundamentais na construção do conhecimento e formação profissional e pessoal no decorrer de toda a jornada acadêmica.

A todos os colegas do curso profissionalizante em Agricultura de Precisão, pelo convívio, pela amizade e solidariedade durante o decorrer do curso.

A Deus, agradeço por ter colocado em meu caminho todas as experiências vividas e oportunizando mais esta conquista.

A minha família, a qual sem medir esforços se empenharam de forma inigualável para que estivesse sempre em busca dos meus objetivos pessoais e profissionais. Aos meus pais, Neiva Manfio de Castro e Antônio Nivaldo de Castro, que com muito trabalho, empenho, dedicação e carinho, são meus alicerces nessa caminhada da vida. A minha irmã, Ingrid Manfio de Castro, que sempre está ao meu lado, me apoiando e auxiliando. Agradeço por todos os momentos de alegrias e dificuldades que passamos juntos, pelas palavras de incentivo e pelas reflexões realizadas para que sempre mantivesse o sonho.

Ao meu orientador Antônio Luis Santi, pelas trocas de experiências, pela disponibilidade e por não medir esforços em auxiliar sempre que precisei. Em nome desse a todos os integrantes do LAPSul.

A empresa Sementes Fabris, a qual me apoiou e disponibilizou tempo de suas atividades para que eu pudesse realizar minhas atividades referentes ao curso e a condução do trabalho. A toda a equipe técnica e colaboradores da empresa pelo auxílio.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa – Arroz e Feijão), pela troca de informações e disponibilidade em auxiliar na condução do trabalho.

Agradeço a todos que de alguma maneira fizeram parte desta conquista, aos amigos, conhecidos de perto ou de longe meu muito obrigado!

Você ganha força, coragem e confiança
através de cada experiência em que você
realmente para e encara o medo de frente.

(Eleanor Roosevelt)

RESUMO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) EM ÁREAS COM DIFERENTES POTENCIAIS PRODUTIVOS

AUTOR: Danimar Manfio de Castro

ORIENTADOR: Antônio Luis Santi

O manejo localizado nas zonas de manejo que apresentam distintos potenciais de rendimento de grãos tem sido umas das alternativas propostas pela agricultura de precisão (AP). Neste sentido, o estudo teve por objetivo avaliar o desempenho agronômico de cinco cultivares de feijoeiro comum com diferentes hábitos de crescimento em áreas com distintos potenciais de rendimento de grãos. O estudo foi conduzido na safra 2017 e 2018 em uma área comercial no município de Erval Seco – RS. Foram definidas as zonas de distintos potenciais de rendimento de grãos a partir da sobreposição de mapas de colheita. O experimento foi alocado em delineamento de blocos ao acaso, conduzido em sub-parcela. As parcelas principais foram constituídas por três zonas de manejo (alto, médio e baixo) e as sub-parcelas por cinco cultivares de feijão (BRSMG Realce, BRS Radiante, BRS Campeiro, BRS Esteio e BRS Esplendor) com três repetições. Os parâmetros avaliados foram: estatura de planta (EST), altura de inserção do 1º legume (IPLEG), base de inserção do 1º legume (BPLEG), número de legumes totais por planta (NLTP), número de legumes por planta na haste (NLH), número de legumes por planta nos ramos (NLR), peso de cem grãos (PCG) e rendimento de grãos (REND). O rendimento de grãos apresentou correlação com estatura de planta, altura de inserção do primeiro legume, base de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta na haste e número de legumes total por planta. Não foi possível constatar desempenho diferenciado das cultivares de feijão testadas nas diferentes zonas de rendimento (alto, médio e baixo). A zona de alto rendimento apresentou uma média de produção de 1.141 kg ha⁻¹ e 2.487 kg ha⁻¹, zona de médio 1.019 kg ha⁻¹ e 2.167 kg ha⁻¹ e a zona de baixo 784 kg ha⁻¹ e 1.834 kg ha⁻¹, para a safra 2017 e 2018, respectivamente. As cultivares de feijão podem apresentar adaptações em relação à expressão do potencial de rendimento de grãos e que algumas cultivares podem ser mais estáveis quando direcionadas aos diferentes ambientes de produção. A utilização do posicionamento de cultivares de feijão por ambiente de produção denota-se como uma nova ferramenta e estratégia que necessita ser mais elucidada dentro da AP, a qual pode contribuir de forma significativa na maximização da eficiência produtiva da cultura, frente às mais variadas áreas de produção no qual está inserida a cultura do feijão.

Palavras-chave: Manejo de sítio-específico. Mapas de rendimento. Feijão. Produtividade.

ABSTRACT

AGRONOMIC PERFORMANCE OF COMMON BEAN CULTIVARS (*Phaseolus vulgaris* L.) IN AREAS WITH DIFFERENT PRODUCTIVE POTENTIAL

AUTHOR: Danimar Manfio De Castro

ADVISOR: Antônio Luis Santi

The management applied in the areas that have different potentials of grains yields has been one of the alternatives proposed by precision agriculture (PA). The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of five common bean cultivars with different growth habits in areas with different grain yield potentials. The study was conducted in 2017 and 2018 harvest in a commercial area in the municipality of Erval Seco – RS, Brazil. Areas of distinct grain yield potentials were defined by overlapping harvest maps. The experiment was allocated in a randomized design area, conducted in a subpartion. The main portions consisted of three management areas (high, medium and low) and the subportions of five bean cultivars (BRSMG Realce, BRS Radiante, BRS Esteiro, and BRS Esplendor) with three replicates. The evaluated parameters were: plant stature (EST), insertion height of insertion of the 1st legume (IPLEG), insertion base of the 1st legume (BPLEG), number of total legumes per plant (NLTP), number of legumes per plant on the stem (NLH), number of legumes per plant in the branches (NLR), weight of one hundred grains (PCG) and grains yield (REND). The grain yield showed a correlation with plant stature, height of insertion of the first legume, base of insertion of the first legume, number of legumes per plant in the stem and number of total legumes per plant. It was not possible to verify differentiated performance of bean cultivars tested in the different yield zones (high, medium and low). The average production for the respective 2017 and 2018 harvest were 1,141 kg ha⁻¹ and 2,487 kg ha⁻¹ for the high yield zone, 1,019 kg ha⁻¹ and 2,167 kg ha⁻¹ for the medium yield zone, and 784 kg ha⁻¹ and 1,834 kg ha⁻¹ for the low yield zone. Bean cultivars may present adaptations to the yield potential of grains. In addition, some cultivars may be more stable when directed to the different production environments. The use of bean cultivar positioning by production environment is a new tool and strategy that needs to be further elucidated within the PA. It can contribute in a significant way in maximizing the productive of the crop, in the most varied areas of production in which the bean culture is inserted.

Keywords: Site-specific management. Yield maps. Bean. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Erval Seco, no estado do Rio Grande do Sul – RS ..	30
Figura 2 – Mapa de rendimento de grãos relativos obtidos a partir da sobreposição de quatro mapas de colheita (Soja/2015; Trigo/2016; Milho/2016; Soja/2017) e classificado em ZB (<95%), ZM (95-105%) e ZA (>105%), e os respectivos percentuais ocupados pelas zonas na área	33
Figura 3 – Precipitação pluvial diária e precipitação pluvial acumulada durante a condução do experimento na safra 2017 (A) e 2018 (B)	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico de cultivos implantados na área entre os anos de implantação do experimento	31
Tabela 2 – Histórico de cultivos, prática de adubação, quantidade e forma de aplicação realizadas na área	31
Tabela 3 – Mapas de colheita utilizados para a definição das zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo)	32
Tabela 4 – Características agronômicas das cultivares de feijoeiro utilizadas	34
Tabela 5 – Atributos físico-químicos médios do solo na profundidade de 0,00 – 0,15 m nas diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na área no ano de 2017	35
Tabela 6 – Nível de significância para a análise de variância dos fatores zona de rendimento de grãos (Z), cultivares de feijão (C), a interação Z x C e o coeficiente de variação (CV) para os diferentes parâmetros avaliados para a área na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	38
Tabela 7 – Estatura de plantas (EST, cm) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	39
Tabela 8 – Altura de inserção do primeiro legume (IPLEG, cm) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	40
Tabela 9 – Altura da base de inserção do primeiro legume (BPLEG, cm) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	42
Tabela 10 – Rendimento de grãos (REND, kg ha ⁻¹) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	45
Tabela 11 – Número de legumes totais por planta (NLTP) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	49
Tabela 12 – Número de legumes por planta na haste (NLH) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	50
Tabela 13 – Número de legumes por planta nos ramos (NLR) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	51
Tabela 14 – Peso de cem grãos (PCG) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	52
Tabela 15 – Correlação Linear de Pearson para oito caracteres de interesse agrônomo para a cultura do feijoeiro comum na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	HIPÓTESES	14
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivos gerais.....	14
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	16
2.1.1	A cultura do feijoeiro.....	16
2.1.2	Aspectos morfológicos da cultura do feijoeiro	18
2.2	ZONAS DE MANEJO (ZM).....	21
2.3	UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES EM ZONAS DE MANEJO	24
2.4	AGRICULTURA DE PRECISÃO (AP)	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5	CONCLUSÕES.....	57
6	AGRADECIMENTOS	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas que apresenta grande relevância para a segurança alimentar. No Brasil, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta índices baixos de rendimento. A Região Sul, apresenta uma produção em torno de 26% do total produzido no Brasil. O estado do Rio Grande do Sul apresenta um rendimento de grãos médio estimado de 1.812 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018), sendo considerado abaixo do potencial possível de ser atingido pela cultura com relatos a cerca de 3.000 kg ha⁻¹ (NASCENTE et al., 2012) à 5.300 kg ha⁻¹ (COBUCCI et al., 2015).

Sendo cultivado em diversas regiões do mundo, em uma gama variada de ambientes com diversos genótipos utilizados, além de distintos níveis tecnológicos de produção empregados, a cultura do feijoeiro comum vem ocupando lugar de destaque na agricultura brasileira. Nesse sentido, a adoção de sistemas ou ferramentas capazes de auxiliar no processo de produção da cultura são fundamentais para à obtenção de maiores rendimentos.

Dessa forma, a agricultura de precisão (AP) tem sido reconhecida como uma importante forma de manejo da variabilidade espacial das áreas de produção agrícola onde é empregada. Auxiliando no processo de produção das culturas através da identificação da variabilidade espacial e temporal dos atributos de solo e planta e as suas relações. Possibilitando o entendimento dos processos e propriedades que condicionam o desempenho das culturas no campo, os quais variam no espaço e no tempo.

A utilização de algumas ferramentas de AP para identificar, caracterizar e entender essa variabilidade espacial das cultura em uma determinada área de produção são amplas, no entanto o monitoramento da colheita e as informações das variáveis do solo (EITELWEIN et al., 2016) podem explicar melhor as variabilidades observadas, servindo de orientação as práticas de manejo (AMADO et al. 2007; COELHO, 2005; MILANI et al., 2006; SANTI et al., 2013), uma vez que a planta acaba se tornando um fator de resposta do manejo e do ambiente em que foi condicionada (SANTI et al., 2013).

A análise através dos mapas de produtividade das culturas, por sua variabilidade que apresentam ao longo do tempo, podem servir de base para a criação de zonas mais uniformes dentro de uma área agrícola, através da investigação das principais causas que influenciam na ocorrência da variação de rendimento, seja ela alta, média ou baixa ao longo dos anos, conforme destacado por Eitelwein et al. (2016).

Assim, a possibilidade de variar os genótipos (híbridos para milho e cultivar para soja) entre as zonas de manejo em uma mesma safra, optando por materiais para as zonas com menor

potencial e zonas de alto potencial de rendimento tem sido objeto de estudo (SCHWALBERT et al., 2016). Santi et al. (2016) ponderam que em função das respostas diferenciadas das culturas econômicas (soja, milho e feijão) às zonas de manejo, o posicionamento de cultivares e/ou híbridos apropriados e aptos a enfrentar a variabilidade de cada área, pode contribuir para a maximização da eficiência produtiva e econômica (CORASSA, 2015).

Os primeiros estudos realizados verificando as respostas dos genótipos por zonas de manejo no Sul do Brasil, foram realizados por Corassa et al. (2016) com a cultura da soja, evidenciando que a otimização de cultivares nos campos de produção pode ser uma alternativa para o incremento de produtividade. Já Anselmi et al. (2013) avaliaram o desempenho de híbridos de milho semeados com diferentes populações em faixas que cobriam as zonas de manejo, os resultados demonstraram que os híbridos de milho apresentavam a mesma tendência produtiva de acordo com a população, entretanto, o retorno produtivo foi diferenciado em cada zona de manejo. Long et al. (2017) avaliando a relação de rendimento de milho e data de semeadura nos EUA, em ambientes de produção médio, alto e muito alto, não encontrou diferença de rendimento para a cultura em ambos os ambientes de produção. Entretanto, Assefa et al. (2016) verificou diferença de rendimento de híbridos de milho à densidade de semeadura em diferentes zonas de rendimento.

No entanto, para a cultura do feijoeiro os trabalhos ainda são incipientes quando ao emprego de cultivares em diferentes zonas de manejo. Possivelmente pela menor expressão de melhoramento que ocorreu ao longo dos anos. Devido seu caráter de subsistência que o mesmo exerce no Brasil, as empresas de melhoramento multinacionais acabam não atuando nesse processo, ficando estreitamente a cargo das empresas estatais, que normalmente apresentam menores recursos e limitações. Desse modo, a cultura do feijão não recebeu o mesmo ritmo de desenvolvimento como as outras culturas do milho e soja (TSUTSUMI et al., 2015).

Além disso, a estagnação dos rendimentos da cultura do feijoeiro fizeram com que a busca de práticas ou manejos mais específicos para cada área de produção tornasse constante. Tendo em vista que, o conhecimento e o entendimento das variáveis que favorecem ou não o rendimento da cultura se tornam fundamentais, a identificação de cultivares mais adaptadas em razão das grandes variações que os genótipos apresentam no desempenho de seus rendimentos nos mais diversos sistemas de produção, favorece que genótipos mais responsáveis sejam utilizados em detrimento de outros com menor potencial de rendimento e com maior susceptibilidade a ocorrência de pragas e doenças.

Desse modo, acredita-se que a cultura do feijoeiro comum possa expressar uma resposta distinta em relação as condições ambientais e as características morfológicas (TEIXEIRA et

al., 2015), assim, o posicionamento adequado das culturas ao manejo empregado quanto as suas exigências agroclimáticas favorece a tomada de decisão, visando maiores rendimentos, rentabilidade, além de proporcionar a redução das perdas provocadas por fatores climáticos (PEREIRA et al., 2014).

Portanto, o conhecimento particularizado de cada área de produção torna-se uma ferramenta essencial para auxiliar na minimização dos riscos da cultura e desse modo, possam expressar o máximo potencial de rendimento, uma vez que está associado estreitamente a interação do genótipo e ambiente de produção (COIMBRA et al., 2009; PIANA et al., 1999; SILVA et al., 2016; TAVARES et al., 2017; TORRES et al., 2015), assim, a escolha do material mais adaptado a cada situação ou sistema de produção é fundamental.

1.1 HIPÓTESES

As zonas de distintos potenciais de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) exercem influência sobre as cultivares de feijoeiro comum e essas apresentam repostas distintas entre as mesmas em função das zonas de rendimento em que foram cultivadas.

As cultivares de tipo de crescimento indeterminado apresentam maior estabilidade de produção do que as cultivares com tipo de crescimento determinado nas zonas de distintos potenciais de rendimento de grãos (alto, médio e baixo).

A identificação de cultivares específicas para cada zona de distinto potencial de rendimento de grão (alto, médio e baixo) proporciona maior eficiência produtiva das áreas de produção agrícolas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos gerais

Avaliar o desempenho agrônômico de cinco cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) com diferentes hábitos de crescimento em área com diferentes potenciais de rendimento de grãos e manejada com ferramentas de AP.

1.2.2 Objetivos específicos

Avaliar os componentes de rendimento das cultivares de feijão nas diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo).

Avaliar a correlação dos componentes de rendimento com a produtividade das cultivares de feijão.

Verificar se as cultivares de feijoeiro apresentam variabilidade de seus rendimentos nas zonas de manejo com as diferentes cultivares.

Avaliar se as cultivares de hábito de crescimento determinado e indeterminado são mais ou menos responsivos as zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)

2.1.1 A cultura do feijoeiro

Oriundo das Américas e domesticado no período pré-colombiano por indígenas (MENSACK et al., 2010), o feijoeiro comum, é uma leguminosa, sendo desenvolvido há milhares de anos, o gênero *Phaseolus*, compreendem aproximadamente 55 espécies, sendo destaque cinco, dentre as mais cultivadas (SOUZA; LORENZI, 2012), como o feijão de lima (*P. lunatus* L.), feijão tepari (*P. acutifolius* A. Gray var. *latifolius* F.), ayocote (*P. coccineus* L), o *P. polyanthus* G. e o feijoeiro comum (*P. vulgaris* L.), destacando-se entre a espécie mais cultivada e utilizada (DAHMER et al. 2008; SANTOS; GAVILANES, 2006).

Considerado um dos alimentos básicos mais importantes na alimentação, apresenta grande valor alimentar, como a principal fonte de proteína vegetal, com alto valor energético e rico em vários minerais, ferro, cálcio, vitaminas do complexo B e fósforo (PEREIRA et al., 2015; RAMALHO et al., 2016) para a população de grande parte dos povos da América Latina e África, estando entre as quatro espécies produtoras de amido mais utilizadas para a alimentação humana (BRASIL, 2015).

