

**CLAUDIO VIEIRA BATISTA**

**DENSIDADE DE SEMEADURA COMO FATOR MODULADOR DA PRODUÇÃO,  
CRESCIMENTO E ANATOMIA FOLIAR DE CULTIVARES DE TRIGO TROPICAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Maicon Nardino

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

Batista, Cláudio Vieira, 1990-  
B333d Densidade de semeadura como fator modulador da  
2023 produção, crescimento e anatomia foliar de cultivares de trigo  
tropical / Cláudio Vieira Batista. – Viçosa, MG, 2023.  
1 dissertação eletrônica (36 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Maicon Nardino.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Agronomia, 2023.  
Referências bibliográficas: f. 32-36.  
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.191>  
Modo de acesso: World Wide Web.

1. *Triticum aestivum*. 2. Trigo - Semeadura. 3. Trigo -  
Rendimento. 4. Trigo - Cultivo. I. Nardino, Maicon, 1988-  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.  
III. Título.

CDD 22. ed. 633.1131

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552

**CLAUDIO VIEIRA BATISTA**

**DENSIDADE DE SEMEADURA COMO FATOR MODULADOR DA PRODUÇÃO,  
CRESCIMENTO E ANATOMIA FOLIAR DE CULTIVARES DE TRIGO TROPICAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 13 de fevereiro de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 CLAUDIO VIEIRA BATISTA  
Data: 17/04/2023 19:19:27-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Claudio Vieira Batista**  
Autor

Documento assinado digitalmente  
 MAICON NARDINO  
Data: 17/04/2023 20:14:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Maicon Nardino**  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me permitir realizar este sonho.

Aos meus pais, Cleide das Graças Vieira Batista e João Rodrigues Batista, pelo apoio e amor concedido. Eu nada serei sem vocês.

À minha esposa Renata, pelo amor, carinho, apoio e incentivo incondicional.

Aos meus irmãos, Cleiton, Adalberto, Adriano, Maria Inês e Mônica, pelo apoio concedido.

Aos colegas do PROGRAMA TRIGO-UFV pelo aprendizado, companheirismo e auxílio durante as atividades.

Aos professores Maicon Nardino e Edgard Augusto de Toledo Picoli pela orientação, ensinamentos, paciência e liderança.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação e realizar mais um sonho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo fomento às pesquisas desenvolvidas.

À Trunfo AgroVet, pela confiança em me proporcionar uma oportunidade de transmitir meu conhecimento.

*“A lua será sempre intocável para quem não sabe sonhar e lutar, e os objetivos serão sempre luas”.*

(Renata Santos)

*“Cada segundo é tempo para mudar tudo para sempre”.*

(Charles Chaplin)

## RESUMO

BATISTA, Claudio Vieira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2023. **Densidade de sementeira como fator modulador da produção, crescimento e anatomia foliar de cultivares de trigo tropical.** Orientador: Maicon Nardino.

Originário dos terraços dos rios Tigre e Eufrates, no Irã, o trigo é uma das culturas mais importantes mundialmente, sendo cultivada, preferencialmente em regiões mais frias. O trigo segue em expansão no Brasil, mais especificamente na região do cerrado, que possui grande potencial para produção da cultura. O Brasil possui um déficit produtivo de 37% do volume consumido em 2022. A densidade de sementeira é um fator importante para aumento do rendimento de grãos. Objetivo do trabalho foi determinar a densidade de sementeira como fator modulados da produção, crescimento e anatomia foliar de cinco cultivares comerciais de trigo tropical em diferentes safras de cultivo. Os ensaios foram conduzidos nas épocas de verão e inverno de 2021, com quatro densidades de sementeira e cinco cultivares elites, no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG. As características agronômicas avaliadas foram: produtividade de grãos, altura de planta, peso hectolitro e dias para o espigamento. As características anatômicas foram: distância entre feixes vasculares, espessura da epiderme na face inferior, espessura da epiderme na face superior, espessura do limbo foliar, espessura do mesofilo, espessura da parede da face da epiderme inferior e espessura da parede da face da epiderme superior. A interação época de cultivo x densidade x cultivar foi significativa para as variáveis produtividade de grãos, altura de plantas e peso hectolitro. A interação época de cultivo x cultivar, foi significativa para dias até o espigamento. Os resultados de produtividade da época de inverno foram melhores que a época de verão em todos os tratamentos testados. Os números de altura de plantas e produtividade de grãos são considerados bons, quando comparados na literatura (superior a 4000 kg ha<sup>-1</sup>). As variáveis dias até o espigamento e altura de plantas, são as que mais influenciam na produtividade de grãos. A época de inverno, mostrou melhores resultados produtivos, havendo comportamento diferentes entre as cultivares. A cultivar ORS Guardiã obteve a maior produtividade de grãos. As variáveis anatômicas não sofreram efeito significativo da densidade de sementeira.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Histometria. Comportamento agronômico.  
Rendimento de grãos. Época de cultivo.

## ABSTRACT

BATISTA, Claudio Vieira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2023. **Sowing density as a modulating factor of production, growth and leaf anatomy of tropical wheat cultivars.** Advisor: Maicon Nardino.

Originating from the terraces of the Tigris and Euphrates rivers, in Iran, wheat is one of the most important crops worldwide, being cultivated, preferably in colder regions. Wheat continues to expand in Brazil, more specifically in the cerrado region, which has great potential for crop production. Brazil has a production deficit of 37% of the volume consumed in 2022. Sowing density is an important factor for increasing grain yield. The objective of this work was to determine seeding density as a modulating factor of production, growth and leaf anatomy of five commercial cultivars of tropical wheat in different growing seasons. The trials were carried out in the summer and winter seasons of 2021, with four sowing densities and five elite cultivars, in the Experimental Field Professor Diogo Alves de Mello, belonging to the Department of Agronomy of the Federal University of Viçosa (UFV), Viçosa-MG. The evaluated agronomic characteristics were: grain yield, plant height, hectoliter weight and days to heading. The anatomical characteristics were: distance between vascular bundles, thickness of the epidermis on the underside, thickness of the epidermis on the top, thickness of the leaf blade, thickness of the mesophyll, thickness of the wall of the face of the lower epidermis and thickness of the wall of the upper epidermis. The interaction growing season x density x cultivar was significant for the variables grain yield, plant height and hectoliter weight. The interaction time of cultivation x cultivar was significant for days until heading. The productivity results of the winter season were better than the summer season in all tested treatments. The numbers of plant height and grain yield are considered good, when compared in the literature (greater than 4000 kg ha<sup>-1</sup>). The variables days until heading and plant height are the ones that most influence grain yield. The winter season showed better productive results, with different behavior among cultivars. The cultivar ORS Guardião had the highest grain yield. Anatomical variables were not significantly affected by sowing density.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Histometry. Agronomic behavior. Grain yield. Growing season.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Avaliação de caracteres anatômicos no corte transversal da folha bandeira de trigo em diferentes lentes de aumento.....18
- Figura 2.** Produtividade de grãos para cinco cultivares de trigo, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.....23
- Figura 3.** Altura de plantas para cinco cultivares de trigo, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.....25
- Figura 4.** Peso hectolitro para cinco cultivares de trigo, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.....26
- Figura 5.** Valores médios de dias até o espigamento para cinco cultivares de trigo e duas épocas de cultivo.....27
- Figura 6.** Análise de regressão das variáveis a) distância entre feixes vasculares (DEF), b) espessura da epiderme nas faces inferiores (EI), c) espessura da epiderme nas faces superiores (ES), d) folha espessura da lâmina (EL), e) espessura do mesofilo (EM), f) espessura da parede da face da epiderme inferior (PI) e g) espessura da parede da face da epiderme superior (PS) sob cinco cultivares e quatro densidades de semeadura de trigo.....30

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise de variância e quadrado médio das variáveis: produtividade de grãos (PROD), altura de planta (AP), peso hectolitro (PH) e dias para o espigamento (ESPIG) para cinco cultivares, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.....19
- Tabela 2.** Valores médios das variáveis de produtividade de grãos (PROD), altura de planta (AP) e peso hectolitro (PH) para cinco cultivares, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.....21
- Tabela 3.** Correlação de Pearson entre produtividade de grãos (PROD), altura de plantas (AP), peso hectolitro (PH) e dias para o espigamento (ESPIG).....28
- Tabela 4.** Análise de variância e quadrado médio das variáveis distância entre feixes vasculares (DEF), espessura da epiderme nas faces inferiores (EI), espessura da epiderme nas faces superiores (ES), espessura do limbo foliar (EL), espessura do mesofilo (EM), espessura da parede da face da epiderme inferior (PI) e espessura da parede da face da epiderme superior (PS) para cinco cultivares, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.....29

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
	3.1 Experimento de campo .....	14
	3.2 Preparo da área e manejo da cultura .....	15
	3.3 Características avaliadas .....	16
	3.4 Morfoanatomia .....	16
	3.5 Análise estatística .....	18
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Duas espécies de trigo, *Triticum durum* L. e *Triticum aestivum* L., são cultivadas em maior escala mundialmente, sendo a última a espécie de maior área e importância mundial, a qual é cultivada no Brasil (HANSON et al., 1982; BREZOLIN et al., 2017). O trigo, representante da família Poaceae, é cultivado a mais de 11 mil anos a.C. no Oriente Médio e, posteriormente migrando para a Europa. Sua origem se deu no Crescente Fértil (Irã), onde se tem os registros de cultivo de trigo para pão e, por isto, estando diretamente relacionada ao desenvolvimento da civilização humana (HANSON et al., 1982; MORI et al., 2016).