Sendo cultivado pela maioria dos estados brasileiros, nas mais variadas condições edafoclimáticas, com diferentes níveis tecnológicos, as mais diversas épocas de plantio e sistemas de cultivo (TAVARES et al., 2017). A nível mundial, o Brasil se destaca na produção, sendo o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas de Myanmar e da Índia (FAOSTAT, 2018). Já a Região Sul é a segunda maior produtora do grão, correspondendo a mais de 880 mil toneladas, representando aproximadamente 26% da produção total do país (CONAB, 2018).

Entretanto, esses números de rendimentos somente foram possíveis de serem alcançados com base no melhoramento genético desta cultura, através do desenvolvimento de novas linhagens (RAMALHO et al., 2016), além da utilização de sistemas de irrigação, contribuindo para a maximização dos rendimentos de grão da cultura do feijão, atendendo as exigências hídricas (TORRES et al., 2013) em períodos de regime pluviométrico irregular, onde o déficit hídrico ocasionado pela falta ou baixa disponibilidade de água pode acarretar em danos fisiológicos irreversíveis, afetando diretamente o rendimento de grãos da cultura.

O feijoeiro comum é uma planta muito sensível às variações dos fatores climáticos. Segundo Teixeira et al. (2015), a baixa e alta umidade do solo, temperaturas do ar elevadas ou amenas e ventos intensos e fortes, as condições físicas e químicas do solo, fertilidade, adubação, nutrição, compactação, textura, estrutura, bem como, a susceptibilidade de pragas e doenças e os fatores biológicos do solo, afetam significativamente a cultura.

Entretanto, a cultura apresenta uma baixa produtividade, devido a menor tecnificação do setor, a baixa utilização ou quase nula, quanto ao aspecto sobre o controle de pragas, plantas daninhas e doenças, assim como o uso de fertilizantes e cultivares inadequadas, semeadas com densidades populacionais impróprias para a cultura (SANTOS et al., 2014).

Dessa forma, o conhecimento dos efeitos climáticos, das questões físicas, químicas e biológicas do solo, possibilitam a obtenção de tetos produtivos mais elevados e conseqüentemente, a redução de perdas por fatores climáticos, pois, esses requisitos podem auxiliar o planejamento agrícola da cultura (PEREIRA et al. 2014), assim, a obtenção de altas produtividades, será possível através da compreensão dos mais diversos sistemas, ambientes de cultivo e manejos em que a cultura é empregada, pois o dinamismo que esses processos exercem no estabelecimento, crescimento e desenvolvimento da planta, possuem influência direta no rendimento final da cultura.

O plantio direto tem favorecido muito o processo de produção da cultura do feijão, uma vez que os resíduos deixado pela cultura antecessora para cobertura do solo, favorece a manutenção da umidade do solo e auxilia na diminuição do risco de déficit hídrico, pois a cultura do feijoeiro apresenta um sistema radicular superficial (SIMIDU et al., 2010). Além disso, segundo o mesmo autor, a manutenção de uma boa cobertura de solo através dos resíduos vegetais auxilia na redução da temperatura do solo, realizando uma camada protetora contra os efeitos dos raios solares, promovendo assim uma minimização dos efeitos drásticos das condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura, principalmente na ocorrência de veranicos prolongados.

A produção do feijão tem relação direta com as condições climáticas, sendo um dos fatores limitantes, podendo limitar a produtividade quando as condições forem desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura. Desse modo, a época de semeadura deve ser levada em consideração quanto a esse fator (condições climáticas), pois a interação com as cultivares a serem utilizadas apresentam época de florescimento e enchimento de legumes, sendo esses estádios mais críticos para a obtenção de rendimento de grãos da cultura.

Ainda assim, condições de temperatura e umidade favoráveis são outros fatores que devem estar presentes, além de no momento de maturação até a colheita, não ocorrer períodos

de maiores precipitações pluviométricas. Consequentemente, o tipo de cultivar a ser utilizada na região de localização da área de produção e a época de semeadura, devem coincidir com os períodos de condições climáticas favoráveis ao bom desenvolvimento do feijoeiro, objetivando assim obter maiores produtividades.

A cultura do feijão apresenta uma baixa produtividade nacional, podendo ser atrelada a baixa tecnificação da maioria dos produtores da cultura, adubações de maneira inadequada, baixo ou nenhum controle de pragas, doenças e plantas daninhas, podendo estar associado ao valor desembolsado necessário para a compra de produtos que apresentam resultado satisfatório no controle das mesmas, além de utilização ainda de cultivares de baixo potencial produtivo, mesmo frente à o desenvolvimento de novas cultivares que apresentam maiores rendimentos de grão, a utilização de densidades de semeadura inadequadas ainda persistem.

2.1.2 Aspectos morfológicos da cultura do feijoeiro

Embora existam outros aspectos relacionados como o clima, manejo da cultura, solo, o hábito de crescimento da cultivar, acaba sendo um dos principais fatores envolvidos na resposta do feijoeiro a densidade de semeadura, uma vez que, a época de semeadura podem influenciar as respostas à densidade de semeadura para as cultivares de diferentes hábitos de crescimento, pois havendo as condições ambientais favoráveis para que ocorra maior desenvolvimento vegetativo da cultura, desse modo, a densidade de semeadura empregada deve ser menor, assim, devendo observar-se a resposta de cada tipo de crescimento do feijoeiro quanto a sua plasticidade dos componentes de rendimento (SANTOS et al., 2014).

O feijoeiro apresenta dois tipos de crescimento (determinado e indeterminado), sendo definido principalmente pelas suas características da porção terminal do caule e dos ramos laterais. Segundo Didonet e Carvalho (2014) ao atingir a fase reprodutiva da cultura, e o caule juntamente com os ramos laterais terminarem em uma inflorescência, que inicia do ápice para a base da planta, considera-se que a planta de feijoeiro apresenta hábito de crescimento determinado. Os mesmos autores consideram que as plantas de feijoeiro apresentam hábito de crescimento indeterminado, quando o caule, bem como os ramos laterais terminarem em um meristema vegetativo ou uma gema vegetativa quando do início da floração, além disso, a floração dessas plantas com esse hábito de crescimento, iniciam da base em direção ao ápice, apresentando prosseguimento do desenvolvimento vegetativo com a emissão de novos nós, ramos e folhas.

Com base nas características descritas quanto ao hábito de crescimento (determinado ou indeterminado), número de nós, comprimento do caule, comprimento e número dos ramos laterais, na sua capacidade de subir ou não em tutores, além da tendência de prostamento ou não, os genótipos de feijão podem ser classificados em quatro principais tipo de hábito de crescimento (I, II, III e IV).

Os genótipos que apresentam o tipo I, são de hábito de crescimento determinado, com porte pequeno e ereto, caule pouco ramificado, aspecto arbustivo e ciclo precoce; tipo II, apresenta hábito de crescimento indeterminado, porte semiereto, aspecto arbustivo, e caule com ramificação pouco desenvolvida e em número menor; tipo III, possui hábito de crescimento indeterminado, caule com ramificação bem desenvolvido e numeroso, sendo prostrado e o tipo IV, com hábito de crescimento indeterminado, trepador, com um caule de forte dominância apical, com pouca ramificação desenvolvida e em menor número, entretanto apresenta um período de florescimento mais amplo (BELIVAQUA et al., 2013; DIDONET; CARVALHO, 2014; OLIVEIRA et al., 2018).

O ciclo da planta de feijão varia de 65 a 110 dias, desde à emergência até a maturação da planta, dividindo em duas partes, sendo a primeira relacionada à etapa da fase vegetativa (V) da cultura correspondendo aos estádio V_0 até V_4 , correspondendo a aproximadamente 28 a 45 dias após a semeadura, e a segunda parte está relacionada a fase reprodutiva (R), estendendo-se do estádio R_5 até R_9 sendo correspondente ao período entre o início da floração até a maturação completa da planta (BELIVAQUA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2018).

Em estudo realizado por Teixeira et al. (2010) avaliando o desempenho agrônômico de cultivares de feijão, utilizando oito cultivares de diferentes hábitos e tipos de crescimento, com auxílio de irrigação complementar, os autores encontraram diferença no rendimento de grãos para os genótipos avaliados, demonstrando assim que, a escolha por genótipos mais adaptados as condições de cultivos locais torna-se uma prática válida para obtenção de maiores rendimentos da cultura.

Do mesmo modo, Santos et al. (2011) avaliando diversos caracteres agrônômicos de 19 (dezenove) genótipos de feijão comum com diferentes hábitos de crescimento e tipo, para recomendação de cultivo, encontraram diferença de rendimento de grãos, onde o tipo I apresentou menor rendimento de grãos em relação as do tipo II, demonstrando que a interação entre genótipo e ambiente é um fator que deve ser levado em conta no processo de escolha de cultivares.

De maneira geral, os espaçamentos utilizados entre fileiras na semeadura do feijoeiro variam de 0,40 a 0,60 m e aproximadamente de 10 a 15 plantas por metro linear, com

populações variando de aproximadamente 166 a 375 mil plantas ha^{-1} (BARBOSA; GONZAGA, 2012). Já conforme Fancelli e Dourado Neto (2007), as recomendações para a escolha do espaçamento na cultura do feijoeiro, se faz necessário levar em consideração o hábito de crescimento da cultivar, havendo variação para cultivares de tipo I (230 a 270 mil plantas ha^{-1}), tipo II (190 a 240 mil plantas ha^{-1}) e tipo III (170 a 230 mil plantas ha^{-1}) e consequentemente podendo ser afetado o rendimento da cultura (SHIMADA et al., 2000).

Uma das alternativas para o manejo por ambiente proposto por alguns autores basicamente resume-se em variação da população de plantas, seja para a cultura do soja (BALBINOT JUNIOR et al., 2015a; BALBINOT JUNIOR et al., 2015b; DE LUCA; HUNGRIA, 2014; PRÓCOPIO et al., 2013), do milho (ANSEMI et al., 2014; FULTON et al., 2010; HÖRBE et al., 2013; MOLIN et al., 2006) e feijão (DIDONET; COSTA, 2004; GUIDOLIN et al., 1998; RIBEIRO et al., 2004; SANTOS et al., 2014). Entretanto, diversos resultados expressos na literatura são divergentes quanto ao emprego dessa técnica, sendo difíceis de realizarem indicações específicas para cada cultura (STRIEDER et al., 2013).

A variação de densidade de plantas para algumas cultivares pode acarretar em um aumento nos custos de produção, não fornecendo ganhos significativos de rendimentos da cultura quando utilizado densidades além da faixa recomendada pelos obtentores, e que, quando utilizado densidades muito baixas, promovem riscos de formação do estande de plantas e consequentemente redução dos rendimentos em ambientes com condições pouco favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de plantas, conforme destacado por Balbinot Junior et al. (2015b).

Tal variação nos resultados encontrados com efeitos positivos e negativos do rendimentos de grãos das culturas devido a variação de densidade populacional, se deve ao fato de a cultura do feijão apresentar elevada plasticidade fenotípica de algumas cultivares, apresentando produções satisfatórias com variação de populações de 100 a 500 mil ha^{-1} (SANTOS et al., 2014; SOUZA et al., 2002), onde mesmo em condições ambientais desfavoráveis de produção a cultura equilibra esse efeito por meio da compensação proporcional e individual entre plantas, associando a cultivar e seu respectivo hábito de crescimento (BARILI et al., 2011; SOUZA et al., 2014).

Entretanto, apesar de na literatura encontrar diversos trabalhos relacionados a avaliação de genótipos e a interação com o ambiente de produção (PEREIRA et al., 2012; PEREIRA et al., 2013; TORRES et al., 2015), bem como de cultivares e seu desempenho agrônômico (COELHO et al., 2010; RIBEIRO et al., 2014; SANTOS et al., 2016; TEIXEIRA et al., 2011),

no entanto, ainda são incipientes os trabalhos relacionados a utilização de cultivares em diferentes zonas de rendimento de grãos das áreas manejadas com AP.

Nos últimos anos, com a chegada de cultivares de feijoeiro de ciclos mais curtos, apresentando hábito de crescimento determinado, com a presença de plantas mais eretas, uniformidade de maturação e sementes com tamanho e forma mais padronizadas. Além de apresentar uma ampla adaptabilidade, são algumas das características associadas a essas cultivares, de baixo potencial produtivo e estabilidade de rendimento de grãos, quando comparado com cultivares de hábito de crescimento indeterminado (DIDONET; SILVA, 2004). Entretanto, com a chegada de novas cultivares com maior estabilidade e alto potencial produtivo, além de algumas tecnologias voltadas aos sistemas produtivos, podem estar dando um novo rumo a cadeia de produção do feijoeiro.

2.2 ZONAS DE MANEJO (ZM)

No Brasil ainda persiste os desafios de adoção das técnicas de AP, sendo semelhantes as descritas pelos precursores naqueles países onde a prática já está em um âmbito mais desenvolvido, como na América do Norte e na Europa. Os aspectos mais intrigantes segundo Molin (2002), estão relacionados com a interpretação da grande quantidade de informações e como transformá-las em ferramentas capazes de auxiliar nas tomadas de decisões para que ocorra de forma coesa o tratamento da variabilidade espacial das áreas agrícolas.

Assim, a variabilidade encontrada no momento da colheita, onde expressa-se em diferentes produtividades ao longo das áreas de produção são interligadas por uma série de fatores, não podendo ser atrelado a um ou outro de forma isolada.

Para que ocorra a definição das zonas de manejo, alguns pesquisadores acreditam que o mapa de produtividade das culturas, seja uma das informações mais completas e que apresentam a real variabilidade espacial da área de produção. Do mesmo modo, outras ferramentas podem auxiliar na identificação dessa variabilidade, dentre elas podemos destacar, a amostragem de solo em grid amostral, imagens de satélite, índices de vegetação, imagens aéreas e condutividade elétrica do solo, como sendo as mais usuais. No entanto, a resposta diretamente da cultura é a melhor forma de avaliar e verificar a variabilidade existente na área de produção.

As zonas de manejo são conceituadas como os locais da áreas de produção onde apresentam uma série ou conjunto de características semelhantes, permitindo assim o seu agrupamento para auxiliar no aumento da eficiência da gestão da área de produção (EITELWEIN et al., 2016). Já Cherubin et al. (2016), definem as ZM, como sendo subáreas

delimitadas dentro da própria lavoura, e que apresentem a mínima variabilidade espacial do potencial produtivo, além disso eficiência da utilização dos insumos e dos riscos ambientais.

Conforme Rodrigues Junior et al. (2011), definem uma zona de manejo como sendo uma sub-região do campo o qual apresenta uma combinação de fatores limitante a produtividade e a qualidade, podendo assim, realizar uma aplicação uniforme de insumos e facilitar a aplicação das técnicas de AP. Entretanto, esse método inovador, que alguns produtores rurais vem adotando, baseado na divisão de áreas homogêneas, e que podem receber um tratamento igualitário, tem-se demonstrado promissor, uma vez que, apresenta-se como uma etapa intermediária entre a agricultura baseada na aplicação uniforme e a AP altamente tecnicizada com aplicação a taxa variável (PIRES et al., 2004).

A distinção bem como a definição das zonas de diferentes potenciais de rendimentos de grãos de uma área agrícola têm sido um procedimento empregado nas áreas manejadas com AP (CORASSA, 2015; MILANI et al., 2006; MOLIN, 2002; SANTI, 2007; SANTI et al., 2013; SUSZEK et al., 2011), tendo em vista que cada local responde de forma diferenciada as diferentes formas de manejo (SILVA NETO et al., 2012) e com a intensificação dos cultivos, apresentam variabilidade espacial seja de atributos químicos, físicos e biológicos, bem como do rendimento de grãos das culturas (VIAN et al., 2016).

Desse modo, à aplicação desses procedimentos tem sido empregado na maximização do rendimento de grãos das culturas, com base na utilização de diferentes estratégias de manejo para cada zona (CORASSA, 2015; DIACONO et al., 2014; GIRARDELLO et al., 2011; HÖRBE et al., 2013; MOLIN et al., 2006), possibilitando através do conhecimento da variabilidade temporal e espacial dos fatores inerentes à produtividade agrícola do solo, a tomada de decisão das práticas e manejos empregados (OLIVEIRA et al., 2018).

Para que seja realizado de forma eficiente a definição das zonas de diferentes potenciais de rendimento de grãos, inúmeras técnicas tem sido empregadas, destacando os mapas temporais de colheita sobrepostos, considerando a classificação das zonas em função do desempenho potencial médio relativo (BLACKMORE et al., 2003; CORASSA, 2015; MILANI et al., 2006; MOLIN, 2002; SANTI et al., 2013), sendo esta definição capaz de expressar consistência nos seus resultados, Santi et al. (2013) recomendam a utilização de três mapas temporais de colheita no mínimo e que os mesmos sejam de mais de uma cultura comercial, proporcionando uma melhor diferenciação das zonas estáveis de distintas produtividades.

Segundo Santi et al. (2013) e Suszek et al. (2011), a utilização de vários mapas de produtividade para a realização da definição e consolidação das zonas com potenciais de rendimento de grãos distintos acaba tornando uma das maneiras mais eficientes de caracterizar

a variabilidade das lavouras, analisando a similaridade, delineando os locais com produtividades constantes (alto, médio e baixo) ao longo dos anos, conforme destacado por Eitelwein et al. (2016).

Para a demarcação dessas zonas de manejo, recorre-se a ferramentas ou técnicas para a realização e definição, podendo ser utilizados diversos parâmetros de solo, através das classes de solo, matéria orgânica, textura e condutividade elétrica, os parâmetros de planta podem ser utilizados, podendo destacar-se a produtividade de grãos e índice de vegetação, além de poder contar com o relevo para a definição, pela altitude e declividade da área e pela utilização dos mapas de lucratividade, demonstrando a real rentabilidade obtida da área de produção.