Há relatos de que a introdução do trigo no Brasil ocorreu por ocasião da colonização do país no século XVI (SCHEEREN et al., 2011). O trigo teve seu primeiro registro de cultivo nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro; e, mais tarde, passou a ser cultivado em Minas Gerais, Bahia e Rio Grande do Sul, encontrando nesse último um clima mais favorável ao seu desenvolvimento (SILVA et al., 1996).

O trigo é considerado o cereal mais importante do mundo, tido como uma fonte estável de alimento para 30% da população mundial (HANSON et al., 1982). O gênero é rico em proteínas, carboidratos e minerais (SILVA, 2002) que são importantes para a dieta humana. Sua relevância como alimento é evidenciada ao nos depararmos com a estimativa de que, em 2050, a população mundial ultrapasse 9 bilhões de pessoas. Para atender a demanda de alimentos, o trabalho de pesquisadores, melhoristas, produtores e instituições públicas e privadas é essencial para que a demanda de alimentos atual e futura seja alcançada (LUKASZEWSKI et al., 2014; ONU, 2019).

A produção mundial de trigo em 2021 foi de 770,87 milhões de toneladas, em uma área total em torno de 220 milhões de ha, tendo a China como principal produtor, seguida pela Índia, Rússia, Estados Unidos e França. No Brasil, a produção nesse mesmo ano atingiu 7,874 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2021; CONAB, 2022). Segundo estimativas da Conab (2022), a produção brasileira de trigo para a safra seguinte, 2022, foi de 9,320 milhões de toneladas. Isto representa um incremento na produção de 1,44 milhões de toneladas em relação ao ano de 2021. A região Sul possui a maior produção, representando mais de 90% da produção nacional onde, os principais produtores são o Rio Grande do Sul e Paraná que, juntos, representam quase 90% da produção, ou seja, equivalente a 8,053 milhões de toneladas de grãos produzidos.

Recentemente o Brasil vem ganhando destaque no cenário tritícola nacional a as condições propícias para o cultivo do trigo também dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (AMORIM et al., 2006; CONDÉ et al., 2010; GUARIENTI et al., 2011). As condições climáticas, que variam nas diferentes regiões do país, influenciam na produtividade de grãos e na qualidade tecnológica, que está associada à escolha da região e ao manejo a ser adotado, regime de cultivo, práticas culturais e escolha de cultivares adaptadas para a região (MORI et al., 2016).

O trigo cultivado no Brasil é principalmente destinado à alimentação humana, no preparo de pães, farinhas e biscoitos (SCHEUER et al., 2011). É utilizado na alimentação animal, em menor quantidade, na forma de forragem e silagens, mas também como grãos em substituição ao milho e soja. Na região Sul, o trigo é considerado uma excelente alternativa para alimentação animal no inverno (WESENDONCK et al., 2013; MORI et al., 2016).

A produtividade do trigo é variável de acordo com a região de cultivo e o sistema produtivo. Para a região Sul, os valores de produtividade de grãos podem ultrapassar  $5 \text{ t ha}^{-1}$  em sistemas agrícolas consolidados e de elevada tecnologia, entretanto a média de produtividade de grãos é de  $3 \text{ t ha}^{-1}$ . Já para a região do Cerrado, em regime irrigado os valores médios de produtividade de grãos são superiores a  $6 \text{ t ha}^{-1}$  mas, em regime de sequeiro, as produtividades de grãos chegam a 3 a  $4 \text{ t ha}^{-1}$  (MORI et al., 2016; SILVA, 2018; FIOREZE et al., 2020; CONAB, 2022).

O trigo é uma cultura em expansão no país, sendo importante para o sistema de produção por meio da rotação de culturas. Por ser uma cultura de outono/inverno, tem grande potencial de expansão, principalmente como rotação com soja e milho (MORI et al., 2016; BARBIERI et al., 2019).

A Conab (2022) apresentou que o Brasil tem um déficit de mais de 6 milhões de toneladas, quando comparamos a produção anual de mais de 6,2 milhões de toneladas, com o consumo que ultrapassou as 12,7 milhões de toneladas. Fazendo com que a necessidade de aumento da produção do grão no país seja ainda mais importante. O uso de cultivares mais produtivas e adaptadas se torna muito importante para aumento da produção de trigo no país.

Existem algumas formas de aumento da produção mundial de alimentos, uma delas é o aumento em produtividade de grãos, já que o aumento da área agricultável nacional e mundial é limitada (NEUMANN et al., 2010; JAENISCH, 2017). O

adensamento de plantas é uma das formas possíveis de se obter o aumento da produtividade de grãos, selecionando as melhores formas para se obter um maior rendimento da planta, usando da seleção para diminuir os riscos causados pelo clima (BASTOS et al., 2020).

O uso da densidade de plantas ótima é um dos principais fatores na promoção da produtividade de grãos de trigo. Esse processo pode influenciar, em uma maior estabelecimento das plantas, menor competição com as plantas daninhas, melhor aproveitamento dos recursos disponibilizados no solo (água e nutrientes) e melhor aproveitamento da radiação incidente, intensidade no ataque de pragas e doenças (LOLLATO et al., 2019; BASTOS et al., 2020). Contudo, a semente de trigo é um dos insumos de maior valor na produção da cultura, podendo ser amenizado pela capacidade de afilamento da planta de trigo. Assim, espera-se que a aplicação da quantidade adequada desse insumo resulte em maior produtividade de grãos e um menor custo de produção.

A densidade de semeadura depende de cada cultivar, contudo encontramos recomendações de semeadura para a região do Brasil-Central é de 350 a 400 plantas  $m^{-2}$  (MORI et al., 2016). No entanto alguns fatores como: época de cultivo, regime de cultivo, região de cultivo, escolha da cultivar, fertilidade do solo, condições de precipitação, temperaturas, época de cultivo e tratos culturais, podem influenciar diretamente na densidade populacional indicada para cultivo de trigo no Brasil (VALÉRIO et al., 2013; BASTOS et al., 2020).

A produtividade de grãos da cultura é aumentada até que essa atinja a sua densidade ótima (HOJO et al., 2021). No entanto, a capacidade de afilamento é um fator que diz muito no momento de aumentar ou diminuir a densidade populacional do trigo, pois essa varia de acordo com cada cultivar (VALÉRIO et al., 2008).

Espera-se um aumento na produção mundial e nacional de alimentos devido ao expressivo aumento populacional previsto para os próximos 30 anos e, dentre eles, o trigo por ser considerado o principal cereal mundial. O aumento de área cultivada no Brasil é um caminho mais difícil devido a condições ambientais e sociais, o que estimula a busca pelo aumento da produção desse cereal. O uso da densidade ideal é um dos métodos mais simples e eficientes de manejo utilizados para aumento da produtividade de trigo no Brasil pois permite um melhor uso dos recursos edafoclimáticos disponíveis.

O estudo da densidade de semeadura permite a identificação da produtividade de grãos e plasticidade ideal da cultura do trigo (BASTOS et al., 2020). A produtividade de grãos, quando submetidas a diferentes densidades de semeadura, pode variar de acordo com os recursos disponíveis, ocasionando maior competição das plantas por recursos. Nesta linha a maior ou menor disponibilidade de água pode influenciar positivamente, favorecendo uma maior densidade de semeadura ou negativamente, favorecendo uma menor densidade de semeadura, respectivamente (ZHU et al., 2021).

A folha é um órgão ligado ao caule, onde há uma relação entre ambos. O limbo é característico por possuir formato laminar, com duas faces, a face abaxial (inferior) e a face adaxial (superior). No limbo foliar podemos destacar os principais tecidos, como a epiderme, mesofilo e feixes vasculares (RODRIGUES, 2015).

As folhas tendem a se adaptar as variações ambientais, principalmente as condições hídricas, densidade de semeadura e sombreamento. Um alto adensamento de plantas, pode ocasionar em uma variação na intensidade luminosa que chega até as folhas das gramíneas (CAMARGO, 2009). Causando assim o efeito que chamamos de plasticidade fenotípica, mudanças morfológicas causado pela luz (LARBI et al., 2015). A angulação das folhas tende a aumentar de acordo com a sua posição na planta e nível de sombreamento sofrido pelas partes superiores da planta (LARBI et al., 2015).

A intensidade de luz incidente na cultura do trigo, resulta na alteração das estruturas morfoanatômicas, devido ao estresse (KORCELSKI, 2016). A variação na densidade de semeadura das plantas pode ocasionar alterações no nível de sombreamento das partes da planta e, conseqüentemente, também apresentar um efeito em termos de sua produção e desenvolvimento.

## **2. OBJETIVO**

Objetivo do trabalho foi determinar a densidade de semeadura como fator modulados da produção, crescimento e anatomia foliar de cinco cultivares comerciais de trigo tropical em diferentes safras de cultivo.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Experimento de campo**

Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG. Foram utilizadas cinco cultivares comerciais: ORS Senna, ORS Guardiã, ORS 1403, ORS Feroz e ORS Absoluto, fornecidas pela empresa OR Sementes. Cultivares superiores, com alta produtividade de grãos e que possuem recomendação para o estado de Minas Gerais.

O experimento foi conduzido sob delineamento de blocos completamente casualizados com três repetições, em esquema de fatorial  $5 \times 4 \times 2$ , com cinco cultivares de trigo, quatro densidades de semeadura (200, 300, 400 e 500 sementes por  $m^2$ ) e duas épocas de cultivo.