Cabe ressaltar, que a realização da demarcação e definição dessas zonas de manejo, requer uma análise criteriosa de cada um dos parâmetros utilizado ou o conjunto deles, para a minimização de possíveis erros contidos nas informações coletadas, além disso, a combinação de vários parâmetros auxilia de forma mais eficiente a demarcação e definição das áreas.

Apesar das inúmeras possibilidades que podem ser utilizadas nas definições das zonas de manejo, a utilização dos mapas de produtividade ao longo dos anos tem sido uma das metodologias mais utilizadas (MOLIN, 2002; SANTI et al., 2013). Tratando-se de uma variável resposta da planta e sendo delimitadas as zonas a partir dessa informação, muitas vezes a propriedade tem em mãos essas informações, no entanto, está sendo subutilizada dentro dos empreendimentos agrícolas (CHERUBIN et al., 2016). Uma informação de grande valia ao produtor acaba sem a devida exploração e, passível de não realizar as intervenções de manejo e insumos de maneira correta na obtenção da maior eficiência da utilização desses, pelo não conhecimento das reais variações da área de produção que afetam o rendimento de grãos das culturas.

Nas áreas manejadas com AP mesmo de forma eficiente (HÖRBE et al., 2013), sendo esses fatores indicativos de difícil manejo, os quais refletem diretamente sobre o potencial de rendimento dos sistemas produtivos (AMADO et al., 2005; CORASSA, 2015; WANG; SHEN, 2015), com destaque a variabilidade natural do solo, o micro-relevo, as condições hídricas locais, o relevo, a taxa de exposição solar, a textura do solo (AMADO et al., 2005; ARTUR et al., 2014; MEURER, 2007; MOLIN et al., 2015; SANTI, 2007), são fatores importantes que devem ser levados em consideração para todas as práticas agrícolas realizadas nessas áreas de produção.

Para que ocorra a diferenciação das zonas estáveis através da utilização de mapas de produtividade, Santi et al. (2013) sugere que sejam utilizados pelo menos três mapas de rendimento de grãos, no entanto um grande número de dados georreferenciados das áreas é

requerido, como informações de solo, relevo e produtividade (EITELWEIN et al., 2016), a partir dessas informações, pode-se realizar uma análise de similaridade, delimitando as regiões que apresentam produtividades constantes, seja ela alta, média ou baixa, ao decorrer dos anos de produção das culturas.

Diversos fatores limitam a produtividade e se expressam de forma igualitária ao longo do tempo, assim torna-se possível analisar particularmente cada área de produção, seja pela coleta de informações de atributos de solo, manejo e ambiente, diagnosticando assim, os agentes ou fatores que acabam interferindo e limitando as produtividades das áreas agrícolas, podendo realizar a definição dos locais de instabilidade produtiva. De certo modo, essa instabilidade ela não obedece um padrão, podendo variar com o decorrer dos anos, seja pelas culturas e/ou condições do clima.

Para que sua definição seja realizada, diversos procedimentos metodológicos tem sido balizados para a sua realização, cabendo ao produtor juntamente com a equipe técnica de posse dos dados obtidos e as informações coletadas, realizar a sobreposição das informações e definir as zonas que apresentam similaridade dos critérios estabelecidos pela equipe.

2.3 UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES EM ZONAS DE MANEJO

No decorrer do processo de evolução da agricultura de precisão AP, inúmeras ferramentas e tecnologias foram sendo descobertas e incorporadas as que já se utilizavam. Nessa evolução, a utilização de técnicas de manejo diferenciadas em função do potencial de rendimento das áreas agrícolas passou a tomar ênfase, a partir da identificação dos fatores limitantes ao rendimento de grãos (AMADO et al., 2009; CORASSA, 2015; SANTI et al., 2012a; SANTI et al., 2012b). No entanto, além desses fatores seja eles de solo e planta, a expectativa do rendimento, segundo Bredemeier et al. (2013) apresentam ampla complexibilidade, pois o potencial produtivo pode ser muito variável frente as condições meteorológicas que cada ano apresenta e a propensão de resposta pode ser concretizada ou não, desse modo a possibilidade de utilizar diferentes genótipos nas diferentes zonas de manejo pode ser uma saída para minimizar esse impacto (SCHWALBERT et al., 2016).

Em estudos realizados por Anselmi (2016) com a cultura do milho, variando dez híbridos de milho e cinco níveis de populações de plantas ao longo das ZM de alto e baixo desempenho durante três anos, encontrou diferença significativa entre as produtividades analisando conjuntamente os híbridos, população de plantas e zonas de rendimento, no entanto, baixas diferenças de produtividade com os níveis de população testados. Segundo o autor, esses

resultados podem ocorrer devido à baixa resposta da população de plantas à ZM, devendo ter cautela na recomendação de populações para as ZM, uma vez que apresentam alta possibilidades de interações com o ambiente de produção.

Já Hörbe et al. (2013), trabalhando com a cultura do milho e variando a população com diferentes zonas de manejo, apresentou diferenças na variação de população nas diferentes zonas de manejo (alto, médio e baixo) e proporcionou ganhos de rendimento para a cultura do milho trabalhando com apenas um híbrido de milho.

Para a cultura da soja, Corassa (2015), avaliando o desempenho de seis cultivares de soja em diferentes zonas de potenciais de rendimento de grão, apresentou interação significativa entre as zonas de rendimento e cultivares para o rendimento de grãos. O autor revela que existe uma resposta diferenciada das cultivares em relação as zonas de rendimento e pode ocorrer, mesmo que seja dentro de um pequeno talhão agrícola e desse modo o ajuste de cultivares por zonas de manejo, torna-se uma importante ferramenta para o aumento dos rendimentos produtivos da cultura da soja.

Em estudo realizado por Giraldi (2016) avaliando o desempenho produtivo de duas cultivares de soja em diferentes populações de plantas e zonas de manejo em semeadura após a época recomendada encontrou respostas significativas para o rendimento entre as zonas de manejo. Desse modo, Dutra et al. (2007) alertam que para buscar a maximização dos potenciais produtivos, a adequação das populações de plantas para as mais diversas condições ambientais locais e de acordo com os diferentes tipos de materiais genéticos é uma pratica necessária.

Para a cultura do milho e da soja, pela importância que exercem e pelo grau elevado de melhoramento genético que desenvolveu ao longo dos anos, a realização de trabalhos para essas culturas são grandes na busca pela expressão do máximo potencial produtivo. Segundo Borghi et al. (2017), os autores enfatizam que a cultura do milho nos últimos anos apresentou elevados e sucessivos ganhos de rendimento em função dos constantes avanços tecnológicos desencadeados para a cultura, tendo relação direta com o desenvolvimento de híbridos cada vez mais produtivos, a regionalização das áreas de produção com materiais mais adaptáveis e estáveis e, com adoção de práticas cada vez mais eficientes de manejo.

Não distante a cultura da soja seguiu o mesmo rumo, a cada ano com cultivares mais responsivas aos manejos, com elevados potenciais de produção e que apresentam adaptação as áreas de produção. Entretanto, Meotti et al. (2012) alertam que em virtude das diferenças edafoclimáticas e o lançamento de novas cultivares, a realização de estudos mais específicos e regionalizados dos efeitos dos fatores ambientais exercem no desenvolvimento da soja são importantes.

As cultivares de feijoeiro comum apresentam respostas distintas em relação as condições ambientais e as características morfológicas (TEIXEIRA et al., 2015), dessa forma, o posicionamento adequado das culturas ao manejo empregado quanto as suas exigências agroclimáticas favorece a tomada de decisão, visando maiores rendimentos, rentabilidade, além de proporcionar a redução das perdas provocadas por fatores climáticos (PEREIRA et al., 2014). O conhecimento particularizado de cada área torna-se uma ferramenta essencial minimizando os riscos da cultura e assim, possam expressar o máximo potencial de rendimento.

2.4 AGRICULTURA DE PRECISÃO (AP)

O surgimento da AP, ocorreu antes mesmo da definição do seu conceito, tendo em vista que agricultores já se utilizavam do conhecimento particularizado de cada pequeno pedaço de área que cultivavam, esses agricultores mesmo que de forma empírica e rudimentar, estavam basicamente praticando AP (MOLIN, 2001).

Antes mesmo da revolução industrial e a chegada do processo de mecanização da atividade agrícola, os agricultores eram capazes de reconhecer e ter a percepção das variáveis espaciais presentes nessas mesmas áreas de cultivo, seja pelas características físicas, químicas e biológicas. Além disso, o reconhecimento dessas variáveis permitiram, uma vez que, o trabalho era basicamente de forma braçal ou com auxílio da tração animal aos agricultores realizarem intervenções de forma diferenciada para as áreas de maiores e menores rendimentos, fertilidade, infestações de pragas, plantas daninhas e doenças (FRAISSE, 1998).

Segundo a literatura, surgiu a partir de 1929, nos Estados Unidos da América (EUA) o primeiro trabalho referente aos fundamentos iniciais da AP, sendo o mais antigo trabalho realizado ao qual se tem conhecimento sobre a variabilidade espacial. Linsley e Bauer constataram a existência de grandes variações quanto a necessidade de calagem em uma determinada área da Estação Experimental da Universidade de Illinois, em Illinois (EUA) e que, a real recomendação necessitaria respeitar essa variabilidade (INAMASU; BERNARDI, 2014; PIRES et al., 2004). Desse modo, pode-se considerar que a referida área apresentava heterogeneidade e nela constam diferentes aptidões agrônômicas, mesmo em pequenas porções de áreas utilizadas para atividade agrícola.

Para que de fato conseguisse avaliar cada área de produção, alguns avanços precisaram ser desencadeados e somente foram possíveis de ocorrer juntamente com a expansão da AP, graças ao surgimento do Sistema de Posicionamento Global (GPS – Global Positioning System) e do Sistema de Posicionamento Global Diferencial (DGPS – Differential Global Positioning

System), possibilitando hoje o gerenciamento e o tratamento das áreas agrícolas dentro de uma propriedade, levando em conta as características particularidades de cada metro quadrado de área (MOLIN, 2001).

Com o surgimento do GPS e DGPS, as primeiras operações ocorreram a partir de 1978, no entanto, apenas considerado operacional no ano de 1995 com a disponibilização de sinal de satélite GPS, viabilizando assim, a instalação de receptores em colhedoras, possibilitando o armazenamento de dados de rendimentos de forma instantânea e que apresentasse uma coordenada geográfica do local de realização da tarefa.

No ano seguinte, surgiram no mercado de máquinas agrícolas colhedoras com capacidade de realização do mapeamento do rendimento de grãos das áreas, gerando um salto quantitativo e qualitativo da AP no mundo, tornando possível realizar o mapeamento das áreas e a realização da aplicação de insumos e fertilizantes à taxa variada através da utilização de máquinas (INAMASU; BERNARDI, 2014).

Com grande potencialidade de expansão das áreas agrícolas do Brasil e por apresentar grande significância no cenário agrícola mundial, a adoção e investimentos por parte dos empreendedores rurais em novas tecnologias ligas a área de AP acabam sendo o caminho mais relevante, na tentativa de otimizar os investimentos relacionados aos recursos de produção (MOLIN, 2015).

Ao mesmo tempo, a atividade agrícola passou por diversas transformações, tonando-se cada vez mais competitiva, exigindo do empreendedor rural, maior nível de especialização, profissionalismo e capacidade de gerenciamento da atividade como um todo. Uma vez que, a viabilização da atividade agrícola, obtendo lucros satisfatórios, está intimamente associado aos fatores controláveis e incontroláveis, capazes de definir o rendimento das culturas, conforme destacado por Pires et al. (2004).

Desse modo, a utilização e a aplicação dos recursos de maneira eficiente é a segurança de sucesso do empreendimento, assim, buscar entender e obter informações sobre os fatores de produção que interagem nas áreas de produção e a compreensão de como podem ser maximizados é crucial para o entendimento momentâneo e traçar metas futuras.

Nesse período, a indústria de máquinas obteve a melhor oportunidade de inovar e contribuir de forma significativa com a eletrônica e a informática para o setor agrícola, com a disponibilidade de máquinas com amplo aparato tecnológico, acabou se tornando um reforço definitivo e mudando o status do cenário agrícola. Ao passo que, de certa forma a simultaneidade do salto e a inovação tecnológica de última geração, juntamente com a AP, criou-se uma imagem que a AP era realizada apenas por maquinaria de grande porte,

sofisticada, com alto grau de tecnologia associada, áreas relativamente grandes e pôr empreendedores rurais que dispunham de recursos para investimento consideráveis, para que pudesse entregar o benefício esperado.

Atualmente, esse paradigma foi rompido e demonstrado que AP, necessita sim, de máquinas com aparatos tecnológicos, mas precisa mais ainda de pessoas capazes de identificar, avaliar e intervir de maneira assertiva nas variáveis intrínsecas e extrínsecas responsáveis pelo manejo e rendimento das culturas.

Aparentemente, a AP apresentava-se como uma ferramenta capaz de ser ministrada apenas pelos grandes produtores, esse foi um dos problemas enfrentados para que o processo tivesse ganhado maiores adesões, conforme destacam Fiorin e Amado (2016), precisou realizar um processo de desmitificação e buscar entender que AP seguia os parâmetros de uma ferramenta de gerenciamento, a qual, poderia auxiliar na utilização dos fatores de produção, aprimorando o manejo na constante busca pela eficiência produtiva, e que não dependia do tamanho da propriedade ou da real capacidade de investimento.

Recentemente a expansão do setor agropecuário brasileiro, proporcionou que a interação das tecnologias embarcadas nas máquinas auxiliassem no mapeamento das áreas de produção e na aplicação a taxa variável de insumos e fertilizantes nas culturas, objetivando a minimização dos custos de produção e a maximização da produtividade (BRASIL, 2013). Conforme Bernadi et al. (2014), no Brasil as principais técnicas e ferramentas mais empregadas na AP, estão as aplicações de corretivos e fertilizantes a taxa variável, contando com base nas informações obtidas de forma detalhada das áreas de produção.

Do mesmo modo, Resende et al. (2013) afirmam que as práticas mais comuns da AP brasileira, seja ela realizada por instituições de ensino, por produtores, pesquisadores e em áreas experimentais, baseiam-se e apresentam enfoque no mapeamento da produtividade, aplicações a taxa variável (principalmente de corretivos e fertilizantes), mapeamento da fertilidade do solo e a divisão das áreas em zonas de manejo mais uniformes.

Ainda persistem muitas limitações que necessitam serem superadas para o crescimento e difusão mais rápida da AP. Esbarram-se em problemas de falta de compatibilidade dos aplicativos computacionais usados e a necessidade de calibrações frequentes dos sensores, os quais podem ser afetados por mudanças na topografia, fluxo de massa de grãos, pelo tipo da cultura e a presença de impurezas no momento da realização da colheita, bem como, de profissionais e oficinas especializadas com equipamentos específicos para atender as necessidades caso ocorra alguma falha (PIRES et al., 2004).

Eventualmente, algumas limitações seja tecnológicas ou técnicas ainda assim precisam serem superadas, desse modo, a integração de esforços, contribuirá de forma significativa, garantindo que a AP apresente eficiência técnica e econômica, com ganhos na racionalização de insumos e que proporcione do mesmo modo aumento da produtividade das culturas (FIORIN; AMADO, 2016).

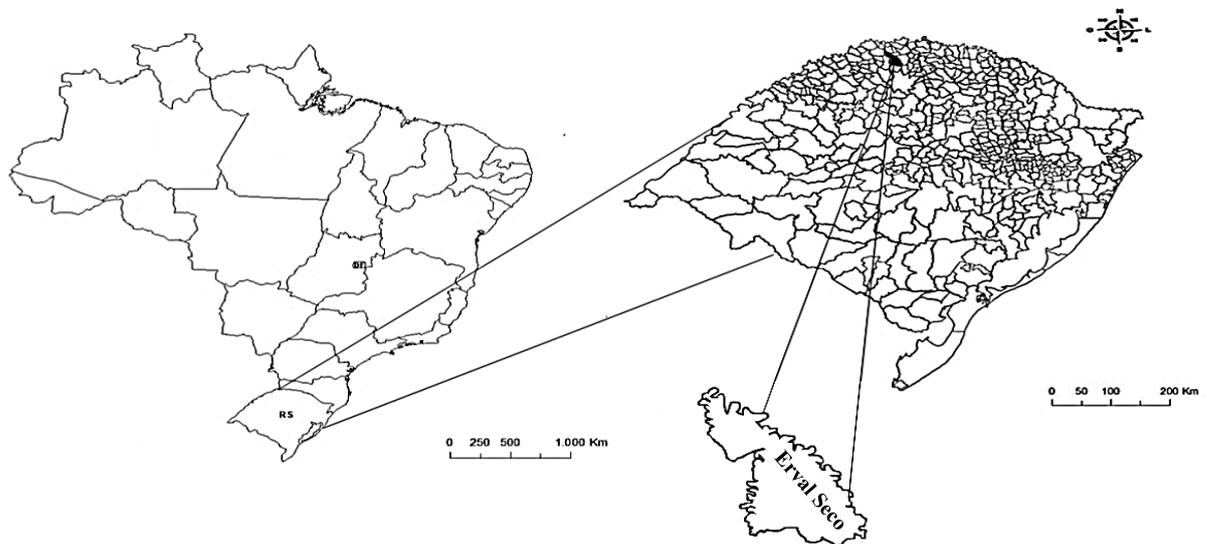
Desse modo, é possível afirmar que a AP não se dispõem em um modelo de predisposição único de ações, sendo necessário realizar a associação de tecnologias nas mais diversas possibilidades, baseando-se em um acompanhamento técnico especializado, com base nos conhecimentos básicos oriundos da pesquisa e em novas que por ventura devem ser realizadas, visando o manejo da variabilidade dos fatores de produção envolvidos, uma vez que, cada área de produção não apresenta um padrão de variabilidade e a repetição mesmo sendo em pequenas porções de áreas não expõem, ficando cada situação exclusiva com um problema de manejo novo e desafiador (PIRES et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi conduzido durante os anos agrícolas 2017 e 2018 em uma área de produção agrícola com 102,00 hectares, localizada nas áreas de produção da empresa Sementes Fabris no município de Erval Seco – RS, conforme apresentado na Figura 1, e situadas nas coordenadas geográficas de 27°36'15.9" de latitude sul e 53°23'57.4" de longitude oeste. O relevo característico da área é do tipo suave ondulado, com altitude aproximada de 513m. O solo é classificado segundo Santos et al. (2013) como Latossolo Vermelho distrófico típico, apresentando textura argilosa. O clima da região é subtropical com primavera úmida, temperatura média anual de 18,1°C e precipitação pluvial média anual de 1.919mm (MALUF, 2000).