Cada experimento constou de 60 unidades experimentais, cada unidade composta por cinco linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,20 m, totalizando 5  $m^2$ . As unidades experimentais tiveram a mesma distância entre parcelas seguindo o espaçamento entre linhas. Para fins de avaliação, foi considerada como área útil, todas as cinco linhas de cada parcela.

### **3.2 Preparo da área e manejo da cultura**

Foi realizado o preparo da área experimental através da aração e gradagem. A adubação de base realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo, visando atender as exigências de nitrogênio, fósforo e potássio recomendados para a cultura. Realizou-se a adubação de cobertura por meio da aplicação de 90 kg de N por ha, onde foi usado ureia com 45% de N. Dividiu-se a adubação de cobertura em dois estádios da cultura, com aplicação de 50% da dose no momento do afilhamento de 50% das plantas das parcelas e o restante no estágio de alongamento do colmo (ZADOKS et al., 1974; KUHNE, et al. 2020). A semeadura nas duas épocas, foram realizadas em fevereiro e junho de 2021. As sementes foram distribuídas em sulcos com profundidade de 2-3 cm.

Na época de inverno as irrigações foram feitas por aspersão sempre que necessário desde a semeadura até a maturidade fisiológica das sementes. Para a época de verão, a irrigação foi feita até o início do afilhamento da cultura. O controle de plantas daninhas foi feito por meio de aplicação de produto comercial a base de Clodinafop-propargil e Metsulfurom metílico. O controle de pragas e doenças foi realizado por meio da aplicação de produtos Clorpirifós e Tebuconazol. O manejo da

irrigação e o controle pragas, doenças e plantas daninhas foi feito seguindo as recomendações de Kuhnem, et al. (2020).

### 3.3 Características avaliadas

**Espigamento em dias (ESPIG):** dias compreendidos da emergência de plântulas até o surgimento das espigas em 50% das plantas da parcela.

**Altura de plantas em cm (AP):** média da altura, a partir do nível do solo até o ápice da espiga, excluindo-se as aristas, de cinco plantas aleatórias da parcela. A medida foi feita com o auxílio de uma régua de madeira graduada em centímetros. A coleta dos dados foi realizada após o início do período reprodutivo.

**Peso hectolitro em kg 100L<sup>-1</sup> (PH):** determinado de acordo com balança específica da marca Dalle Molle, mensurado em kg 100 L<sup>-1</sup>. Ao fim do ciclo da cultura, a planta foi colhida e trilhada, obtendo os grãos. Foi coletado uma amostra de cada parcela e colocado na balança de peso hectolitro, retirado o excesso e posteriormente pesadas. O processo foi repetido três vezes, feito a média, para garantir maior confiabilidade dos dados.

**Produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PROD):** foram pesados os grãos provenientes de cada parcela, obtendo-se o peso (g) de grãos por parcela, posteriormente foi feita a conversão para kg ha<sup>-1</sup>. A medida foi feita com auxílio de uma balança semianalítica, com precisão de 0,01 gramas.

### 3.4 Morfoanatomia

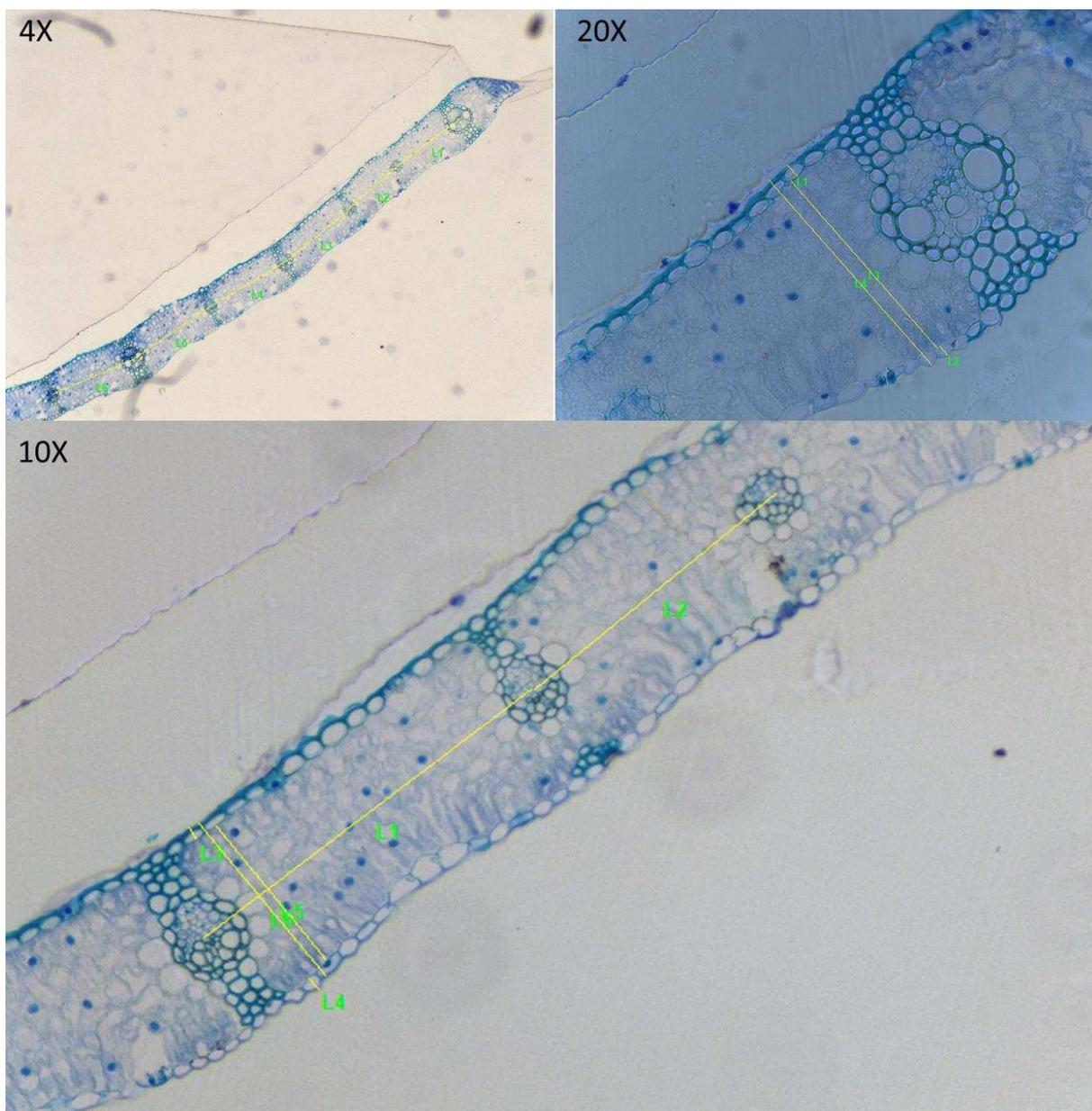
Amostras do limbo foliar da região central da folha bandeira do colmo principal de duas plantas de trigo, por parcela, foram coletados quando atingiram o estágio de espigamento. As amostras com aproximadamente 2 cm<sup>2</sup> foram fixadas em FAA (formaldeído, ácido acético, etanol 50% - 1:1:18 em volume) e armazenadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Em seguida, as amostras foram submetidas à mistura de etanol 95% e resina pura (Historesin Leica, preparada conforme instrução do fabricante), na proporção de 1:1 (v/v), por 48 h.

A infiltração foi feita com resina pura, em um dessecador submetido a semi vácuo, e em intervalos de 12 horas cada em um período de 30 dias. A resina pura foi misturada ao polimerizador e as amostras emblocadas em moldes plásticos. Os moldes com as amostras foram mantidos por 5 dias em estufa a 35° C e, em seguida,

montados em blocos de madeira. Secções transversais com 5 µm de espessura foram obtidas em micrótomo rotativo manual (Leica, modelo Spencer), com navalhas de aço.

Os cortes foram destinados a um recipiente contendo água quente, e em seguida, conduzidos, manualmente com um pincel para as lâminas histológicas, sendo essas posteriormente coradas com azul de toluidina 0,05%, pH 6,5 (O'BRIEN et al., 1964) e montadas com resina sintética (Permound, Fisher Scientific, EUA). As imagens para análises histológicas e de superfície foliar foram obtidas em microscópio de luz (modelo AX-70 TRF, Olympus Optical, Tóquio, Japão) acoplado a uma câmera digital (modelo AxioCam HRc, Zeiss, Göttinger, Alemanha) e um microcomputador equipado com o programa de imagem software de captura Axio Vision. As medições foram realizadas em 5 campos distintos de cada amostra, usando o software Image-Pro® Plus (versão 4.1, Media Cybernetics, Inc, Silver Spring, EUA).

A análise da histometria do limbo foi avaliada com base na espessura do limbo foliar, espessura da epiderme nas faces superior e inferior, espessura da parede das faces da epiderme inferior e superior, espessura do mesofilo e distância entre feixes vasculares foram avaliados (Figura 1).



**Figura 1.** Avaliação de caracteres anatômicos no corte transversal da folha bandeira de trigo em diferentes lentes de aumento.

### 3.5 Análise estatística

Inicialmente foi realizada a análise da distribuição normal dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk, apresentando normalidade pra todos os tratamentos. Os dados dos experimentos foram então submetidos à análise de variância (ANOVA) seguindo o modelo estatístico. Para os fatores qualitativos realizou-se a comparação de médias pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Foi feito também a análise de correlação linear. Já para o fator quantitativo foi realizada a análise de regressão linear para o efeito de densidade de semeadura. As análises foram realizadas com o auxílio do software de análises

estatísticas R (R CORE TEAM, 2019). As figuras e tabelas foram confeccionadas utilizando o Microsoft Excel.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 demonstra a significância entre os tratamentos e as interações, para as variáveis produtividade de grãos (PROD), altura de planta (AP), peso hectolitro (PH) e dias para o espigamento (ESPIG). A interação entre cultivar, densidade e época de cultivo afetaram significativamente as variáveis PROD, AP e PH, não afetando a variável ESPIG. Para a variável ESPIG, houve significância na interação entre época x cultivar. Os coeficientes de variação foram, 9,7; 4,94; 2,16 e 4,25, para PROD, AP, PH e ESPIG, respectivamente. Os valores são considerados baixos. As médias gerais foram de 2601,66 kg ha<sup>-1</sup>; 83,11 cm; 70,21 kg 100 L<sup>-1</sup> e 59 dias, para as variáveis PROD, AP, PH e ESPIG, respectivamente.

**Tabela 1-** Análise de variância e quadrado médio das variáveis: produtividade de grãos (PROD), altura de planta (AP), peso hectolitro (PH) e dias para o espigamento (ESPIG) para cinco cultivares, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.

QUADRADO MÉDIO					
	GL	PROD	AP	PH	ESPIG
<b>ÉPOCA</b>	<b>1</b>	110012920**	475,61**	237,72 **	4.356,07 **
<b>CULTIVAR</b>	<b>4</b>	1813050 **	928,36 **	19,31 **	568,13 **
<b>DENSIDADE</b>	<b>3</b>	73778 ns	59,51 *	5,43 ns	2,58 ns
<b>EPO*CULT</b>	<b>4</b>	1959169 **	345,86 **	6,88 *	19,36 *
<b>EPO*DEN</b>	<b>3</b>	521806 **	243,50 **	22,85 **	8,91 ns
<b>CULT *DEN</b>	<b>12</b>	516838 **	62,94 **	13,66 **	2,15 ns
<b>EPO*CULT*DEN</b>	<b>12</b>	480906 **	124,60 **	16,19 **	3,43 ns
<b>BLOCO</b>	<b>2</b>	5596,00	95,14	0,03	32,80
<b>CV%</b>		9,70	4,94	2,16	4,25
<b>MÉDIA</b>		2601,66	83,11	70,21	59,00

\*\* As médias diferem estatisticamente ao nível de 1%. \* As médias diferem estatisticamente ao nível de 5%. ns - As médias não diferem estatisticamente. GL = graus de liberdade. CV% = coeficiente de variação. EPO = época de cultivo. CULT = cultivar. DEN = densidades.

Quando consideramos a adaptabilidade e estabilidade da cultura, o estado de Minas Gerais se torna um dos melhores ambientes para a cultura do trigo. Há pontos favoráveis ao estabelecimento dessa cultura no estado, tais como: clima favorável,

baixa umidade relativa durante o ciclo. Favorecendo boas condições para a colheita, menor incidência de pragas e um produto de maior qualidade, tornando um produto com maior competição comercial (SOUZA, 2009; SILVA, 2017).

Para a variável PROD, observamos uma superioridade produtiva para a época de inverno (Tabela 2). Na interação de cultivares dentro de densidade e época de cultivo. As cultivares ORS Feroz, ORS Guardião e ORS Senna, apresentaram valores médios acima de 3.200 kg ha<sup>-1</sup>, na época de inverno. Os valores são considerados bons, quando comparamos a produtividade de grãos média nacional de 3.088 kg ha<sup>-1</sup> no ano de 2022 (CONAB, 2022). Isso se dá devido a utilização de cultivares com alto potencial produtivo e as boas condições fornecidas para crescimento e desenvolvimento. Já produtividade de grãos da época de verão, não apresentou bons resultados, ficando abaixo da média nacional. Na época de verão observamos diferença significativa entre as cultivares, somente na densidade 500. Já para a época de inverno, houve diferença significativa em todos os níveis de densidade.

Produtividade de grãos com valores acima de 4.000 kg ha<sup>-1</sup>, podem ser observados para a época de inverno, na densidade 200 para a cultivar ORS Feroz, na densidade 300 para a cultivar ORS Guardião, na densidade 400 para as cultivares ORS Guardião e ORS Senna e na densidade de 500 para as cultivares ORS Senna e ORS Absoluto (Tabela 2). Observamos assim diferentes respostas das cultivares frente a variação de densidade.

Na densidade 200 houve maior produtividade de grãos para as cultivares ORS Feroz e ORS Guardião, diferindo estatisticamente dos demais. Para a densidade 300 e 400, houve maior valor produtivo para as cultivares ORS Guardião e ORS Senna, diferindo estatisticamente dos demais. Para a densidade 500, obtiveram maiores produtividade de grãos as cultivares ORS Senna e ORS Absoluto, não diferindo do ORS Guardião, que não foi significativamente diferente dos demais cultivares. Apesar de ter apresentado valores produtivos acima de 3000 kg ha<sup>-1</sup>, nas densidades 300 e 500, respectivamente, a cultivar ORS 1403 foi o único que não apresentou superioridade produtiva para nenhuma das densidades na época de inverno (Tabela 2).

Os menores valores produtivos das cultivares de trigo, encontrados no verão, estão associados a menor disponibilidade de água. A menor disponibilidade de água para as plantas de trigo, resulta em menor tamanho de folha, assim a planta diminui a sua capacidade de captação de luz (Ouyang, et al 2020). Apesar de pequena a

variação, Ouyang, et al 2020, encontraram redução no comprimento da raiz de cultivares de trigo, sendo pouco sensível ao déficit hídrico.

**Tabela 2-** Valores médios das variáveis de produtividade de grãos (PROD), altura de planta (AP) e peso hectolitro (PH) para cinco cultivares, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.

		<b>PRODUTIVIDADE DE GRÃOS (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
		<b>ORSFeroz</b>	<b>ORSGuardião</b>	<b>ORSSenna</b>	<b>ORSAbsoluto</b>	<b>ORS1403</b>
<b>Inverno</b>	<b>200</b>	4310,33 aA	3770,46 abA	3523,33 bA	3392,90 bA	1580,56 cA
<b>Inverno</b>	<b>300</b>	3407,56 bcA	4334,96 aA	3933,00 abA	3538,90 bcA	3024,70 cA
<b>Inverno</b>	<b>400</b>	3428,43 bA	4458,70 aA	4215,93 aA	2931,46 bcA	2728,96 cA
<b>Inverno</b>	<b>500</b>	3276,76 bA	3742,70 abA	4019,60 aA	4243,56 aA	3320,00 bA
<b>Verão</b>	<b>200</b>	1918,26 aB	1531,53 aB	1907,46 aB	1968,53 aB	1454,76 aA
<b>Verão</b>	<b>300</b>	1771,13 aB	1267,03 aB	1749,73 aB	1476,33 aB	1487,93 aB
<b>Verão</b>	<b>400</b>	1909,10 aB	1610,46 aB	1527,00 aB	1650,90 aB	1710,60 aB
<b>Verão</b>	<b>500</b>	1642,43 abB	1633,76 abB	1585,56 abB	1235,43 bB	1845,53 aB
		<b>ALTURA DE PLANTAS (cm)</b>				
<b>Inverno</b>	<b>200</b>	75,43 aA	83,11 abA	86,33 bA	89,80 bcA	96,90 cA
<b>Inverno</b>	<b>300</b>	86,46 bA	72,46 aB	75,10 aB	86,13 bB	96,66 cA
<b>Inverno</b>	<b>400</b>	82,20 bA	72,56 aB	72,23 aB	91,33 bcA	96,43 cA
<b>Inverno</b>	<b>500</b>	83,66 aA	84,53 aA	80,10 aB	87,56 aA	103,00 bA
<b>Verão</b>	<b>200</b>	71,76 aA	73,33 aB	74,76 aB	73,10 aB	90,53 bA
<b>Verão</b>	<b>300</b>	69,10 aB	87,66 bcA	86,46 bA	96,86 cA	89,43 bcB
<b>Verão</b>	<b>400</b>	74,86 aB	87,43 bA	80,10 abB	85,86 bA	81,23 abB
<b>Verão</b>	<b>500</b>	69,33 aB	79,66 bcA	89,10 dA	75,33 abB	86,43 cdB
		<b>PESO HECTOLITRO (kg volume de 100L<sup>-1</sup>)</b>				
<b>Inverno</b>	<b>200</b>	73,16 aA	72,40 aA	71,10 aA	70,36 aA	72,76 aA
<b>Inverno</b>	<b>300</b>	72,13 aA	71,33 aA	71,76 aA	69,70 aA	70,93 aA
<b>Inverno</b>	<b>400</b>	69,23 bA	73,30 aA	72,30 abA	71,53 abA	69,13 bA
<b>Inverno</b>	<b>500</b>	72,30 aA	74,06 aA	71,50 abA	68,73 bA	74,60 aA
<b>Verão</b>	<b>200</b>	71,70 aA	66,86 bB	68,26 abB	63,06 cB	71,23 aA
<b>Verão</b>	<b>300</b>	71,96 aA	69,83 aA	70,40 aA	69,53 aA	70,80 aA
<b>Verão</b>	<b>400</b>	71,20 aA	71,20 aA	67,50 bB	66,40 bB	68,10 abA
<b>Verão</b>	<b>500</b>	64,13 bB	64,70 bB	71,00 aA	69,66 aA	68,50 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna sob efeito de cultivar e densidade dentro da estação, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5%.