Figura 1 – Localização do município de Erval Seco, no estado do Rio Grande do Sul – RS



Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

A área vem sendo manejada sob sistema plantio direto (SPD) há mais de 18 anos, apresentando sistema de irrigação por pivô central, seguindo um plano de rotação de culturas pré-estabelecidos com cultivos intercalados de trigo e aveia durante o período de inverno e no verão com as culturas de soja, milho e feijão, sendo as culturas de trigo e soja destinadas a

produção de sementes e as demais culturas para a comercialização. O histórico de cultivos da área e a finalidade da cultura é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Histórico de cultivos implantados na área entre os anos de implantação do experimento

Ano Agrícola	Área experimental			
	Inverno	Finalidade	Verão	Finalidade
2014/15	Trigo	Semente	Soja	Semente
2015/16	Aveia branca	Cobertura/Grão	Milho/Feijão	Comercialização
2016/17	Trigo	Semente	Soja	Semente
2017/18	Aveia branca	Cobertura/Grão	Milho/Feijão	Comercialização

Fonte: Dados concedidos pela empresa proprietária da área.

Já as intervenções realizadas na área quanto aos aspectos químicos e seus respectivos cultivos e forma de aplicação são dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Histórico de cultivos, prática de adubação, quantidade e forma de aplicação realizadas na área

Ano	Período	Cultura	Adubação (NPK)	Quantidade (kg ha ⁻¹)	Aplicação	
2014	Inverno	Trigo	18-46-00	250	Linha	
			45-00-00	120	Laço	
	Verão	Soja	11-52-00	190	Linha	
			00-00-60	100	Laço	
2015	Inverno	Aveia branca	18-46-00	230	Linha	
			00-00-60	100	Laço	
	Verão	Milho*	18-46-00	215	Linha	
			45-00-00	330	Laço	
		Feijão**	18-46-00	100	Linha	
			00-00-60	100	Laço	
	2016	Inverno	Trigo	18-46-00	200	Linha
				45-00-00	93	Laço
Verão		Soja	11-52-00	120	Linha	
			00-00-60	80	Laço	
2017		Inverno	Aveia branca	18-46-00	200	Linha
				00-00-60	100	Laço
	Verão	Milho	18-46-00	200	Linha	
			45-00-00	380	Laço	
Feijão	00-00-60	100	Laço			
	18-46-00	120	Linha			
			45-00-00	120	Laço	

* Ressemeadura da cultura do milho (formação de geadas).

**Ocorrência de formação de geadas no enchimento de grão da cultura.

Fonte: Dados concedidos pela empresa proprietária da área.

Com base na realização da implantação das práticas e manejos de AP a área vem sendo constantemente monitorada, sendo realizados todas as intervenções necessárias para a condução do sistema, trabalhando com adubações de manutenção, reposição e exportação, com base nos rendimentos de grãos obtidos na colheita das culturas. As aplicações de corretivos são dispostos a cada dois anos baseado nos resultados das análises de solo.

Apesar do mapeamento da colheita de todas as culturas a partir do ano agrícola de 2014 para as áreas de produção da empresa, apenas os mapas que apresentavam o registro completo dos dados de informações foram utilizados, evitando assim que os resultados finais fossem comprometidos com algum erro gerado no processo de coleta das informações. Para o estudo em questão, foram utilizados quatro mapas de colheita da área e seus respectivos anos de obtenção, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Mapas de colheita utilizados para a definição das zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo)

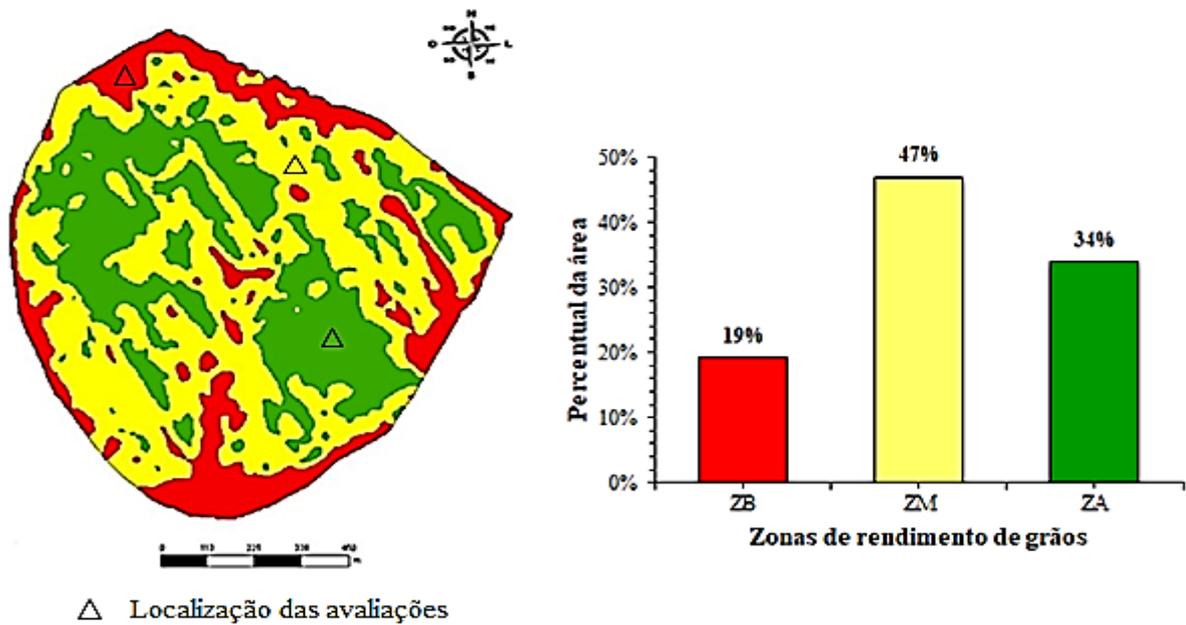
Área experimental		
Cultura	Ano safra ⁽¹⁾	Mapa de colheita
Soja	2014/15	Soja/2015
Milho	2015/16	Milho/2016
Trigo	2016	Trigo/2016
Soja	2016/17	Soja/2017

⁽¹⁾ Ano em que a cultura foi realizada a semeadura e posterior colheita.

Os dados apesar de serem utilizados apenas aqueles que apresentavam consistência de suas informações através dos mapas temáticos, os mesmos forma submetidos ao processo de filtragem, eliminando assim possíveis erros no processo de coleta dos dados durante a colheita (SANTI et al., 2013). Os dados foram filtrados e realizado todos os procedimentos e geração dos mapas no programa SGIS.

As zonas de produtividade foram classificadas de acordo com a classificação proposta por Molin (2002) e Blackmore et al. (2003). Sendo sugerido pelos autores a distinção de zonas seguindo a ordem de: <95% em relação à média produzida - zona de baixa produtividade (ZB); de 95 a 105% - zona de média produtividade (ZM) e >105% - zona de alta produtividade (ZA), conforme observado na Figura 2.

Figura 2 – Mapa de rendimento de grãos relativos obtidos a partir da sobreposição de quatro mapas de colheita (Soja/2015; Trigo/2016; Milho/2016; Soja/2017) e classificado em ZB (<95%), ZM (95-105%) e ZA (>105%), e os respectivos percentuais ocupados pelas zonas na área



O experimento foi alocado e dispostos nas zonas de alto (ZA), zona de médio (ZM) e zona de baixo (ZB) potencial de rendimento de grãos, conforme demonstrado na Figura 2. Utilizou-se o delineamento blocos ao acaso, conduzido em um esquema de sub-parcela. As parcelas principais foram as zonas de manejo (alto, médio e baixo), nas sub-parcelas avaliou-se cinco cultivares de feijoeiro comum (BRSMG Realce, BRS Radiante, BRS Campeiro, BRS Esteio e BRS Esplendor, contando com três repetições.

As cultivares de feijão utilizadas no experimento foram selecionados em função das características para a colheita mecanizada, disponibilidade de sementes e qualidade de grão. Suas características agrônômicas são dispostas a seguir na Tabela 4.

Tabela 4 – Características agrônômicas das cultivares de feijoeiro utilizadas

Características*	Cultivar de feijão				
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor
Obtentor	———— Embrapa ————				
Grupo Comercial	Rajado	Manteigão/ Rajado	———— Preto ————		
Época de semeadura ⁽¹⁾	———— 1/ 2 ————				
Arquitetura de planta	———— Ereta ————				
Ciclo (Dias)	75-84	< 75	75-84	85-95	85-95
Cor da flor	Bicolor	Asas rosa e estandarte roxa	Violeta	Branca	Violeta
Floração (Dias)	35	35	39	43	46
Hábito de crescimento ⁽²⁾	———— D ————		———— I ————		
Tipo de crescimento	———— Tipo I ————		———— Tipo II ————		
PCG (g) ⁽³⁾	43	44	25	24	22
Resistência ao acamamento	———— Resistente ————				
Colheita mecanizada	———— Direta ————				
Potencial Produtivo	———— Alto ————				
Cor da Semente	Bege com estria	Bege com estria	———— Preta ————		
Brilho da Semente	Opaco	Intermediário	———— Opaco ————		

(*) Informações obtidas para cada cultivar com base nas informações do obtentor (Catálogo de cultivares de feijão comum: 2014-2015; 2017).

(¹) Época de semeadura: 1= Época das águas “safra” (Setembro à Novembro); 2= Época da seca “safrinha” (Janeiro à Março);

(²) Hábito de crescimento: D= determinado e I= indeterminado;

(³) Peso de Cem Grãos (g).

Antes da semeadura, as sementes de todas as cinco cultivares foram tratadas com Carboxina + Tiram (fungicida) na dose de 300 mL 100 kg⁻¹ de sementes e Fipronil (inseticida) na dose de 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes, além da realização da inoculação das sementes.

A semeadura foi realizada manualmente em unidades experimentais com 8,1 m², apresentando seis linhas de semeadura de três metros de comprimento e espaçadas à 0,45 m cada, nas respectivas datas 08/02/2017 e 10/01/2018. A densidade de semeadura utilizada foi

baseada para cada cultivar considerando as informações disponibilizadas pelo obtentor e considerando o vigor da semente, sendo utilizado em média 330 mil plantas ha⁻¹.

A adubação utilizada seguiu as indicações propostas pela CQFS-RS/SC (2016), sendo de 120 kg ha⁻¹ da formulação NPK 11-52-00 (Mono amônio fosfato – MAP) aplicadas na base durante a realização das linhas de semeadura, adicionados 100 kg ha⁻¹ de 00-00-60 (Cloreto de Potássio – KCL) sendo aplicado a lanço em pré-semeadura. Os atributos químicos do solo foram quantificados através da coleta de solo, com profundidade de 0,00 – 0,15 m, sendo realizada por meio de sistema de coleta com trado rosca, acoplado em um quadriciclo, sendo apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Atributos físico-químicos médios do solo na profundidade de 0,00 – 0,15 m nas diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na área no ano de 2017

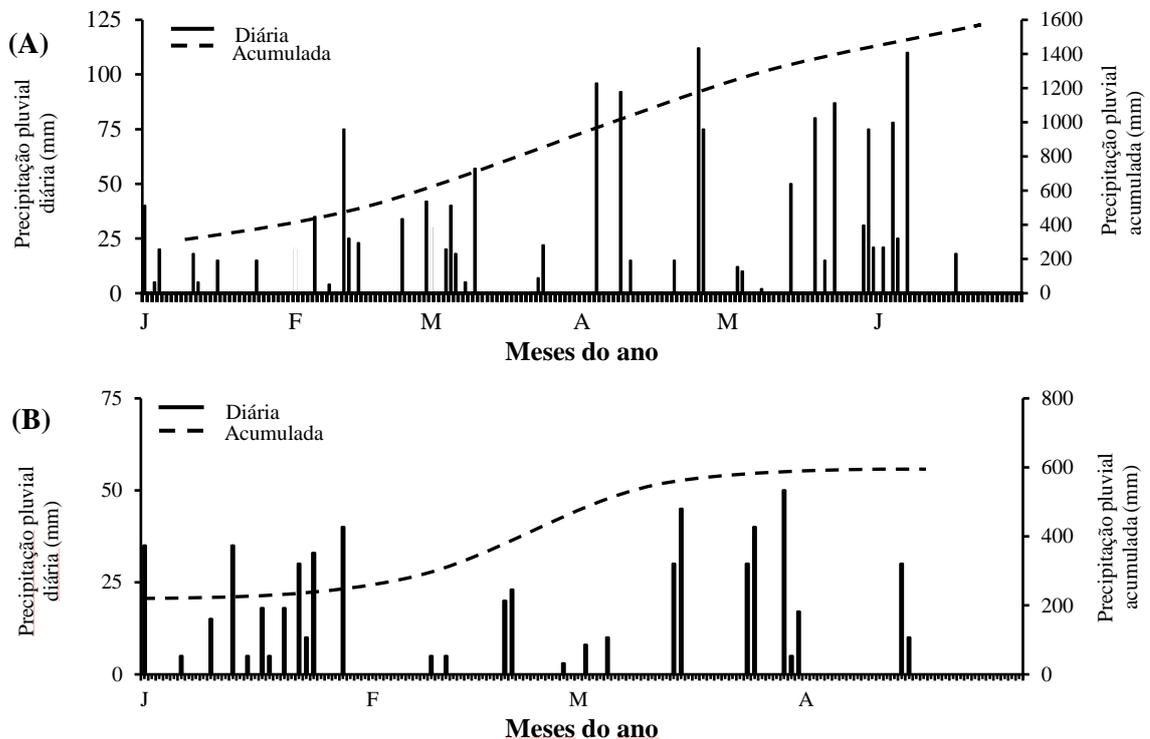
Zonas ⁽¹⁾	Atributos físico-químicos do solo ^(*)									
	Argila (%)	pH (água)	P (mg dm ⁻³)	K ⁺ (mg dm ⁻³)	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	MO (%)	V (%)	Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	CTC (cmol _c dm ⁻³)
ZA	61,0	5,2	48,7	252,5	5,8	2,1	3,3	63,0	0,25	13,5
ZM	64,0	5,3	23,0	186,9	4,1	2,0	2,7	60,0	0,23	10,9
ZB	66,0	5,1	43,6	170,0	2,5	1,2	3,2	46,7	0,49	8,8

^(*) pH (potencial hidrogeniônico); P (fósforo); K⁺ (potássio); Ca²⁺ (cálcio); Mg²⁺ (magnésio); MO (matéria orgânica); V (saturação por bases); Al³⁺ (alumínio); CTC (capacidade de troca de catiônica a pH 7,0).

⁽¹⁾ ZA = zona de alto rendimento, ZM = zona de médio rendimento, ZB = zona de baixo rendimento

A safra 2017 foi caracterizada por uma média de precipitação pluvial favorável ao desenvolvimento da cultura do feijão, entretanto muito acima da média normal, atingindo um acumulado de 2.692 mm anual e durante o ciclo da cultura 1.497 mm acumulado. As maiores médias mensais acumuladas ocorreram nos meses de abril estendendo-se até a primeira quinzena do mês de junho, compreendendo a fase reprodutiva (floração) até a maturação (colheita) da cultura. O excesso de chuva nesses estádio afetaram drasticamente o bom desenvolvimento e o rendimento de grãos da cultura do feijão, ocasionando limitações dos tratamentos culturais estendendo-se até a colheita na área experimental (Figura 3 - A).

Figura 3 – Precipitação pluvial diária e precipitação pluvial acumulada durante a condução do experimento na safra 2017 (A) e 2018 (B)



Fonte: Dados cedidos pela empresa proprietária da área.

Já na safra 2018, a boa distribuição das precipitações pluviométricas favoreceram o bom desenvolvimento da cultura desde a semeadura até a colheita. Não havendo comprometimento dos tratamentos culturais necessários e não ocorrendo limitações do desenvolvimento e ao rendimento de grãos da cultura do feijão na área (Figura 3 - B).

A área recebeu todos os manejos necessários para a implantação e no decorrer do ciclo de desenvolvimento da cultura com base nas informações técnicas da cultura do feijoeiro-comum para adubações nitrogenadas e controle de pragas e doenças (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

A colheita das unidades experimentais foi realizada de maneira manual durante a 1ª quinzena de junho para a safra 2017 e na 2ª quinzena de abril para a safra 2018. Foram colhidas quatro linhas centrais da parcela, sendo desconsiderada para as avaliações as duas linhas de bordadura e 0,5 m da porção inicial e final de cada linha de semeadura.