Para a variável AP as cultivares mostraram-se significativos em todos os níveis de densidade, para as duas épocas de cultivo, com exceção da época de verão, densidade 200 (Tabela 2). A cultura do trigo tem histórico de ser susceptível ao acamamento das plantas, assim, para os programas de melhoramento são requeridos menores valores de altura de planta, contudo outras variáveis devem ser correlacionadas (KAVALCO, 2014; CHAVARRIA, et al. 2015). Observamos uma

variação de altura nos níveis de densidade e cultivar. As cultivares apresentaram menores valores de altura de planta, na época de verão, na maioria das densidades. Em todas as interações cultivares dentro de época e densidade, tivemos resultados significativos.

A cultivar ORS Feroz apresentou menor valor de altura de planta, para a época de inverno, na densidade 200, já na época de verão os menores valores foram observados nas cultivares ORS Feroz, ORS Guardiã, ORS Senna e ORS Absoluto. Para a densidade 300 e 400, tivemos menores valores para as cultivares ORS Guardiã e ORS Senna e para o ORS Feroz, nas épocas de inverno e verão, respectivamente. Para a densidade 500, observamos menores valores médios para as cultivares ORS Feroz, ORS Guardiã, ORS Senna e ORS Absoluto e para o ORS Feroz, nas épocas de inverno e verão, respectivamente. A cultivar ORS 1403 apresentou os maiores valores de AP, de modo geral, com valores acima de 90 cm. Mostrando-se uma cultivar com propensão ao acamamento de planta, ao contrário do ORS Feroz, que apresentou valores entre 69 e 86 (Tabela 2).

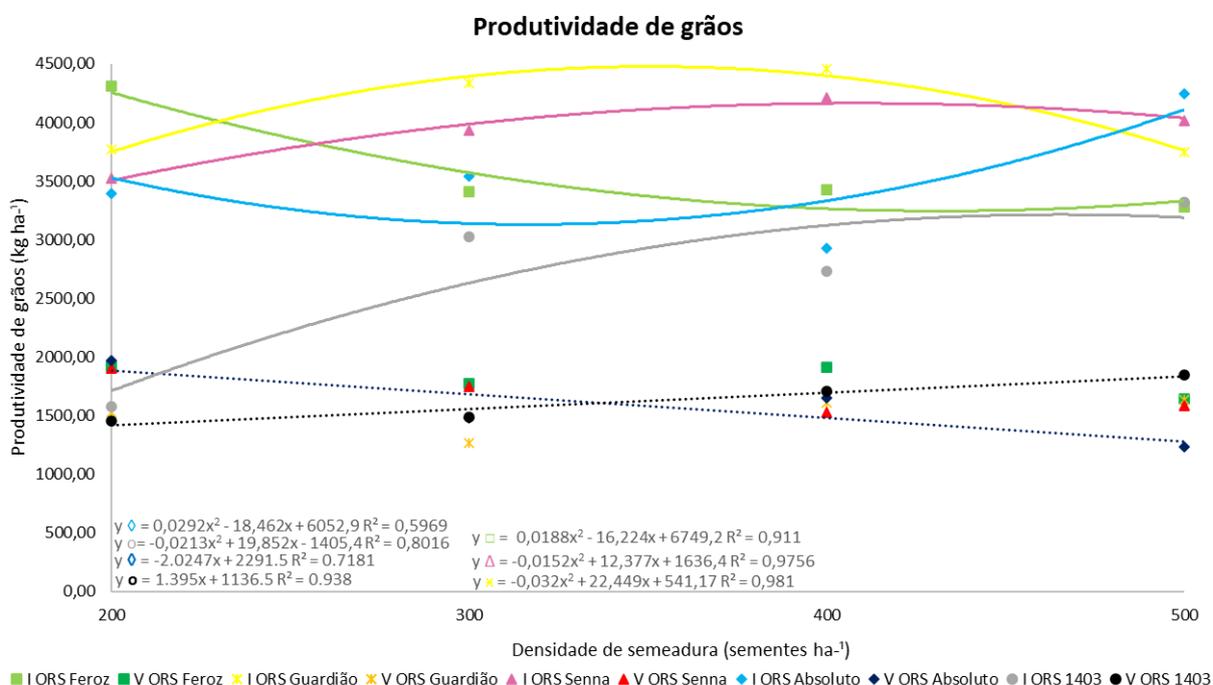
Com o aumento da aplicação cada vez mais altas de doses de nitrogênio na cultura do trigo, as cultivares apresentando resistência ao acamamento se tornam mais desejáveis. Nesse trabalho a cultivar ORS 1403 apresentando maiores altura, teve uma pequena parte da parcela acamada ao fim do ciclo produtivo. O efeito ocorreu devido ao volume pluviométrico ocorrido no fim do enchimento dos grãos, na época de inverno. Prando et al., (2013), observaram o mesmo efeito de acamamento das plantas ao final do ciclo produtivo, testando diferentes fontes e doses de nitrogênio.

Para a variável PH, importante fator de definição de qualidade na cultura do trigo, observamos pouca variância significativa de cultivar dentro de época e densidade. Apresentando maiores valores médios, a época de inverno sobressaiu à época de verão em grande maioria nas interações com cultivar e densidade. Para cultivar dentro de época e densidade, na densidade 200, não houve diferença significativa na época de inverno. No entanto, ORS Feroz e ORS 1403 foram superiores aos demais na época de verão (Tabela 2).

Para a densidade 300, não teve diferença em nenhuma das épocas. A cultivar ORS Guardiã e as cultivares ORS Feroz e ORS Guardiã, foram superiores aos demais, na densidade 400, respectivamente para as épocas de inverno e verão. Já na densidade 500, tivemos um maior valor médio para as cultivares ORS Feroz, ORS

Guardião e ORS 1403 e para as cultivares ORS Senna, ORS Absoluto e ORS 1403, respectivamente para as épocas de inverno e verão.

A Figura 2 apresenta a curva de regressão do efeito de densidade dentro de época e cultivar para a variável PROD. A curva de tendência ajustou-se e foi significativa no modelo quadrático polinomial, para todas as cultivares na época de inverno. As cultivares tiveram respostas diferentes frente a variação de densidades e épocas. Houve ausência de significância para as cultivares ORS Feroz, ORS Guardião e ORS Senna, na época de verão, conferindo diferença significativa para as cultivares ORS Guardião e ORS 1403, ajustado a um modelo linear. As cultivares ORS Feroz, ORS Guardião e ORS Senna ajustaram bem ao modelo quadrático, com altos valores de  $R^2$ . As cultivares ORS Guardião, ORS Senna e ORS 1403, na época de inverno, apresentaram valores crescentes à medida que se aumenta a densidade de sementeira, com posterior queda na maior densidade testada. Já as cultivares ORS Feroz e ORS Absoluto, apresentaram comportamento contrários, com a concavidade da curva voltada para cima, mostrando os maiores valores nas densidades de 200 e 500 sementes por  $m^2$ .



**Figura 2-** Produtividade de grãos para cinco cultivares de trigo, quatro densidades de sementeira e duas épocas de cultivo.

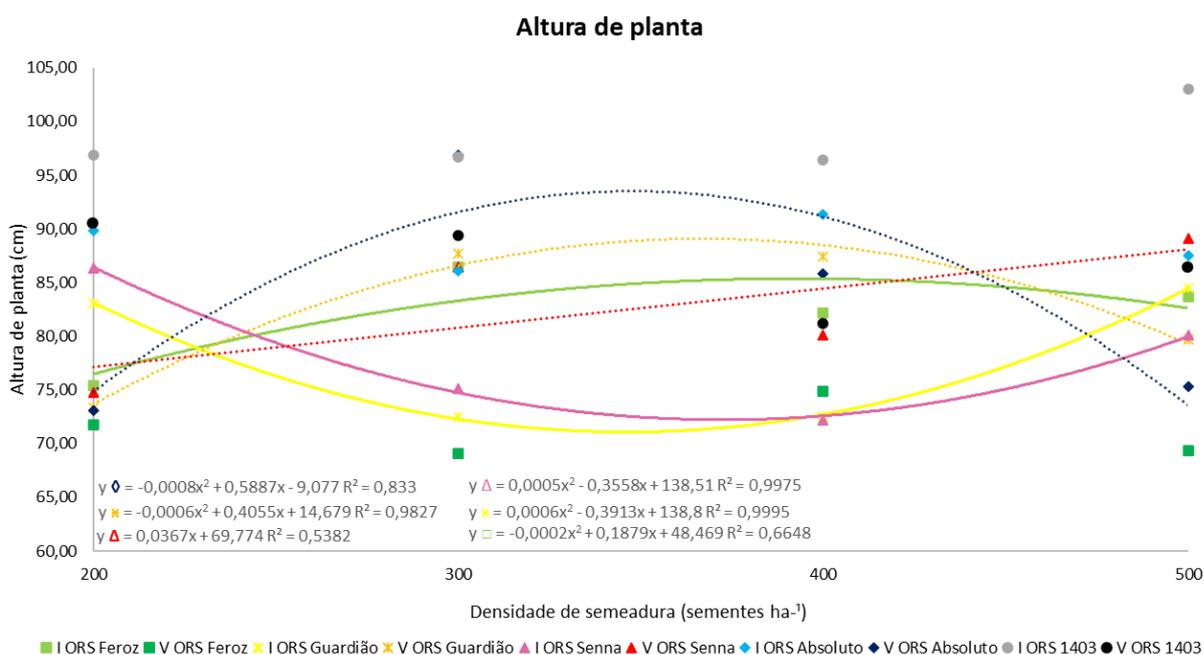
Para a variável AP, observa-se altos valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ), indicando um bom ajuste da curva (Figura 3). As curvas se ajustaram ao modelo

quadrático polinomial e linear. As cultivares ORS Feroz, ORS Guardião e ORS Absoluto, apresentaram as curvas com a concavidade voltada para baixo, indicando maiores valores de AP nas densidades intermediárias. Para as cultivares ORS Senna e ORS Guardião, as curvas com a concavidade voltada para cima, indicando os maiores valores nas densidades intermediárias.

As cultivares de trigo podem apresentar comportamento diferentes frente a variação de densidade, visto que essa espécie tem cultivares com diferentes capacidades de afilhamento. Valério et al. (2009) encontraram altos valores ( $4.805 \text{ kg ha}^{-1}$ ) de produtividade de grãos na densidade de semeadura de 256 sementes  $\text{m}^2$ , o resultado que vai de encontro aos apresentados nesse trabalho, com valores acima de  $4.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Esses resultados podem estar relacionados a alta capacidade de afilhamento em menores densidades. Assim a capacidade de afilhamento pode ter efeito direto na PROD e na AP, fazendo com que algumas cultivares apresentem melhores resultados em menores densidades de semeadura. Isso ocorre devido a sua capacidade de produção de uma copa com elevados níveis de absorção de radiação (Valério et al., 2009; Shang et al., 2021), além de manter uma compensação produtiva, por apresentar um número semelhante de espigas por área.

A altura da planta de trigo é influenciada por fatores ambientais e genéticos, tendo influência na produtividade de grãos da cultura (NAVEED, et al., 2014). Farooq et al., (2016) testando diferentes épocas de cultivo e densidade de semeadura de trigo de primavera, encontraram valores de AP semelhantes aos encontrados nesse trabalho. Obtendo maiores valores nas menores densidades, no cultivo de primavera. Esses resultados vão de encontro aos encontrados por Iqbal et al. (2012), que encontraram valores significativos de altura de planta com variação da densidade de semeadura, estudando o efeito da densidade de semeadura e níveis de nitrogênio no rendimento e componentes de rendimento do trigo.

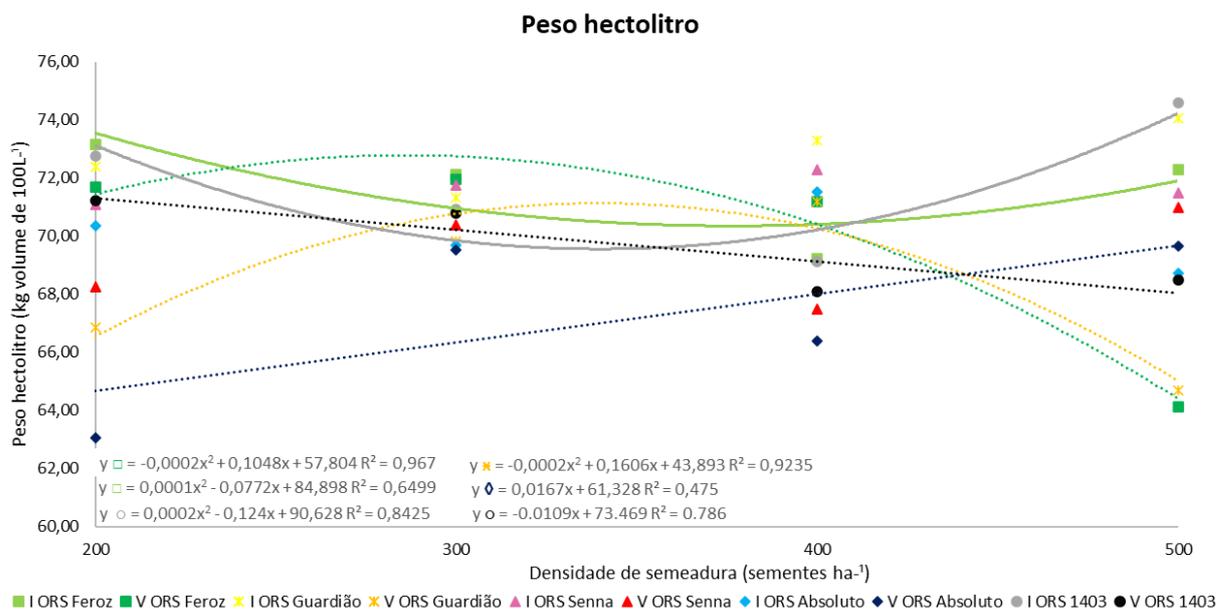
O aumento da densidade de semeadura e a uniformidade de cultivo na cultura do trigo diminui a incidência de plantas daninhas (OLSEN et al., 2012). Sugere-se mais trabalhos com efeito de densidades abaixo dos apresentados nesse trabalho, avaliando a capacidade de afilhamento das cultivares.



**Figura 3-** Altura de plantas para cinco cultivares de trigo, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.

O PH (Figura 4) é um bom indicador de qualidade de farinha, tanto para os moinhos, quanto para o triticultor, variável de fácil mensuração (GUARIENTI, 1996). Para a variável PH, as curvas se ajustaram ao modelo quadrático polinomial para as cultivares ORS Feroz, ORS Guardião e ORS 1403, para as épocas de inverno e verão. Na época de inverno, as cultivares ORS Feroz e ORS 1403, apresentaram os maiores valores nas densidades 200 e 500, representados por uma curva com concavidade voltada para cima. Na época de verão, as cultivares ORS Feroz e ORS Guardião, apresentaram as curvas adequadas ao modelo quadrático polinomial, com concavidade voltada para baixo, tendo assim os maiores valores nas densidades de 300 e 400. As cultivares ORS Absoluto e ORS 1403, foram ajustadas ao modelo linear, o primeiro segue a tendência do aumento da densidade, já o segundo tem comportamento contrário, tendo os maiores valores na menor densidade, com decréscimo linear. As cultivares ORS Feroz e ORS Guardião, na época de verão, apresentaram maiores valores de  $R^2$ , indicando um bom ajuste a curva apresentada.

A qualidade do grão de trigo, tem efeito positivo para uma maior densidade de semeadura, devido ao maior número de filhos primários por metro quadrado, produzindo grãos com maior peso e tamanho. Enquanto os filhos secundários delongam a formação e maturação dos grãos (ZECEVIC et al., 2014).

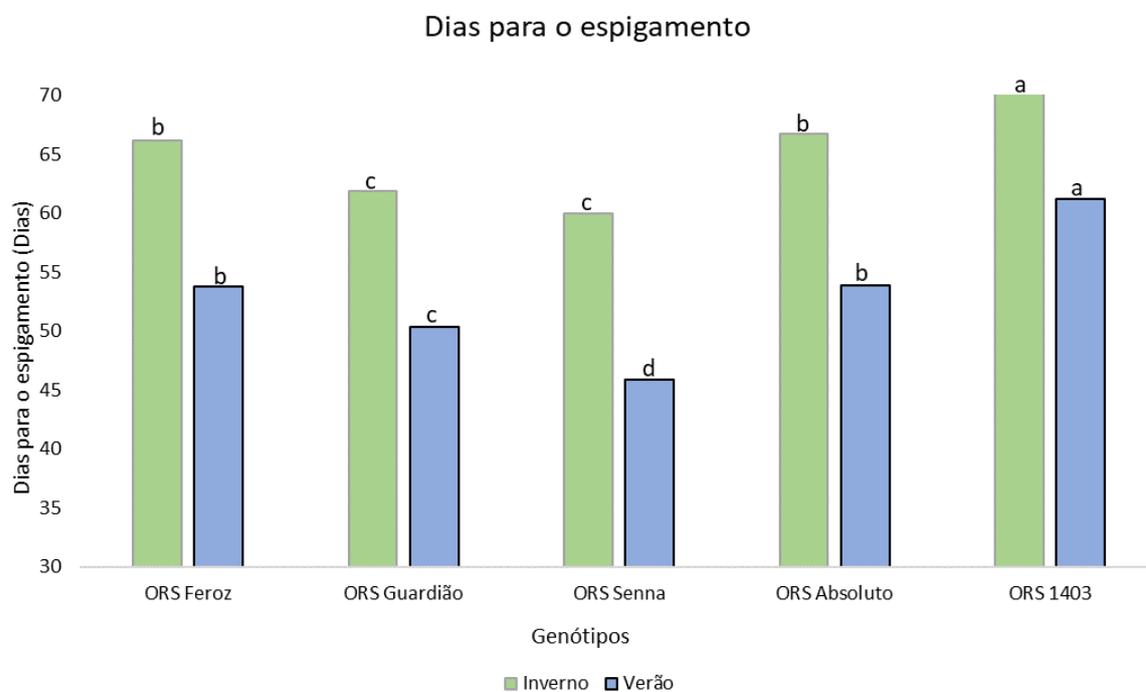


**Figura 4-** Peso hectolitro para cinco cultivares de trigo, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.

Dias para o florescimento, é uma variável que mede o ciclo produtivo da cultura do trigo, sendo assim, buscamos alcançar menores valores para essa variável. Para a variável ESPIG, observou significância somente no efeito de época dentro de cultivar (Figura 5). Todos as cultivares necessitaram de menos dias para o florescimento na época de verão, visto que é uma época com temperaturas mais alta, assim as cultivares normalmente aceleraram o ciclo de cultivo nessas condições. O comportamento das cultivares foi igual para as duas épocas de cultivo, tendo a cultivar ORS Senna com menor valor de ESPIG, na época de verão, diferindo dos demais. Já na época de verão as cultivares ORS Senna e ORS Guardião, obtiveram menores valores de ESPIG, mas não diferindo entre si. As cultivares ORS Feroz e ORS Absoluto, não diferiram entre si em nenhuma das épocas e a cultivar ORS 1403 obteve maior valor de ESPIG em ambas as épocas, diferindo de todas as demais cultivares.