Para cada unidade experimental foram coletadas 15 plantas, e a partir dessas quantificados os seguintes parâmetros: estatura de planta (EST), altura de inserção do 1º legume (IPLEG), base de inserção do 1º legume (BPLEG), número de legumes totais por planta (NLTP), número de legumes por planta na haste (NLH), número de legumes por planta nos

ramos (NLR). Para a quantificação do peso de cem grãos (PCG) e rendimento de grãos (REND) foram realizados após a trilha manual da parcela total.

Os parâmetros avaliados foram inicialmente submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade de erro utilizando-se o programa computacional SISVAR. Quando constatado interação entre os fatores de variação procedeu-se o desdobramento das cultivares dentro de cada zona e das zonas de manejo em cada cultivar. Para ambas as fontes de variação utilizou-se o teste de Tukey a 5% para a comparação múltipla de média. Para avaliar a associação entre as variáveis resposta realizou-se a análise de correlação linear de Pearson a 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância demonstraram interação significativa para o fator cultivares de feijão e zonas de manejo para as variáveis EST, NLR, NLT e PCG para a safra 2018 e apenas EST para a safra 2017 (Tabela 6). Já para o fator cultivares, apresentou interação em ambas as safra 2017 e 2018 para as variáveis EST. O fator zona de manejo, apresentou interação significativa para as variáveis EST, IPLEG, NLR, NLT e REND, para a safra 2017. Para a safra 2018, apenas as variáveis EST e REND, apresentaram interação significativa.

Tabela 6 – Nível de significância para a análise de variância dos fatores zona de rendimento de grãos (Z), cultivares de feijão (C), a interação Z x C e o coeficiente de variação (CV) para os diferentes parâmetros avaliados para a área na safra 2017 e 2018, Eral Seco – RS, 2018

FV	EST ⁽¹⁾	IPLEG	BPLEG	NLH	NLR	NLT	PCG	REND
ZM	0,0015 *	0,0133 *	0,0142 *	0,2396 ^{ns}	0,0033 *	0,0067 *	0,2185 ^{ns}	0,0112 *
Bloco	0,6625 ^{ns}	0,9948 ^{ns}	0,9741 ^{ns}	0,4214 ^{ns}	0,0391 *	0,0748 ^{ns}	0,1337 ^{ns}	0,5663 ^{ns}
CV (%)	10,43	37,90	55,00	26,55	15,04	14,76	28,01	17,43
Cultivar	0,0000 *	0,6005 ^{ns}	0,7263 ^{ns}	0,8095 ^{ns}	0,5047 ^{ns}	0,5462 ^{ns}	0,8535 ^{ns}	0,5009 ^{ns}
Z x C	0,0010 *	0,0960 ^{ns}	0,1929 ^{ns}	0,5682 ^{ns}	0,0948 ^{ns}	0,1838 ^{ns}	0,8121 ^{ns}	0,6868 ^{ns}
CV (%)	6,67	19,28	36,44	40,46	34,53	29,97	35,93	27,46
ZM	0,0000 *	0,6344 ^{ns}	0,1823 ^{ns}	0,8108 ^{ns}	0,7490 ^{ns}	0,8142 ^{ns}	0,6958 ^{ns}	0,0007 *
Bloco	0,0214 *	0,4177 ^{ns}	0,3782 ^{ns}	0,2409 ^{ns}	0,3872 ^{ns}	0,2266 ^{ns}	0,1007 ^{ns}	0,7512 ^{ns}
CV (%)	0,84	12,28	12,76	8,91	21,99	12,39	1,77	6,78
Cultivar	0,0000 *	0,4710 ^{ns}	0,2966 ^{ns}	0,5541 ^{ns}	0,2075 ^{ns}	0,3484 ^{ns}	0,6449 ^{ns}	0,0658 ^{ns}
ZM x C	0,0002 *	0,1228 ^{ns}	0,1594 ^{ns}	0,1598 ^{ns}	0,0240 *	0,0147 *	0,0454 *	0,2081 ^{ns}
CV (%)	1,15	11,97	15,32	6,46	18,53	10,02	2,09	6,72

* Significativo a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.

⁽¹⁾ EST (estatura de planta), IPLEG (altura de inserção do 1^o legume), BIPLEG (base de inserção do 1^o legume), NLH (número de legumes na haste), NLR (número de legumes nos ramos), NR (número de ramos), NLTP (número de legumes totais por planta), PCG (peso de cem grãos), REND (rendimento).

A estatura de planta foi um parâmetro que apresentou interação significativa para a ZA na safra 2017 para as cultivares BRS Campeiro e BRS Radiante e a ZB para a cultivar BRS Esplendor e BRSMG Realce (Tabela 7). Entretanto, os valores são considerados baixos, portanto as cultivares não foram alteradas de forma significativa a estatura de plantas frente as zonas analisadas. No entanto, ao verificar o efeito da zonas de rendimento de grãos da área, a ZA apresentou os maiores resultados para a safra 2017, sendo 31 % superior em relação a ZB que não apresentou diferença significativa entre a ZM. Entretanto, a cultivar BRSMG Realce apresentou diferença entre as zonas de rendimento, sendo a ZA cerca de 40 % maior que a ZB.

Analisando os efeitos principais das cultivares avaliadas, verificou-se que na safra 2017 a maior estatura de planta foi obtida para a cultivar BRS Campeiro (56,59 cm) enquanto que as cultivares BRSMG Realce e BRS Radiante obtiveram os menores resultados, sendo 45,79 e 46,70 cm respectivamente. Na safra 2018, a cultivar BRS Campeiro apresentou a maior estatura de planta (114,84 cm) assim como na safra 2017, enquanto BRSMG Realce (104,76 cm) e BRS Radiante (109,13 cm) continuaram apresentando os menores valores, no entanto mais de duas vezes maiores os valores que na safra 2017. A estatura de planta é influenciada pelo tipo de crescimento das cultivares, seja ele determinado (menor) ou indeterminado (maior), resultados esse que constata a tendência de diferenciação entre os tipos de crescimento corroboram com os encontrados em estudo realizado por Perini et al. (2012) e Moraes et al. (2011).

Tabela 7 – Estatura de plantas (EST, cm) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Estatura de plantas (cm)						
Safra 2017						
Zona ⁽²⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	57,53 bcA*	53,09 cA	73,40 aA	65,58 abA	57,04 cA	61,33
ZM	45,51 aB	48,78 aA	50,71 aB	50,20 aB	49,92 aB	49,02
ZB	34,32 cC	38,24 bcB	45,67 abB	46,33 abB	46,89 aB	42,28
Média	45,79	46,70	56,59	54,03	51,28	
Safra 2018						
ZA	115,14 dA*	117,17 cdA	125,72 aA	121,44 bA	118,30 cA	119,55
ZM	106,39 cB	108,56 bcB	113,67 aB	112,14 aB	110,75 abB	110,30
ZB	92,75 cC	101,67 bC	105,14 aC	104,44 abC	103,31 abC	101,46
Média	104,76	109,13	114,84	112,67	110,79	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

Na safra 2018, analisado os efeitos cultivares de feijão (Tabela 7) apresentaram diferença para as cultivares BRS Campeiro e BRSMG Realce independente da zona de rendimento (alto, médio e baixo). Verificando o efeito das zonas de rendimento de grãos, apresentaram diferença entre as zonas, indicando portanto, que as zonas forma capazes de alterar de forma significativa em condições climáticas normais a estatura de planta das diferentes cultivares, sendo que à ZA apresentou os maiores valores cerca de 15% maior em relação à ZB e cerca de 7,7% maior em relação à ZM.

A estatura de planta é uma característica inerente de cada cultivar de feijão, podendo ser influenciada pela condição de déficit hídrico inicial na safra 2017 (Figura 3) no período vegetativo da cultura. Em trabalho realizado por Sousa e Lima (2010) verificaram que a altura da planta do feijoeiro apresentou menores médias quando da ocorrência de déficit hídrico na fase vegetativa da cultura. Fancelli e Dourado Neto (2000) avaliando a altura de plantas, concluíram que o crescimento e o desenvolvimento das plantas está associado a disponibilidade hídrica do solo. Do mesmo modo, Morais et al. (2016) verificaram que a disponibilidade hídrica para a cultura do feijoeiro e o manejo da adubação química eficiente, proporcionam aumento dos parâmetros de crescimento da cultura.

Esse comportamento pode ser associado as características do genótipo o qual pode expressar um comportamento distinto nos mais diversos ambientes, podendo acarretar em mudanças no desempenho relativo dos genótipos, sendo esse associado diretamente com as diferenças de ambiente, conforme destacado por Borém e Miranda (2013) e Teixeira et al. (2017).

Os efeitos principais da altura de inserção do primeiro legume (IPLEG) são apresentados na Tabela 8. A maior IPLEG na área para a safra 2017 foi obtida pela cultivar BRS Campeiro.

Tabela 8 – Altura de inserção do primeiro legume (IPLEG, cm) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Altura de inserção do primeiro legume (cm)						
Safra 2017						
Zona ⁽²⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	24,15	25,91	25,29	20,42	24,51	24,06 A*
ZM	22,60	19,22	20,07	22,53	21,02	21,09 A
ZB	6,29	7,62	14,76	13,23	10,72	10,52 B
Média	17,68 a	17,58 a	20,04 a	18,73 a	18,75 a	
Safra 2018						
ZA	44,00	35,94	32,05	39,06	34,80	37,17 ^{ns}
ZM	37,44	35,47	36,36	32,53	36,70	35,70
ZB	34,14	34,16	38,03	37,94	34,75	35,80
Média	38,53 a	35,19 a	35,48 a	36,51 a	35,41 a	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

Os resultados obtidos na safra 2017 confirmam que a IPLEG está relacionada diretamente com a estatura de planta (EST) da cultivar. Para a safra 2018, onde a maior IPLEG foi obtida pela cultivar BRSMG Realce (38,53 cm), BRS Esteio (36,51 cm), BRS Campeiro (35,48 cm) enquanto que a menor IPLEG foi obtida novamente com a cultivar BRS Radiante, com 35,19 cm (Tabela 8). Analisando a cultivar perante as zonas, verifica-se que houve diferença entre a cultivar BRS Campeiro e BRSMG realce para a zona de alto rendimento na safra 2018 de aproximadamente 12 cm, podendo ser uma característica a ser observada para a colheita mecanizada da cultura do feijoeiro comum.

Portanto, os resultados analisando os efeitos da cultivar e as zonas de rendimento, evidenciam que a IPLEG apresenta pouca influência desse parâmetro em relação as zonas (alto, médio e baixo). No entanto, para a safra 2017, devido as condições ambientais desfavoráveis podem ter contribuído para a diferenciação da IPLEG na zona de baixo, sendo 52% menor em relação a zona de alto rendimento. Já para a safra 2018, não foram obtidas diferenças significativas entre as zonas de rendimento (alto, médio e baixo).

Esse parâmetro é dependente à estatura da cultivar utilizada (LUDWIG, et al., 2010) bem como ao ambiente em que é exposto. Como pode ser observado para a cultivar BRS Campeiro, quando direcionado na zona de baixo potencial de rendimento obteve a maior IPLEG e a maior EST para a mesma zona, para as demais cultivares a mesma análise pode ser estendida. Desse modo, a modificação da estatura de planta acarretara na alteração da IPLEG, as mesmas constatações foram observados por Corassa (2015) para a cultura da soja, com cultivares de diferentes tipos de hábito de crescimento.

Com relação à altura da base de inserção do primeiro legume (BPLEG) não apresentou interação significativa para a safras 2018, ao contrário da safra 2017 que a ZB apresentou diferença da BPLEG em relação a ZM e ZA, que foram semelhantes (Tabela 9). Essa variável refletiu os resultados obtidos da IPLEG (Tabela 8), onde obteve-se as menores medias na ZB a BPLEG do mesmo modo apresentou menores valores.

Tabela 9 – Altura da base de inserção do primeiro legume (BPLEG, cm) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Base de inserção do primeiro legume (cm)						
Safra 2017						
Zona ⁽²⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	13,31	17,38	16,71	11,16	13,40	14,39 A*
ZM	13,16	11,84	11,18	13,38	15,05	12,92 A
ZB	1,13	0,85	7,00	6,49	4,03	3,90 B
Média	9,20 a	10,02 a	11,63 a	10,34 a	10,83 a	
Safra 2018						
ZA	36,14	27,47	23,64	30,28	26,89	28,88 ^{ns}
ZM	27,86	24,64	28,08	24,72	27,72	26,61
ZB	25,42	26,25	26,58	27,97	24,47	26,14
Média	29,81 a	26,12 a	26,10 a	27,66 a	26,36 a	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

Para as cultivares que apresentam maior estatura de planta (Tabela 7), altura de inserção do primeiro legume (Tabela 8), e apresentarem uma BPLEG (Tabela 9) maior, facilitam o manejo da colheita mecanizada e reduzem as perdas de grãos da cultura, pelo corte da plataforma no momento da colheita. Esse resultado demonstra que levar em consideração apenas uma dessas variáveis para a escolha de genótipos mais adaptados a colheita mecanizada merece cuidado, uma vez que as perdas torna-se um fator fundamental para a expansão das áreas de produção de feijão.

Essa modificação na arquitetura de planta com a inserção de legumes no caule a uma altura maior em relação ao nível do solo, altura da base de inserção do primeiro legume e plantas mais eretas, tem sido objeto de desenvolvimento por parte do melhoramento genético das cultivares, procurando desenvolver genótipos com essas características agronômicas (TSUTSUMI et al., 2015), facilitando assim a colheita mecanizada e reduzindo as perdas no processo de colheita.

Não foi observada interação significativa entre as cultivares de feijão nas diferentes zonas de rendimento (alto, médio e baixo) e o rendimento de grãos (REND) para a safra 2017 e 2018 (Tabela 9), entretanto, observou-se diferença analisando o efeito de zona de rendimento para a ZB em relação a ZA e ZM que não apresentaram diferença significativa na safra 2017.

Essa diferença de rendimento de grãos médio foi superior a 31%, cerca de 357,00 kg ha⁻¹ à menos em relação ZB comparado à ZA.

A estabilização dos rendimentos de grãos das cultivares segundo Santos et al. (2014) podem ser proporcionada pela interdependência que ocorre entre os componentes de rendimento, ainda assim, a plasticidade que apresentam algumas cultivares de feijão para seus componentes de rendimento podem facilitar a manutenção de um nível mais estável de rendimento, fato esse que pode ser expresso pelos resultados encontrados no presente estudo.

Conforme destacado por Barili et al. (2015), o desenvolvimento de cultivares mais resistentes aos estresses bióticos e abióticos, adaptadas aos diferentes locais de cultivo, com elevada estabilidade de produção e responsivas as melhorias do ambiente tem favorecido o incremento de produtividade da cultura do feijão. No entanto, os mesmos autores informam que o comportamento diferenciado dos genótipos frente as variações ambientais em que é cultivado podem se destacar ou não em relação ao ambiente. Fato esse observado para a cultivar BRS Campeiro, a qual apresentou adaptabilidade a ambiente favorável, respondendo as melhorias do ambiente de produção, conforme destacado por Barili et al. (2015).

Já Pereira et al. (2012), avaliando 19 genótipos de feijoeiro comum, verificou a alta estabilidade e adaptabilidade de produção, encontrando rendimentos parecidos com o do presente estudo, em duas safras, não observando diferença de rendimento para os dois genótipos BRS Campeiro e BRS Esplendor. Resultados semelhantes de rendimento foram descritas pelo mesmo autor para a cultivar BRS Radiante.

Polizel et al. (2013), tem demonstrado que a criação de novas cultivares tem apresentado um aumento nos rendimentos e tornando-se mais estáveis frente aos ambientes de produção, pois considerando que os genótipos mais estáveis e adaptados serão de certo modo os mais produtivos (PEREIRA et al., 2009) e que assim, os programas de melhoramento do feijoeiro tem objetivado, associando maiores produtividades de grãos, adaptabilidade e estabilidade fenotípica (BARILI et al., 2015), fato esse observado pela não diferenciação das cultivares frente as diferentes zonas de rendimento.

Para a cultura do milho, Assaf et al. (2016) encontram respostas da utilização de cinco densidade de semeaduras e sua interação com os ambientes de produtividade (baixo, médio, alto e muito alto rendimento) trabalhando com diversos híbridos de milho nos Estados Unidos e Canadá. Os autores observaram que a precipitação pluvial foi um dos fatores que influenciaram os rendimentos, além disso destacam a interação genótipo x ambiente, e que uma série de outros fatores não contabilizados no presente trabalho podem interferir no potencial de rendimento, como destacam nos ambientes de baixa a disponibilidade de água e luminosidade

podem inferir em rendimentos menores, já em ambientes de alto rendimento, o fator limitante pode estar condicionado ao potencial genético e não aos fatores ambientais.

Entretanto, a resposta dos ambientes de produtividade segundo Sangoi (2000), Sangakkara et al. (2004) e Abbas et al. (2012) apresentam relação à disponibilidade de recursos como água no solo, luz solar e outros fatores. Desse modo, expor o que constitui os ambientes de baixo, médio, alto e muito alto rendimento e as suas relações com a limitação dos rendimentos das culturas é uma lacuna que precisa ser preenchida (ASSAF et al., 2016) e ainda maiores informações através de pesquisas precisam ser conduzidas para as interações mais específicas que ocorrem entre genótipos, fatores de solo-clima e as práticas de manejo das culturas.

Para a safra 2017, o maior rendimento de grãos para a ZA foi alcançado com a cultivar BRS Campeiro com 1.362,00 kg ha⁻¹, contudo o mesmo não diferiu das demais cultivares analisadas, sendo que o menor rendimento para a ZA foi obtido pela cultivar BRS Esplendor. No entanto, a ZM inverteu a cultivar de menor produção na ZA para a ZM como destaque de produção para a cultivar BRS Esplendor, a qual apresentou rendimento de grãos de 1.150,00 kg ha⁻¹ (Tabela 9).

Com relação à ZB o rendimento de grãos entre as cultivares se comportou de maneira distinta à ZA e ZM. A cultivar BRS Campeiro e BRS Esplendor, tiveram enquadrados dentre os mais produtivos, com 979,00 kg ha⁻¹ e 934,00 kg ha⁻¹, respectivamente. A cultivar BRS Esteio com rendimento de 736,00 kg ha⁻¹, e BRSMG Realce com 685,00 kg ha⁻¹, além da cultivar BRS Radiante com rendimento de 587,00 kg ha⁻¹, apresentaram os menores rendimentos de grãos para a safra 2017 (Tabela 9). A cultivar BRS Campeiro mesmo sendo destaque na ZA e ZB com rendimento superior não diferiram da cultivar BRS Esplendor que apresentou rendimento superior para a ZM na safra 2017.

Na safra 2017 a cultivar BRS Esteio, apresentou rendimentos superiores para a ZA em relação à ZB de 37%, no entanto não diferiu da ZM mas sendo superior em 23%. A resposta superior para a ZA, obtida para a cultivar BRS Radiante, não foi constatado para a ZB, que obteve rendimentos inferiores, cerca de 45% menor em relação à ZA (Tabela 9). Para a safra 2018 analisando o efeito das zonas de rendimento, apresentaram diferença entre a ZA, ZM e ZB. A cultivar BRS Esplendor que obteve rendimentos superiores para à ZA relacionado à ZB, sendo 33% maior e para a cultivar BRS Radiante que apresentou rendimentos superiores na ordem de 29% em relação à ZA comparado à ZB.

A resposta inferior para a ZA, entretanto não foi obtida para a cultivar BRSMG Realce, que obteve rendimento superior para a ZB dentre todas as cultivares, no entanto, seu rendimento

foi 20% menor em relação ao rendimento na ZA (Tabela 9). Entretanto, destacou-se como a cultivar mais estável em relação ao rendimento nas ZM e ZB, variando apenas 5%.

Tabela 10 – Rendimento de grãos (REND, kg ha⁻¹) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Rendimento de grãos (Kg ha ⁻¹)						
Safra 2017						
Zona ⁽²⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	1.066,00	1.083,00	1.362,00	1.168,00	1.029,00	1.141,00 A*
ZM	939,00	1.093,00	948,00	964,00	1.150,00	1.019,00 A
ZB	685,00	587,00	979,00	736,00	934,00	784,00 B
Média	896,00 a	921,00 a	1.096,00 a	956,00 a	1.038,00 a	
Safra 2018						
ZA	2.448,00	2.453,00	2.507,00	2.484,00	2.542,00	2.487,00 A*
ZM	2.047,00	2.090,00	2.391,00	2.268,00	2.037,00	2.167,00 B
ZB	1.949,00	1.735,00	1.895,00	1.901,00	1.689,00	1.834,00 C
Média	2.148,00 a	2.093,00 a	2.264,00 a	2.218,00 a	2.090,00 a	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

Para a safra 2018 não houve a interação entre as cultivares nas diferentes zonas de rendimento e o REND para a área (Tabela 9). O maior rendimento de grãos para a ZA foi obtido pela cultivar BRS Esplendor com 2.542,00 kg ha⁻¹, entretanto não diferindo das demais cultivares, BRS Campeiro e BRS Esteio, os quais apresentaram 2.507,00 kg ha⁻¹ e 2.484,00 kg ha⁻¹, respectivamente. A cultivar BRS Campeiro e BRS Esteio, foram as mais produtivas para a ZM, obtendo rendimentos de 2.391,00 kg ha⁻¹ e 2.268,00 kg ha⁻¹ (Tabela 9).

Para a ZB os rendimentos de grãos entre as cultivares apresentaram uma relação diferente entre a ZA e ZB. Nessa zona, as cultivares BRSMG Realce, BRS Esteio e BRS Campeiro foram as mais produtivas. Já a cultivar BRS Radiante apresentou rendimento inferior para a ZB. Avaliando as cultivares entre as zonas de rendimento, verifica-se que as cultivares BRS Esplendor, BRS Radiante diferiram entre as zonas de rendimento (alto, médio e baixo).

A cultivar BRS Esplendor apresentou rendimento superior para a ZA em relação à ZB, cerca de 14 sacas ha⁻¹. Já a cultivar BRS Radiante, foram cerca de 12 sacas ha⁻¹ a mais na ZA em relação a ZB, conforme verificado na Tabela 9.

Resultados equivalentes foram observados na safra 2018, onde a cultivar BRS Esteio apresentou rendimento superior na ZA em relação a ZB, mas não diferindo das demais cultivares BRS Campeiro, BRS Realce, mas diferindo entre a ZA em relação a ZB e sendo semelhante a ZM. Nessa safra a superioridade dessa cultivar foi de 23%, representando 10 sacas ha^{-1} aproximadamente. A cultivar BRS Radiante manteve seus rendimentos inferiores independentemente da zona (alto, médio, baixo), mas demonstrando superioridade para a ZM e ZA em relação a ZB, sendo 17% ou 6 sacas ha^{-1} e 29% ou 12 sacas ha^{-1} , respectivamente (Tabela 9).

Na safra 2017, a cultivar BRS Campeiro não diferiu entre as demais cultivares independente da zona, entretanto, a resposta para a ZA foi de 28% em relação à ZB, enquanto que na safra 2018 apesar da cultivar BRS Campeiro ser 24% mais produtivo para a ZA em relação a ZB, esta diferença foi significativa (Tabela 9). Em média as cultivares que apresentam crescimento determinado foram menos produtivas, cerca de 4,5 sacas ha^{-1} , quando comparadas com as de crescimento indeterminado.

Resultados distintos são encontrados por Anselmi (2016) com a cultura do milho, variando dez híbridos de milho e cinco níveis de populações de plantas em diferentes zonas de rendimento encontrou diferença entre as produtividades, uma vez que apresentam altas possibilidades de interações com o ambiente de produção. Hörbe et al. (2013), trabalhando com a cultura do milho e variando a população com diferentes zonas de manejo, encontrou diferenças na variação de população nas diferentes zonas de rendimento (alto, médio e baixo) e apresentou ganhos para a cultura do milho trabalhando com apenas um híbrido de milho.

Para a cultura da soja, Corassa (2015), obteve respostas de rendimentos de grãos avaliando o desempenho de seis cultivares de soja em diferentes zonas de potenciais de rendimento de grão, o autor revela que existe uma resposta diferenciada das cultivares em relação as zonas de rendimento e desse modo o ajuste de cultivares por zonas de manejo, torna-se uma importante ferramenta para o aumento dos rendimentos da cultura da soja.

Giraldi (2016) avaliando o desempenho produtivo de cultivares de soja em diferentes populações de plantas e zonas de manejo encontrou respostas significativas para o rendimento entre as zonas de manejo, o autor menciona que a adotar essa técnicas pode possibilitar a maximização do potencial de rendimento das áreas, dentre elas utilizar cultivares mais responsivas a cada local de produção.

Os resultados evidenciam, entretanto, que não há uma resposta individualizada das cultivares, em relação às zonas de rendimento, e esse pode ser distinto para cada safra, onde fatores seja eles controláveis ou incontroláveis estão presentes em menor ou maior grau,

inferindo diretamente no rendimento. As cultivares não diferiram estatisticamente para ambas as zonas de rendimento de grãos (ZA, ZM e ZB) nas duas safras, exceto para BRS Campeiro e BRS Esplendor na ZM na safra 2018, no entanto, a cultivar BRS Campeiro manifestou maior estabilidade produtiva para a área.

Esses resultados remetem a importância da realização do manejo por ambiente (CORASSA, 2015; HÖRBE et al., 2013; SANTI et al., 2014; SANTI et al., 2016), não havendo um manejo único e determinado para os diferentes ambientes de produção e para as diversas cultivares empregadas, já que, cada uma responde de maneira distinta (SILVA NETO et al., 2012), se fazendo necessário a compreensão e análise das práticas de manejo, para cada área de produção independentemente do seu tamanho, realizando de maneira diferenciada cada uma delas, seja para parâmetros de solo e/ou de planta.

Entretanto, a utilização de cultivares que respondem ou não a um manejo específico é uma importante forma de posicionar de maneira mais assertiva possível cada uma das cultivares dentro das áreas de produção, possibilitando assim, maximizar o potencial de rendimento pela escolha da cultivar correta.

O maior rendimento de grãos constatado para a cultivar BRS Campeiro na ZB na safra 2017 pode ser explicado pelo número de legumes por planta (NLTP) (Tabela 10). Embora não tenha sido observada diferença significativa a cultivar BRS Campeiro apresentou superioridade em relação à ZA de 12% para a safra 2017, fato esse observado pela diferença constatada na média da ZB inferior a ZA em 30% (Tabela 10). Na safra 2018, não apresentou diferença significativa para o NLTP entre as cultivares e as zonas de rendimento analisadas, no entanto, para as cultivares BRSMG Realce e BRS Radiante em média à ZB apresentou-se superior em relação à ZA em 18% e 4%, respectivamente (Tabela 10).

Resultados semelhantes foram encontrados por Kurek et al. (2001), Zucareli et al. (2006, 2011) e Santos et al. (2014) onde os autores conferem que o número de vagens é o componente de produção que tem forte influência no aumento do rendimento da cultura do feijão, além de ter reflexo direto sobre o número de grãos produzidos (BARILI et al., 2011; DIDONET; COSTA, 2004; JADOSKI et al., 2000; SANTOS et al., 2015) e desse modo, relacionados com o máximo rendimento de grãos, no entanto, esse diretamente influenciado pelas condições do ambiente de produção (BERTOLDO et al., 2009).

Com base nos resultados obtidos o NLTP pode apresentar um grau de contribuição variável em função do ambiente de produção e da cultivar que está inserida nesse. Corrobora com essa afirmação o fato da cultivar BRS Campeiro apresentar REND superior (Tabela 9), no entanto, com menor NLTP, na safra 2017 para à ZA (Tabela 10), BRS Esplendor seguiu o

mesmo padrão para à ZM. Já para a safra 2018, BRS Esplendor teve REND superior (Tabela 9), com menor NLTP, comparado a cultivar BRS Esteio para à ZA (Tabela 10). Nesse caso, o componente que pode ter apresentado maior grau de contribuição foi o PCG (Tabela 13).

Esses resultados também foram descritos por Gomes et al. (2016), onde os genótipos respondem de forma distinta ao ambiente de produção e que esse influi em menor e maior grau nos componentes de produção e rendimento, se ajustando conforme as modificações do ambiente de forma à compensar essas mudanças, devido ao efeito de plasticidade fenotípicas e ambiental do feijoeiro que está relacionado (SANTOS et al., 2014).

A cultivar BRS Campeiro em média para as duas safras apresentou a maior EST em comparação as demais cultivares (Tabela 7). Contudo, a mesma apresentou certa redução na EST quando submetida à ZB (Tabela 7), apresentando ainda assim o maior REND na safra 2017 (Tabela 9). No entanto, para a safra 2018, a mesma cultivar não obteve o mesmo resultado de REND (Tabela 9), ficando atrás da BRSMG Realce e BRS Esteio, mas a redução na EST se manteve (Tabela 7).

Nessa safra apesar da cultivar BRSMG Realce apresentar menor média de EST, quando submetida à ZB (Tabela 7), apresentou o maior REND (Tabela 9). Esse fato, pode ser remetido a uma estratégia própria da cultivar, quando submetida à ZA, no caso da cultivar BRS Campeiro, que apresentou maior EST, e que, possivelmente acabou sendo reduzido o NLTP (Tabela 10) pela compensação em maior produção de matéria seca, a qual não foi objeto de estudo. Entretanto, quando submetida à ZB se observou variação oposta no NLTP (Tabela 10).

Esses resultados nos remetem e reforçam a necessidade da realização de ajuste de cultivares de feijão, com base no ambiente de produção, o qual responde distintamente a resposta das cultivares, essa constatação deve ser particularizada para cada área nos diversos locais de produção, pois as diferenças que ocorrem podem ser de maior ou menor grau de influência e incidindo diretamente na capacidade de resposta da cultivar frente ao ambiente de produção.

Na safra 2017, as cultivares que apresentaram os valores médios maiores destacando-se como as cultivares mais produtivas foram a BRS Campeiro, BRS Esplendor, e BRS Esteio. Na safra 2018, a cultivar BRS Campeiro, se manteve como a cultivar de desempenho superior de rendimento, em sequência se destacaram BRS Esteio e BRSMG Realce (Tabela 9). Os menores rendimentos foram das cultivares BRSMG Realce para a safra 2017 (Tabela 9) se deve possivelmente ao fato de apresentar um reduzido NLTP e PCG maior (Tabela 10 e Tabela 13) e para a cultivar BRS Radiante mesmo apresentando um rendimento menor (Tabela 9), possivelmente ocorreu em decorrência do menor PCG mesmo obtendo NLTP maior (Tabela 13).

e Tabela 10), sendo o mesmo comparativo para BRS Campeiro na safra 2018 (Tabela 13 e Tabela 10), estendida a comparação as demais cultivares (Tabela 10 e Tabela 13).

O número de legumes totais por planta (NLTP) na safra 2017 foi maior para a cultivar BRS Radiante (10,93), BRS Esteio (10,86) e BRS Campeiro (10,63), enquanto que na safra 2018 a cultivar BRS Campeiro (18,90), BRS Esteio (18,13) e BRSMG Realce (17,78) obtiveram os valores maiores, no entanto, não diferiram entre si das demais cultivares e entre as zonas de rendimento, exceto para a cultivar BRS Radiante que apresentou diferença estatística para a ZB, sendo 64% menor o NLTP em relação a ZM e ZA que foram semelhantes (Tabela 10).

Tabela 11 – Número de legumes totais por planta (NLTP) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Número de legumes totais por planta (unidade)						
Safra 2017						
Zona ⁽¹⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	11,18	14,07	10,22	12,91	11,69	12,01 A*
ZM	7,84	13,71	10,24	10,38	10,04	10,44 A
ZB	7,18	5,02	11,44	9,29	8,69	8,32 B
Média	8,73 a	10,93 a	10,63 a	10,86 a	10,14 a	
Safra 2018						
ZA	16,00 aA*	17,32 aA	17,86 aAB	20,11 aA	18,67 aA	17,99 A
ZM	18,51 abA	16,41 bA	21,27 aA	16,28 bAB	18,17 abA	18,13 A
ZB	18,84 aA	18,05 aA	17,59 aB	18,01 aB	15,57 aA	17,61 A
Média	17,78 a	17,26 a	18,90 a	18,13 a	17,42 a	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

Na safra 2018, a ZA e a ZB não apresentaram diferença entre o NLTP para ambas as cultivares. Na ZM a cultivar BRS Campeiro apresentou diferença significativa entre a cultivar BRS Esteio e BRS Radiante, que não diferiram das demais. Analisando o efeito de zona de rendimento entre cada cultivar observa-se que a cultivar BRS Campeiro foi superior na ZM em relação a ZB em 17% e a cultivar BRS Esteio superior 17%. Para as demais cultivares não foi constatado diferença significativa entre as zonas (alto, médio e baixo). O NLTP é o componente de produção da cultura do feijoeiro que exerce influência sobre o REND (SILVA et al., 2014).

Já para a variável número de legumes na haste (NLH) e número de legumes nos ramos (NLR) revelou que na safra 2017 a cultivar BRS Campeiro foi superior na ZB em relação à ZA para o NLH (Tabela 11). Na safra 2018 a cultivar BRSMG Realce apresentou o mesmo comportamento em relação a cultivar BRS Campeiro quando comparado à ZA (Tabela 11). Esses resultados explicam os valores superiores observados para o NLTP (Tabela 10). No entanto, analisando o efeito das cultivares e as zonas de rendimento, não observou diferenças significativas para ambas as safras 2017 e 2018 na área (Tabela 11).

Tabela 12 – Número de legumes por planta na haste (NLH) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Número de legumes na haste (unidade)						
Safra 2017						
Zona ⁽²⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	3,51	3,53	3,58	4,29	3,09	3,60 ^{ns}
ZM	2,85	3,33	2,76	3,20	3,42	3,11
ZB	2,16	2,58	4,42	2,29	3,53	3,00
Média	2,84 a	3,15 a	3,58 a	3,26 a	3,35 a	
Safra 2018						
ZA	8,70	8,71	8,52	8,84	8,67	8,69 ^{ns}
ZM	8,51	8,50	9,21	9,09	9,03	8,87
ZB	8,95	9,52	8,18	9,16	8,35	8,83
Média	8,72 a	8,91 a	8,64 a	9,03 a	8,68 a	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

O número de legumes por planta na haste NLH foi o maior na ZA para a cultivar BRS Esteio para a safra 2017 (Tabela 11). Na safra 2017 na ZB apenas BRS Campeiro e BRS Esplendor foram superiores com NLH de 4,42 e 3,53, respectivamente. Para a safra 2018, na ZA o maior NLH foi obtido novamente seguindo a tendência da safra 2017 pela cultivar BRS Esteio, seguido de BRS Radiante e BRSMG Realce. Na ZB a cultivar BRS Radiante, BRS Esteio e BRSMG Realce mantiveram superiores (Tabela 11). No entanto, as cultivares não diferiram entre si, independentemente da safra 2017 e 2018 para as diferentes zonas de rendimento (alto, médio e baixo).