O trigo é uma importante cultura de inverno, que vem sendo utilizada na rotação de cultura com as principais culturas do país. Esforços são feitos para a redução do ciclo produtivo da cultura do trigo, com intuito de usar como rotação de cultura, principalmente no Brasil-Central, sem prejudicar a época de cultivo e colheita das culturas principais (OLIVEIRA et al., 2011; PASINATO, 2017). Segundo dados da OR sementes, a cultivar ORS 1403 é definida como sendo de ciclo médio, enquanto as cultivares ORS Guardião, ORS Feroz e ORS Absoluto são definidas como cultivares de ciclo precoce e a ORS Senna é definida como cultivar hiper precoce. O

comportamento de dias para o espigamento das cultivares vão de encontro ao definido pela empresa de melhoramento. Ausência de variação do ciclo frente as diferentes densidades de semeadura e época de cultivo.



**Figura 5-** Valores médios de dias até o espigamento para cinco cultivares de trigo e duas épocas de cultivo.

A Tabela 3 mostra a análise de correlação de Pearson das cultivares, frente a densidade de semeadura. A correlação é tida como o grau de associação entre duas variáveis (RESENDE et al., 2014). Assim foi tomado como base  $r \geq 0,70$  como sendo um valor mínimo de correlação entre duas variáveis.

O valor da associação entre duas variáveis, chamado de correlação, pode variar de -1 a 1, sendo que quanto mais próximo dos extremos, maior é a correlação entre as duas variáveis (RESENDE et al., 2014). Entre as variáveis PROD X AP, PROD X ESPIG e AP X ESPIG, os coeficientes de correlação apresentados foram -0,77, -0,76 e 0,83, respectivamente. As demais variáveis mostraram-se independentes ou com correlação de baixo valor.

A correlação negativa indica que a produtividade de grãos é inversamente proporcional às variáveis AP e ESPIG. Ou seja, quando se reduz os valores de AP e ESPIG tende a aumentar os valores de PROD. Assim podemos dizer que as variáveis AP e ESPIG são as variáveis que conferem maior produtividade de grãos as cultivares testados. Uma menor altura de plantas além de possuir menor propensão ao

acumulação, ainda pode destinar mais recursos para a produção de grãos. O mesmo podemos destacar para a variável ESPIG, visto que essa possui forte correlação (0,83) com a AP.

A variável PH apresentou baixa correlação com todas as variáveis testadas, por ser uma variável qualitativa, enquanto as demais são variáveis quantitativas.

**Tabela 3-** Correlação de Pearson entre produtividade de grãos (PROD), altura de plantas (AP), peso hectolitro (PH) e dias para o espigamento (ESPIG).

	PROD	AP	PH	ESPIG
PROD	1,00			
AP	-0,77*	1,00		
PH	0,06	-0,09	1,00	
ESPIG	-0,76*	0,83*	-0,25*	1,00

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito da cultivar e combinações de espaçamento sobre a histometria do limbo foi avaliada. Nesta abordagem, a porção do terço médio da folha bandeira de cinco cultivares de trigo, submetidos a quatro densidades de semeadura, foi amostrada e utilizada para o preparo das lâminas histológicas.

A plasticidade fenotípica pode ser entendida como a capacidade das plantas produzirem cultivares diferentes, frente a mudanças nas condições ambientais e de cultivo. Uma resposta ambiental no fenótipo, sem a ação de vários genótipos (BRADSHAW, 1965; STENCEL et al., 2016). Os efeitos fenotípicos que podem ser observados, principalmente em folha, frente as mudanças ambientais, estão ligadas a necessidade de sobrevivência da planta.

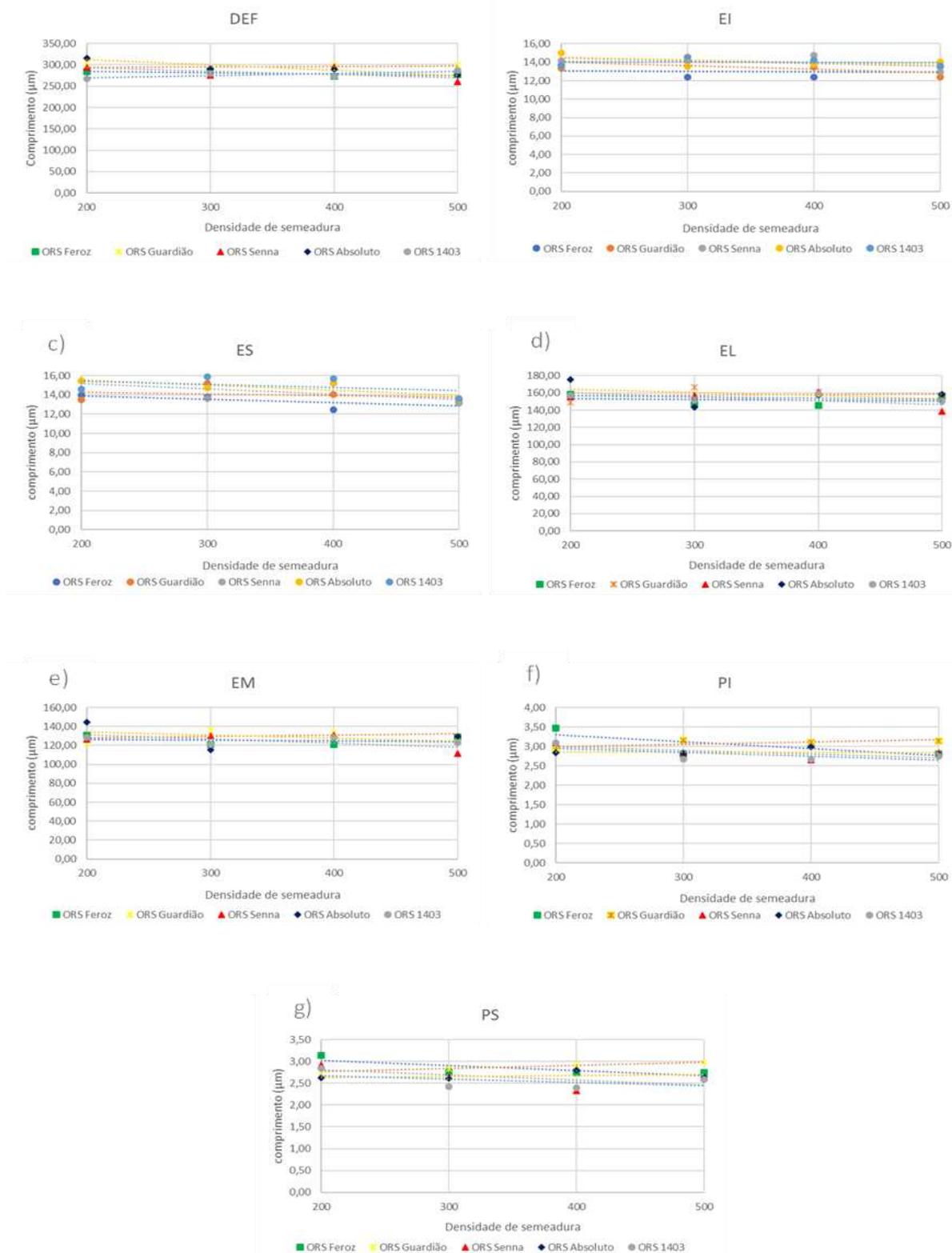
**Tabela 4-** Análise de variância e quadrado médio das variáveis distância entre feixes vasculares (DEF), espessura da epiderme nas faces inferiores (EI), espessura da epiderme nas faces superiores (ES), espessura do limbo foliar (EL), espessura do mesofilo (EM), espessura da parede da face da epiderme inferior (PI) e espessura da parede da face da epiderme superior (PS) para cinco cultivares, quatro densidades de semeadura e duas épocas de cultivo.

QUADRADO MÉDIO								
		4X			10X		20X	
	GL	DEF	EI	ES	EL	EM	PI	PS
<b>CULTIVAR</b>	<b>4</b>	873,26 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>	5,44 <sup>ns</sup>	99,44 <sup>ns</sup>	78,4 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
<b>DENSIDADE</b>	<b>3</b>	487,81 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	3,92 <sup>ns</sup>	181,46 <sup>ns</sup>	143,75 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
<b>CULT*DEN</b>	<b>12</b>	466,97 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	251,81 <sup>ns</sup>	200,97 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>
<b>BLOCO</b>	<b>2</b>	411,59	5,56	0,20	14,17	52,12	0,86	0,61
<b>CV%</b>		8,30	9,64	12,59	10,28	11,71	16,06	14,99
<b>MÉDIA</b>		285,20	13,70	14,34	155,23	126,94	2,96	2,75

ns - fonte de variação não significativo. CULT = cultivar. DEN = densidade. CV% = coeficiente de variação. GL = graus de liberdade. 4X = avaliação feita na objetiva de quatro vezes. 10X = avaliação feita na objetiva de dez vezes. 20X = avaliação feita na objetiva de vinte vezes.

A Tabela 4 mostra que os resultados são iguais, ou seja, não diferem entre si, na interação cultivar x densidade, para todas as variáveis. O desdobramento da cultivar e densidade também não apresentou efeito significativo para as variáveis testadas. Isso indica que a variação da densidade de semeadura não altera as características avaliadas para nenhum dos cinco cultivares, ou que não há variabilidade dentro de cultivares para as características avaliadas. A variação da plasticidade fenotípica é considerada baixa, quando a espécie está em estresse ambiental (HOFFMANN e PARSONS, 1996).