O número de legumes por planta nos ramos (NLR) não apresentou interação significativa entre as cultivares para ambas as zonas de rendimento para a safra 2017. No entanto, quando verificado o efeito das zonas de rendimento, observou-se que a cultivar BRS Radiante apresentou uma drástica redução no NLR da ZA em relação à ZB, sendo 76% menor a quantidade de legumes. Contudo, a cultivar BRS Radiante apresentou em média os maiores valores de NLR, seguidos de BRS Esteio e BRS Campeiro na safra 2017 (Tabela 12). Na safra 2018 a cultivar BRS Campeiro foi a que apresentou maiores valores médios para o NLR, seguido de BRS Esteio e BRSMG Realce, no entanto não diferindo de BRS Esplendor e BRS Radiante (Tabela 12).

Tabela 13 – Número de legumes por planta nos ramos (NLR) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Número de legumes nos ramos (unidade)						
Safra 2017						
Zona ⁽²⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	7,67	10,54	6,64	8,62	8,60	8,41 A*
ZM	5,00	10,38	7,49	7,18	6,62	7,33 A
ZB	5,02	2,44	7,02	7,00	5,16	5,33 B
Média	5,90 a	7,79 a	7,05 a	7,60 a	6,79 a	
Safra 2018						
ZA	7,30 aA*	8,61 aA	9,33 aA	11,27 aA	10,00 aA	9,30 A
ZM	10,00 abA	7,92 bA	12,06 aA	7,19 bB	9,14 abA	9,26 A
ZB	9,89 aA	8,53 aA	9,42 aA	8,86 aAB	7,22 aA	8,78 A
Média	9,06 a	8,35 a	10,27 a	9,11 a	8,78 a	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

Esse resultado pode ser associado a capacidade de ramificação e que parte do potencial produtivo está associado a contribuição que o NLR expressa. Entretanto, a cultivar BRS Radiante apresentou uma relação diferente para a safra 2018 onde o NLR mostrou-se menor em relação ao NLH, possivelmente pela menor capacidade de ramificação da cultivar que difere quanto ao Tipo I (menor) e Tipo II (maior).

Na cultura do feijoeiro comum, conforme destacado por Costa et al. (1999) quanto maior número de ramificações que a planta apresentar, conseqüentemente proporcionará um maior

potencial de rendimento, pelo acréscimo de legumes, no entanto essa variável pode ser influenciada pelo peso de grão. Na safra 2017 a ocorrência excessiva de precipitações pluviais (Figura 3 - A) na fase de florescimento até a completa maturação fisiológica das cultivares concentradas nesse período pode ter favorecido o menor NLTP (Tabela 10), NLH (Tabela 11), NLR (Tabela 12) e incidido diretamente no REND final (Tabela 9).

Desse modo, para a cultivar BRSMG Realce e BRS Campeiro apresentaram PCG superior aos demais na safra 2017, no entanto não diferiram das outras cultivares para cada zona de manejo (Tabela 13).

Tabela 14 – Peso de cem grãos (PCG) de cinco cultivares de feijoeiro comum em diferentes zonas de rendimento de grãos (alto, médio e baixo) na safra 2017 e 2018, Erval Seco – RS, 2018

Peso de cem grãos (g)						
Safra 2017						
Zona ⁽²⁾	Tipo de crescimento / Grupo / Cultivar					Média
	Determinado ⁽¹⁾		Indeterminado			
	Grupo especial		Grupo comercial			
	BRSMG Realce	BRS Radiante	BRS Campeiro	BRS Esteio	BRS Esplendor	
ZA	30,03	24,17	23,01	24,26	20,28	24,35 A ^{ns}
ZM	35,17	23,46	30,43	31,39	26,88	29,47 A
ZB	21,50	26,47	27,61	21,33	26,62	24,71 A
Média	28,90 a	24,70 a	27,02 a	25,66 a	24,59 a	
Safra 2018						
ZA	23,85 aB*	23,78 aA	24,10 aA	24,48 aA	24,71 aA	24,18 A
ZM	23,85 aB	24,38 aA	24,09 aA	24,03 aA	24,08 aA	24,09 A
ZB	24,98 aA	23,94 abA	23,91 abA	24,52 abA	23,75 bA	24,22 A
Média	24,23 a	24,03 a	24,03 a	24,34 a	24,18 a	

* Médias seguidas pela mesma letra na linha minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

⁽¹⁾ Tipo de hábito de crescimento.

⁽²⁾ ZA (zona de alto rendimento), ZM (zona de médio rendimento) e ZB (zona de baixo rendimento).

Para as cultivares de crescimento indeterminado, a variação observada entre as informados pelo obtentor e as analisadas no presente estudos forma de uma redução de no máximo 4% para a safra 2018 com a cultivar BRS Campeiro e acréscimo de 2,5% na safra 2017. A cultivar BRS Esteio, apresentou um acréscimo de 7% e 1,4%, na safra 2017 e 2018, respectivamente e a cultivar BRS Esplendor apresentou acréscimo para a safra 2017 e 2018, de 12 e 10%, respectivamente.

A variação observada para o peso de cem grãos pode ser influenciado pelas características genotípicas de cada cultivar (Tabela 4), além do ambiente em que está inserido

(FREIRE FILHO et al., 2011; SILVA; NEVES, 2011) e ainda segundo Carvalho e Wanderley (2007) quando ocorre o acréscimo do número de vagens por planta incide como consequência a diminuição do PCG. Resultados semelhantes foram encontrado por Silva et al. (2014), onde peso de cem grãos menor obteve rendimentos maior e peso maior incidu em menor rendimento, o que pode estar justificando a divergência entre o PCG e o REND.

Carvalho e Wanderley (2007) observaram da mesma forma que o aumento do número de legumes por planta reduziu o peso médio de cem grãos e acarretou em aumento de rendimento. Entretanto, os resultados encontrados na literatura são variáveis e a influência da cultivar é destacada (RAMALHO; ABREU, 2006; SANTOS et al., 2014).

Cabe destacar, que os resultados observados quando o menor PCG foi obtido, houve compensação do NLTP e apresentando acréscimos de REND. Desse modo, possivelmente as cultivares de feijão ajustam os seus componentes de produção perante o manejo exposto, e cada uma delas apresenta um dinamismo distinto. Pois, observa-se que independentemente da zona em que cada cultivar foi exposta, não foi constatado a variação significativa entre elas, exceto para a cultivar BRSMG Realce na safra 2018, onde obteve o maior PCG na ZB, cerca de 5% maior do que a ZM e ZA, as quais obtiveram o mesmo valor.

Neste sentido a análise de correlação linear de Pearson (Tabela 14) é expressa por coeficientes que compreendem magnitudes de 0 a 1, e sentidos positivos ou negativos. Estes coeficientes são classificados como nulos ($r= 0,00$), baixos ou fracos ($r= 0,00$ a $r=0,30$), intermediários ou médios ($r= 0,30$ a $r= 0,60$); altos ou fortes ($r= 0,60$ a $r= 1,00$) segundo classificação proposta por Carvalho et al. (2004).

Para as variáveis analisadas correlacionou-se significativamente com a IPLEG, BPLEG, NLH, NLTP e REND, demonstrando a alta capacidade de influência da EST para as variáveis analisadas, entretanto, apresentou média magnitude para NLR (Tabela 14). Em geral, as correlações entre as variáveis analisadas na maioria apresentaram valores altos, com exceção do NLR que apresentou valores medianos e PCG apresentou correlações negativas com valores baixos e significativo apenas com NLH, para as demais variáveis não apresentou significância (Tabela 14).

O REND apresentou valores altos de correlação e significativos para as variáveis analisadas, no entanto com médio valor para NLR (0,48) e não apresentou significância com PCG, sendo esse valor baixo (-0,14) (Tabela 14).

A IPLEG apresentou correlação significativamente e positivamente alta com a EST ($r=0,87$) e mesmo valor encontrado para BPLEG ($r=0,87$) que apresentou correlação alta para EST e IPLEG ($r=0,97$) (Tabela 14). Desse modo, plantas com estatura mais alta apresentam

maior altura de inserção do primeiro legume, indicando que conforme o aumento da estatura de planta ocorre do mesmo modo acréscimo da altura de inserção do primeiro legume na planta, do mesmo modo que a BPLEG acaba sendo influenciado uma vez que a estatura aumenta, a inserção do primeiro legume e conseqüentemente a altura da base de inserção do primeiro legume será alterada.

Esse resultado é um importante indicador da tendência de novas cultivares, uma vez que a expansão da área de cultivo da cultura do feijão está atrelado além da baixo rendimento as perdas de produção (TSUTSUMI et al., 2015), mesmo em condições de aéreas de elevadas produções as dificuldades de colheita da cultura devido a estatura de planta mais baixa e inserção de legumes na planta reduzidos acaba favorecendo o contato dos legumes com o solo (OLIVEIRA et al., 2014) e no processo de colheita a incidência de grandes perdas pelo corte dos legumes pelas facas de corte da plataforma, contudo a colheita mecanizada acaba sendo indispensável segundo Salgado et al. (2012) para a expansão da cultura do feijão. No entanto, Oliveira et al. (2014) alerta que a altura de planta deve ser levado em conta, uma vez que quanto maior a estatura, a propensão ao acamamento acaba aumentando e estaturas mais baixas acabam incidindo na maior ocorrência de tombamento de plantas.

Tabela 15 – Correlação Linear de Pearson para oito caracteres de interesse agrônômico para a cultura do feijoeiro comum na safra 2017 e 2018, Eral Seco – RS, 2018

FV	EST	IPLEG	BPLEG	NLH	NLR	NLTP	PCG	REND
EST	-	0,87*	0,87*	0,92*	0,46*	0,82*	-0,17	0,94*
IPLEG		-	0,97*	0,80*	0,42*	0,71*	-0,078	0,81*
BPLEG			-	0,80*	0,42*	0,73*	-0,13	0,83*
NLH				-	0,46*	0,87*	-0,18*	0,87*
NLR					-	0,84*	-0,11	0,48*
NLTP						-	-0,17	0,81*
PCG							-	-0,14
REND								-

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste T.

EST – (estatura de planta); IPLEG – (altura da inserção do primeiro legume); BPLEG – (altura da base do primeiro legume em relação ao solo); NLH – (número de legumes na haste); NLR – (número de legumes nos ramos); NLTP – (número de legumes totais por planta); PCG – (peso de cem grãos) e REND – (rendimento).

O número de legumes na haste apresentou correlação positiva e alta com a estatura de planta ($r=0,92$), IPLEG ($r=0,80$) e BPLEG ($r=0,80$) indicando que plantas mais altas apresentam tendência de apresentar maior quantidade de legumes na haste principal, além de apresentar inserção do primeiro legume maior e base de inserção.

Com relação ao número de legumes totais por planta os resultados demonstram que apresentou correlação alta e positiva com EST ($r=0,82$), IPLEG ($r=0,71$), BPLEG ($r=0,73$), NLH ($r=0,87$) e NLR ($r=0,84$) (Tabela 14), demonstra que o aumento das variáveis responsáveis pela estatura de planta, favorecem o aumento do número de legumes totais por planta.

O rendimento de grãos (REND) apresentou forte correlação e positiva para as variáveis EST ($r=0,94$), IPLEG ($r=0,81$), BPLEG ($r=0,83$), NLH ($r=0,87$) e NLTP ($r=0,81$) (Tabela 14). Esses resultados podem expressar que as plantas com maior estatura, inserção e base do primeiro legume tendem a favorecer o incremento no rendimento de grãos na cultura do feijão, possivelmente pela maior produção de legumes. Esses resultados, corroboram com os encontrados por Kurek et al. (2001), onde encontrou correlação (0,77) para o número de legumes por planta, e os mesmos autores ainda afirmam que o caráter que apresenta maior contribuição para expressar a elevação do rendimento de grãos para a culturas do feijão é o número de legumes por planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Cabral et al. (2011), onde o número de vagens por planta encontra-se altamente correlacionado com o rendimento de grãos.

Os resultados apresentados demonstram a necessidade e a importância de adoção de estratégias de manejo para a produção do feijão por ambiente de produção (sítio específico) e evidenciam a importância da utilização dos mapas de colheita das culturas como uma ferramenta auxiliar da AP para a definição das zonas de rendimento (alto, médio e baixo).

Assim, os resultados remetem que as cultivares de feijão são capazes de apresentar adaptações em relação à sua expressão de potencial de rendimento de grãos e que existem cultivares capazes de serem mais estáveis quando direcionadas aos diferentes ambientes de produção, entretanto, algumas apresentam respostas mais evidentes, sejam elas favoráveis ou não.

A utilização do posicionamento de cultivares de feijão por ambiente de produção denota-se como uma nova ferramenta e estratégia que necessita ser mais elucidada dentro da AP, a qual pode contribuir de forma significativa na maximização da eficiência produtiva da cultura, frente as mais variadas áreas de produção no qual está inserida a cultura do feijão.

Desse modo, a utilização de cultivares que respondam à ZB e ZA potencial, e aquelas que apresenta-se estáveis é uma das alternativas que podem ser empregadas, já sendo descrito por Corassa (2015) para a cultura da soja como um modelo de plano de manejo inteligente (PMI), a qual utiliza a semeadura de multi-cultivares em função da resposta frente as zonas de rendimento, entretanto, para a cultura do feijoeiro estudos em uma gama maior de locais e

diferentes ambientes de produção, além de maior número de cultivares de diferentes hábitos de crescimento (determinado e indeterminado) necessitam ser realizados para verificação da resposta frente as diferentes zonas de manejo.

Essa predisposição em utilizar mais de uma cultivar por área tem visado à minimização dos risco inerentes providos pelas condições climáticas adversas, que acarretam em perdas irreversíveis para a cultura do feijão, uma vez que a qualidade do grão pode influenciar muito no preço de venda.

O posicionamento correto da cultivar na área de produção poderá proceder em aumento na produção da cultura e conseqüentemente maior rentabilidade da cultura e para o empreendimento.

5 CONCLUSÕES

Não foi possível constatar desempenho diferenciado das cultivares de feijão testadas em função do seu tipo de crescimento (determinado e indeterminado);

Não verificou diferença de rendimento de grãos na utilização de diferentes cultivares de feijão nas zonas de rendimento de grão (alto, médio e baixo) nas duas safras;

O rendimento de grãos apresentou alta correlação com estatura de planta, altura de inserção do primeiro legume, base de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta na haste e número de legumes total por planta, o aumento dessas variáveis pode proporcionar maiores rendimentos.

As cultivares de feijoeiro comum que apresentam estatura, altura de inserção do primeiro legume e de base de inserção do primeiro legume maiores, favorecem a colheita mecanizada e reduzem as perdas.

6 AGRADECIMENTOS

A empresa Sementes Fabris pela disponibilização da área para a condução do estudo e por todo apoio prestado, prestatividade e incentivo para com a pesquisa. A toda a equipe do Laboratório de Agricultura de Precisão – LAPSUL, pelo auxílio prestado. A Embrapa Arroz e Feijão pela concessão dos materiais e troca de informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, H. et al. Effect of Planting Density, Irrigation Regimes, and Maize Hybrids with Varying Ear Size on Yield, and Aflatoxin and Fumonisin Contamination Levels. **American Journal of Plant Sciences**, v. 3, n. 10, p. 1341-1354, 2012.
- ACOSTA, J. A. A. et al. Constante evolução. **Revista Cultivar**, v. 131, p. 12-16, 2010.
- ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. ESA Working paper, n. 12-03, Rome, FAO, 2012. 160 p.
- AMADO, T. J. C. **Projeto Aquarius: 17 anos de pioneirismo em agricultura de precisão no sul do Brasil**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria: Zero 3 Comunicação e Design, 2016. 79 p.
- AMADO, T. J. C. et al. Projeto Aquarius - principais contribuições e resultados. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. (Org.). **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Santa Maria: CESPOL Publicações, 2016. p. 9-26.
- AMADO, T. J. C. et al. Atributos químicos e físicos de latossolos e sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 831-843, 2009.
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L. Agricultura de precisão aplicada ao aprimoramento do manejo do solo. In: FIORIN, J. E. (Coord.). **Manejo e Fertilidade do Solo no Sistema Plantio Direto**. Passo Fundo: Berthier, 2007. p. 99-144.
- AMADO T. J. C. et al. Projeto Aquarius-Cotrijal: pólo de agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, edição 91, 2006.
- AMADO, T. J. C. et al. A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n. 89, p. 34-42, 2005.
- ANSELMINI, A. A. **População variada de híbridos de milho: uma estratégia de gestão das variabilidades espacial e temporal das lavouras**. 2016. 98p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, USP – ESALQ, Piracicaba, 2016.
- ANSELMINI, A. A.; MOLIN, J. P.; KHOSLA, R. Efeito da população de plantas e híbridos de milho na produtividade obtida em unidades de gestão diferenciada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO – ConBAP/2014, São Pedro – SP, Brasil. **Anais...** São Pedro: ConBAP, 2014.
- ANSELMINI, A. A.; MOLIN, J. P.; KHOSLA, R. Optimization of maize yield: relationship between management zones, hybrids and plant population. In: 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE. **Anais...** Sacramento: 12th International Conference on Precision Agriculture, 2013.

ANSELMI, A. A. **Adoção da AP no RS**. Porto Alegre: UFRGS: Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócio, 2012. p. 104.

ARTUR, A. G. et al. Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, associada ao microrrelevo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 141-149, 2014.

ASSEFA, Y. et al. Yield Responses to Planting Density for US Modern Corn Hybrids: A Synthesis-Analysis. **Crop Science**, v. 56, n. 5, p. 2802-2817, 2016.

BALASTREIRE, L. A. A experiência com pesquisas em Agricultura de Precisão na ESALQ-USP. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 4., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Microservice, 1998. 1 CR-ROM.

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Semina: Ciência Agrária**, v. 36, n. 3, p. 1215-1225, 2015.

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. **Densidade de plantas na cultura da soja**. Documentos online 364 (Embrapa Soja. Documentos 364), 36 p., 2015.

BARILI, L. D. et al. Adaptabilidade e estabilidade e a produtividade de grãos em cultivares de feijão preto recomendadas no Brasil nas últimas cinco décadas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 1980-1986, 2015.

BARILI, L. D. et al. Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1263-1274, 2011.

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. de O. (Ed.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Documentos, 272, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p.

BEVILAQUA, G. A. P. et al. **Indicações Técnicas para Produção de Sementes de Feijão para a Agricultura Familiar**. Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica 141 (INFOTECA-E), 2013. p. 16.

BERNARDI, A. C. C. et al. Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 205-221, 2015.

BERNARDI, A. C. C. et al. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 596.

BERNARDI, A. C. C. et al. (Ed.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. In: RESENDE, A. V. et al. (Ed.). **Agricultura de precisão para culturas anuais**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2014. p. 192-208.

BERNARDI, A. C. C. et al. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. In: INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C. (Ed.). Agricultura de precisão. Brasília, DF: EMBRAPA, 2014. p. 21-33.

BERTOLDO, J. G. et al. Rendimento de grãos em feijão preto: o componente que mais interfere no valor fenotípico é o ambiente. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 1974-1982, 2009.

BLACKMORE, S.; GODWIN, R. J.; FOUNTAS, S. The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. **Biosystems Engineering**, v. 84, n. 4, p. 455-466, 2003.

BLACKMORE, S. **An information system for precision farming**. Silsoe, Inglaterra: The Centre for Precision Farming. Cranfield University, 1996. p. 09.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.

BORGHI, E. et al. (Ed.). **Dez dicas para a produção de milho**. (Documentos 216) Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 33p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica, 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 484 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão** (Boletim Técnico). Brasília, 2013. 36 p.

BREDEMEIER, C. et al. Estimativa do potencial produtivo em trigo utilizando sensor óptico ativo para adubação nitrogenada em taxa variável. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1147-1154, 2013.

CABRAL, P. D. S. et al. Análise de trilha do rendimento de grãos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 132-138, 2011.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004. 142 p.

CARVALHO, W. P.; WANDERLEY, A. L. Avaliação de cultivares de feijão comum para o plantio em sistema orgânico no cerrado, ciclo 2004/2005. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 50-59, 2007.

Catálogo de cultivares de feijão comum: 2014-2015. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. Não paginado.

Catálogo de cultivares de feijão comum. 2. ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 27 p.

CERRI, D. G. P.; MAGALHÃES, P. S. G. Correlation of physical and chemical attributes of soil with sugarcane yield. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 613-620, 2012.

CHERUBIN, M. R. et al. Amostragem de solo na agricultura de precisão. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. (Org.). **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Santa Maria: CESPOL Publicações, 2016. p. 79-98.

COBUCCI, T.; NASCENTE, A. S.; LIMA, D. P. Adubação fosfatada e aplicação de Penergetic na produtividade do feijoeiro comum. **Revista Agrarian**, v. 8, n. 30, p. 358-368, 2015.

COELHO, C. M. M. et al. Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciência Agrária**, v. 31, n. 1, p. 1177-1186, 2010.

COELHO, A. M. (Ed.). **Agricultura de Precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas**. Documentos 46, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 60 p.

COIMBRA, J. L. M. et al. Mineração da interação genótipo x ambiente em *Phaseolus vulgaris* L. para o Estado de Santa Catarina. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 355-363, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. – [s. I.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2017/2018**. Acomp. safra bras. grãos, v. 5, Safra 2017/18, n. 8, Oitavo Levantamento, Brasília, p. 1-145, 2018.

CORASSA, G. M. et al. Response of soybean cultivars according to management zones in Southern Brazil. In: 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE. **Anais...** St Louis, Missouri: 2016.

CORASSA, G. M. **Manejo por ambiente: Atributos de solo e desempenho de cultivares de soja**. 2015. 123p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, CESNORS – FW, Frederico Westphalen, 2015.

COSTA, J. G. C. et al. Linhagens de feijão do grupo preto com resistência conjunta à antracnose, ao crestamento bacteriano comum e com características agrônômicas favoráveis. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 5, n. 2, p. 283-292, 1999.

CUNHA, D. A. et al. Adubação fosfatada e produção de feijão-comum e mamona em consórcio. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 617-628, 2014.

DAHMER, N.; CONTERATO, I. F.; WITTMANN, M. T. S. Considerações sobre o controverso e enigmático complexo *Phaseolus vigna* e suas espécies economicamente importantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 4-4, p. 08-18, 2008.

DE LUCA, M. J.; HUNGRIA, M. Plant densities and modulation of symbiotic nitrogen fixation in soybean. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 3, p. 181-187, 2014.

DIDONET, A. D.; CARVALHO, M. A. de F. Fisiologia. In: GONZAGA, A. C. (Ed.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. ver. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 31-40.

DIDONET, A. D.; COSTA, J. G. C. População de plantas e rendimento de grãos em feijoeiro comum de ciclo precoce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 2, p. 105-109, 2004.

DIDONET, A. D.; SILVA, S. C. da. Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 13-19, 2004.

DUTRA, L. M. C. et al. População de plantas em soja. In. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 35, 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, p.95.

EITELWEIN, M. T. et al. Mapeamento da produtividade de grãos e utilização dos mapas. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. (Org.). **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Santa Maria: CESPOL Publicações, 2016. p. 99-119.

FANCELI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, p. 21-53, 2000.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistics Division 2018, Production, crops**. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

FIORIN, J. E.; AMADO, T. J. C. Projeto APcoop: Agricultura de Precisão no Sistema Cooperativo do Rio Grande do Sul. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. (Org.). **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Santa Maria: CESPOL Publicações, 2016. p. 27-58.

FULTON, J. P. et al. **A case study for variable-rate seeding of corn and cotton in the Tennessee valley of Alabama**. In: 10th International Conference on Precision Agriculture, 2010.

FRAISSE, C. Agricultura de Precisão: a tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas. **Revista Fator GIS**, Curitiba, n. 21, p. 28-33, 1998.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; DE MOURA ROCHA, M. Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011, Teresina. **Resumos...** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 21 p. 1 CD-ROM. 2011.

GALVÃO, J. R. et al. Sistema de manejo e efeito residual do potássio na produtividade e nutrição do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 2, p. 41-49, 2013.

GIOTTO, E.; ROBAINA, A. D. **A agricultura de precisão com o CR Campeiro 7**. Manual do usuário. Santa Maria: UFSM/Centro de Ciências Rurais/Departamento de Engenharia Rural/Laboratório de Geomática, 2007. 319p.

GIRALDI, F. **Produtividade de soja em diferentes populações de plantas e sítios específicos de manejo em semeadura após a época indicada**. 2016. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-graduação em Agricultura de precisão, Santa Maria, RS, 2016.

- GIRARDELLO, V. C. et al. Alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob plantio direto induzidas por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 2115-2126, 2011.
- GOMES, G. R. et al. Desempenho produtivo de genótipos de feijão-vagem arbustivo em dois ambientes. **Scientia Agropecuaria**, v. 7, n. 2, p. 85-92, 2016.
- GUIDOLIN, A. F. et al. Efeito do arranjo e da população de plantas sobre o crescimento do feijão em semeadura tardia. **Ciência Rural**, v. 28, n. 4, p. 547-551, 1998.
- GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca II. Produtividade e componentes agronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 7, p. 481-488, 1996.
- GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: PATAFOS, p. 157-174, 1988.
- HÖRBE, T. A. N. et al. Optimization of corn plant population according to management zones in Southern Brasil. **Precision Agriculture**, v. 14, p. 450-465, 2013.
- JADOSKI, S. O. et al. Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. **Irriga**, v. 8, n. 1, 2003.
- JADOSKI, S. O. et al. População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. II: rendimento de grãos e componentes de rendimento. **Ciência Rural**, v. 30, n. 4, p. 567-573, 2000.
- KUREK, A. J. et al. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 29-32, 2001.
- LOPES, A. S. et al. Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 51-56, 2011.
- LONG, N. V. et al. Maize Yield and Planting Date Relationship: A Synthesis-Analysis for US High-Yielding Contest-Winner and Field Research Data. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 2106, 2017.
- LUDWIG, M. P. et al. Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicidas e fungicidas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 7, p. 1516-1522, 2010.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.
- MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e adubação. In: _____. **Feijão -Caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Meio-norte, 2005. p. 228-242.

MENEGOL, D. R. et al. Índice de suficiência de clorofila no manejo da adubação nitrogenada do feijoeiro comum. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 119-128, 2015.

MENSACK, M. M. et al. Evaluation of diversity among common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from two centers of domestication using „omics“ technologies. **BMC Genomics**, Londres, v. 11, p. 1-33, 2010.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 66-90, 2007.

MEOTTI, G. V. et al. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.

MILANI, L. et al. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 591-598, 2006.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**. Agricultura de precisão – inovações tecnológicas. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 280.

MOLIN, J. P.; MASCARIN, L. S.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Avaliação de intervenções em unidades de aplicação localizada de fertilizantes e de população de milho. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 528-536, 2006.

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

MOLIN, J. P. **A realidade de hoje na agricultura de precisão**. Informativo da Fundação ABC, Castro. p. 4-6, 2001.

MORAES, M. T. et al. Potencial de rendimento de feijoeiro de diferentes hábitos na Região Norte do Rio Grande do Sul. **Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer**, v. 7, n. 12, 2011.

MORAES, W. A. Reposição hídrica e adubação com NPK no crescimento e produção do feijoeiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 2, p. 496-506, 2016.

NASCENTE, A. S. et al. Adubação de cultivares de feijoeiro comum em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 407-415, 2012.

OLIVEIRA, D. G. et al. Correlação espacial de atributos físicos do solo e produtividade de tomate industrial. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2018.

OLIVEIRA, T. C. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 50-59, 2014.

OLIVEIRA, M. G. de C. et al. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 59 p. il.

PEREIRA, H. S. et al. Interação entre genótipos de feijoeiro e ambientes no Estado de Pernambuco: estabilidade, estratificação ambiental e decomposição da interação. **Semina: Ciência Agrária**, v. 34, n. 6, p. 2603-2614, 2013.

PEREIRA, H. S. et al. Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. **Bragantia**, v. 71, n. 2, p. 165-172, 2012.

PEREIRA, H. S. et al. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 374-383, 2009.

PIRES, J. L. F. et al. **Discutindo agricultura de precisão – aspectos gerais**. Documentos online 42 (Embrapa Trigo. Documentos Online, 42), 2004. p. 18.

PEREIRA, L. B. et al. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistemas de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 29-38, 2015.

PEREIRA, V. G. C. et al. Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v. 3, n. 1, p. 32-42, 2014.

PERINI, L. J. et al. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2531-2544, 2012.

PIANA, C. F. B. et al. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 553-564, 1999.

POLIZEL, A. C. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no estado do Mato Grosso. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 910-920, 2013.

PROCOPIO, S. A. et al. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

RAMALHO, M. A. P. et al. BRSMG Uai: common bean cultivar with carioca grain type and upright plant architecture. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 3, 2016.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 415-436.

RESENDE, A. V. et al. Agricultura de Precisão no Brasil: Avanços, Dificuldades e Impactos no Manejo e Conservação do Solo, Segurança Alimentar e Sustentabilidade. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. Novos caminhos para a agricultura conservacionista no Brasil. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, N. D. et al. Precisão experimental na avaliação de cultivares de feijão de diferentes hábitos de crescimento. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1371-1377, 2014.

RIBEIRO, N. D. Desempenho agrônomico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 1, p. 92-100, 2014.

- RODRIGUES JUNIOR, F. A. et al. Geração de zonas de manejo para cafeicultura empregando-se sensor SPAD e análise foliar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 778-787, 2011.
- SALGADO, F. H. M. et al. Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do Tocantins. **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 125-136, 2012.
- SANGAKKARA, U. R. et al. Plant density and grain yield of rainfed maize grown in wet and dry seasons of the tropics. **Maydica**, v. 49, p. 83-88, 2004.
- SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2000.
- SANTI, A. L. et al. Manejo de precisão: Planos de Manejo Inteligentes e Estratégias Multiplantas. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. (Org.). **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Santa Maria: CESPOL Publicações, 2016. p. 251-283.
- SANTI, A. L. et al. Multifuncionalidade de biomassas de cobertura do solo e agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, v. 1, p. 16-23, 2014.
- SANTI, A. L. et al. Definição de zonas de produtividade em áreas manejadas com agricultura de precisão. **Agrária**, v. 8, n. 3, p. 510-515, 2013.
- SANTI, A. L. et al. Épocas e parcelamentos da adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do feijoeiro, grupo comercial preto e carioca, em semeadura direta. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 816-822, 2013.
- SANTI, A. L. et al. Adubação de base a lanço em pré-semeadura: Tendências na Agricultura de Precisão. **Campo & Negócios**, v. 128, p. 46-49, 2013.
- SANTI, A. L. et al. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1346-1357, 2012a.
- SANTI, A. L. et al. Infiltração de água no solo, determinada por diferentes métodos, como indicador do potencial produtivo em dois latossolos manejados com agricultura de precisão. **Interciência**, v. 37, n. 3, p. 204-208, 2012b.
- SANTI, A. L. **Relação entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão**. 2007. 150p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- SANTI, A. L. et al. Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro em plantio convencional. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1079-1085, 2006.
- SANTOS, A. et al. Desempenho agrônomico de genótipos de feijão comum cultivados no período “da seca” em Aquidauana – MS. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 11, p. 33-42, 2011.

- SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- SANTOS, L. A. et al. Crescimento, índices fisiológicos e produtividade de cultivares de feijoeiro sob diferentes níveis de adubação. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 107-116, 2015.
- SANTOS, M. G. P. et al. Densidade de semeadura e safras de cultivo no desempenho produtivo de cultivares de feijoeiro-comum. **Semina: Ciência Agrária**, v. 35, n. 5, p. 2309-2324, 2014.
- SANTOS, M. P. et al. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na microrregião de cereais – GO. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 3, p. 41-49, 2016.
- SANTOS, J. B. dos; GAVILANES, M. L.; Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006. p. 41-65.
- SHIMADA, M. M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.
- SILVA, A. C. et al. Componentes de produção, produtividade e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, Bahia. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 327-335, 2014.
- SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 702-713, 2011.
- SILVA, L. S. et al. (Ed.). Evolução das recomendações de adubação e de calagem. In: **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência de Solo – Núcleo Regional Sul**. – [s. l.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376 p.
- SILVA, G. C. et al. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016.
- SILVA NETO, S. P. et al. Variação espacial do teor de matéria orgânica do solo e produção de gramíneas em pastagens de capim-marandu. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 41-53, 2012.
- SIMIDU, H. M. et al. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.
- SOUSA, M. A.; LIMA, M. D. B. Influência da supressão da irrigação em estádios de desenvolvimento do feijoeiro cv. Carioca comum. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 550-557, 2010.

SOUZA, A. B. et al. Populações de plantas e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sistema convencional. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 998-1006, 2014.

SOUZA, A. D. et al. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijão (*Phaseolus vulgaris*) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 87-98, 2002.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3 Ed. Plantarum, Nova Odessa, 2012. 768p.

SUSZEK, G. et al. Determination of management zones from normalized and standardized equivalent productivity maps in the soybean culture. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 895-905, 2011.

SCHWALBERT, R. A.; CORASSA, G. M.; AMADO, T. J. C. Definição de zonas de manejo utilizando “*multi-layers*” e sensoriamento “*on-the-go*”: Definições e usos. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. (Org.). **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Santa Maria: CESPOL Publicações, 2016. p. 233-249.

STRIEDER, M. L. et al. **Rendimento de grãos de soja em diferentes arranjos de plantas, safra 2012/2013 2013**. Documentos online 145 (Boletim de pesquisa e desenvolvimento), 2013.

TAGLIAFERRE, C. et al. Características agronômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 242-248, 2013.

TAVARES, T. et al. Adaptabilidade e estabilidade da produção de grãos em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 411-418, 2017.

TEIXEIRA, I. R. et al. Desempenho agronômico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 55-61, 2011.

TEIXEIRA, I. R. et al. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010.

TEIXEIRA, G. C. S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 9-17, 2015.

TORRES, F. E. et al. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 255-260, 2015.

TORRES, J. L. R. et al. Produtividade de feijão sobre lâminas de irrigação e cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 833-841, 2013.

TSUTSUMI, C. Y.; BULEGON, L. G.; PIANO, J. T. Melhoramento genético do feijoeiro: avanços, perspectivas e novos estudos, no âmbito nacional. **Nativa**, v. 3, n. 3, p. 217-223, 2015.

VIAN, A. L. et al. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, mar. 2016.

WANG, Y. P.; SHEN, Y. Identifying and characterizing yeild limiting soil factors with the aid of remote sensing and data mining techniques. **Precision Agriculture**, v. 16, p. 99-118, 2015.

YNAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C. Agricultura de Precisão. In: BERNARDI, A. C. C. et al. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 13-21.

ZUCARELI, C. et al. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.

ZUCARELI, C. et al. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 9-15, 2006.