A Figura 6 ilustra os resultados da histometria do limbo foliar em diferentes espaçamentos. Os valores médios foram de 285,20; 13,70; 14,34; 155,23; 126,94; 2,96 e 2,75, para distância entre feixes vasculares (DEF), espessura da epiderme nas faces inferiores (EI), espessura da epiderme nas faces superiores (ES), folha espessura da lâmina (EL), espessura do mesofilo (EM), espessura da parede da face da epiderme inferior (PI) e espessura da parede da face da epiderme superior (PS), respectivamente.



**Figura 6-** Análise de regressão das variáveis a) distância entre feixes vasculares (DEF), b) espessura da epiderme nas faces inferiores (EI), c) espessura da epiderme nas faces superiores (ES), d) folha espessura da lâmina (EL), e) espessura do mesofilo (EM), f) espessura da parede da face da epiderme inferior (PI) e g) espessura da parede da face da epiderme superior (PS) sob cinco cultivares e quatro densidades de sementeira de trigo.

A ausência de significância para as variáveis histológicas, pode estar associado ao grau de parentesco entre as cultivares analisadas, visto que a escolha e seleção dos genitores, é feito de acordo com as características desejáveis. Segundo Bradshaw (1965) o genótipo é responsável pela expressão da plasticidade fenotípica das espécies, visto que as espécies se mostram diferentes respostas de plasticidade, frente a mesma variável ambiental.

Analisando a descendência das cultivares analisadas no presente trabalho, identificamos cultivares com traços parentais, o que justifica a ausência de significância frente a variação da densidade de semeadura. A cultivar ORS Feroz, foi obtido a partir do cruzamento da cultivar ORS 1403 com a linhagem IOR 351711. ORS Guardiã foi obtido através do cruzamento da linhagem ORL 160312 com a IOR 351711. ORS SENNA é resultado do cruzamento entre as linhagens ORL 160245 com IOR 351710 (EMBRAPA, 2022). Sendo assim, as cultivares podem está carregando os mesmos genes responsáveis pelas características avaliadas. As cultivares ORS Feroz e ORS Guardiã, possuem a mesma linhagem IOR 351711 como um dos pais. Assim, as cultivares podem ter comportamentos semelhantes frente as mudanças causadas pela variação de densidade. Assim as características anatômicas podem ter sido escolhidas indiretamente, pela escolha dos pais ou por estarem ligadas a uma característica de interesse.

## **5. CONCLUSÕES**

A densidade de semeadura pode ser considerada um fator modulador da produtividade de grãos em trigo.

Melhores resultados de produtividade de grãos, altura de planta e peso hectolitro das cultivares, podem ser obtidos pelo ajuste da época de cultivo e densidade de semeadura.

As cultivares tiveram diferentes respostas aos níveis de densidade e a época de cultivo. Mostrando maiores resultados na época de inverno.

As variáveis que mais se correlacionam, são produtividade de grãos, altura de planta e dias para o espigamento.

As variáveis anatômicas não sofreram efeito significativo da densidade de semeadura.

Considerando as condições de Viçosa mg, a safra de inverno, e a cultivar ORS guardião na densidade de 400 apresentam os melhores resultados, de produtividades. Importante insight para o planejamento do plantio de trigo na região estudada.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, E. P. et al. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 65, p. 575-582, 2006.

BARBIERI, M. et al. Ensaio sobre a bioatividade do solo sob plantio direto em sucessão e rotação de culturas de inverno e verão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 122-134, 2019.

BASTOS, L. M. et al. Winter wheat yield response to plant density as a function of yield environment and tillering potential: A review and field studies. **Frontiers in plant science**, p. 54, 2020.

BREZOLIN, A. P. et al. Predição do Rendimento de grãos frente as doses e épocas do fornecimento de nitrogênio no sistema soja/trigo. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 5, n. 1, 2017.

BRADSHAW, A.D. **Evolutionary significance of phenotypic plasticity. Advances in Genetics**, v. 13, p. 115-153, 1965.

Camargo, M.A.B. 2009. **Características estomáticas em espécies arbóreas da Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 52 pp.

CHAVARRIA, G. et al. Regulador de crescimento em plantas de trigo: reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de grãos. **Revista Ceres**, v. 62, p. 583-588, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Portal de Informações Agropecuárias**. 2022. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-estimativa-de-evolucao-graos>> Acesso em 20 de outubro de 2022.

CONDÉ, A. B. T. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo sob cultivo de sequeiro em minas gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, 2010. EMBRAPA. **Informações técnicas para trigo e triticale: safra 2022**. 2022. Disponível em: <<https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/informacoes-tecnicas-para-trigo-e-triticale--safra-2022-1649081250.pdf>> Acesso em 20 de novembro, 2022.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Crops and livestock products, 2020. Disponível In:

<<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em 04 de outubro de 2022.

FAROOQ, U. et al. Impact of sowing time and seeding density on grain yield of wheat variety Gomal-08. **Asian Journal of Agriculture and Biology**, v. 2, p. 38-44, 2016.

FIOREZE, S. L. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de trigo para safrinha no Planalto de Santa Catarina, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 2, p. 188-196, 2020.

GUARIENTI, E. M. Qualidade industrial de trigo. **Embrapa**. 2ª ed. Passo Fundo, 1996, 38p.

GUARIENTI, E. M. et al. Classificação comercial das cultivares de trigo da Embrapa indicadas para a região homogênea de adaptação de cultivares de trigo 4-São Paulo, Mato Grosso Do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Bahia, em 2012. **Embrapa**, Dourados, 2011.

HANSON, H.; BORLAUG, N. E.; ANDERSON, R. G. Wheat in the third world. **Routledge**, 1ª ed. New York, 1982, 194p.

HOFFMANN, A. A.; PARSONS, P.A. **Evolutionary genetics and environmental stress**. 2ª ed. New York: Oxford University Press. 1996. 296 p.

HOJO, E. T. D. et al. Época e densidade de plantio de trigo mourisco em Cascavel. **Revista Cultivando o Saber**, p. 37-45, 2021.

IQBAL, J. et al. Effect of seeding rates and nitrogen levels on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, n. 7, p. 531-536, 2012.

JAENISCH, B. R. et al. Plant population and fungicide economically reduced winter wheat yield gap in Kansas. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 2, p. 650-665, 2019.

JOHANSEN, Donald Alexander et al. Plant microtechnique. **Plant microtechnique**, n. First Ed, 1940.

KAVALCO, S. A. F., et al. Análise de trilha em genótipos de trigo seguros ao estresse por encantamento. **Semina: ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1683-1696, 2014.

KORCELSKI, C. **Cultivo do trigo duplo propósito em sistemas silvipastoris**. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Agricultura e Ambiente) Universidade Federal de Santa Maria - Frederico Westphalen, 98p. 2016.

KUHNEM, P. et al. Informações técnicas para trigo e triticales. **Embrapa**, Passo Fundo, 2020.

LARBI, A. et al. Canopy light heterogeneity drives leaf anatomical, eco-physiological, and photosynthetic changes in olive trees grown in a high-density plantation. **Photosynthesis Research**, v. 123, n. 2, p. 141-155, 2015.

LOLLATO, R. P. et al. Agronomic practices for reducing wheat yield gaps: a quantitative appraisal of progressive producers. **Crop Science**, v. 59, n. 1, p. 333-350, 2019.

LUKASZEWSKI, A. J. et al. A chromosome-based draft sequence of the hexaploid bread wheat (*Triticum aestivum* L.) **genome**. **Science**, v. 345, n. 6194, p. 1251788, 2014.

MORI, C. et al. Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde, Brasília, DF: **Embrapa**, 2016.

NAVEED, K. et al. Effect of different seeding rates on yield attributes of dual-purpose wheat. **Sarhad journal of agriculture**, v. 30, n. 1, 2014.

NEUMANN, K. et al. The yield gap of global grain production: A spatial analysis. **Agricultural systems**, v. 103, n. 5, p. 316-326, 2010.

O'BRIEN, T. P., FEDER, N., & MCCULLY, M. E. (1964). Polychromatic staining of plant cell walls by toluidineblue. **Protoplasma**, 59(2),368-373.

OLIVEIRA, D. M. de et al. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia**, v. 70, p. 25-32, 2011.

OLSEN, J. M. et al. How important are crop spatial pattern and density for weed suppression by spring wheat?. **Weed Science**, v. 60, n. 3, p. 501-509, 2012.

Organização das Nações Unidas (ONU). **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/83427-populacao-mundial-deve-chegar-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu>>. Acesso em 27 de agosto de 2022.

PASINATO, A. Potencialidades e limitações para a expansão do cultivo de trigo sequeiro no bioma cerrado do Brasil Central. **Embrapa Trigo-Tese/dissertação (ALICE)**, 2017.

PRANDO, A. M. et al. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 34-41, 2013.

R Core Team (2021) R: a language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna**. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em 20 de maio de 2022.

RESENDE, M. D.; SILVA, F. E. & AZEVEDO, C. F. **Estatística matemática, biométrica e computacional: Modelos mistos, multivariados, categóricos e generalizados (REML/BLUP), inferência bayesiana, regressão aleatória, seleção genômica, QTL-GWAS, estatística espacial e temporal, competição, sobrevivência**. Suprema, Viçosa: UFV, 2014, 881p.

RODRIGUES, A. C., AMANO, É., & DE ALMEIDA, S. L. **Anatomia vegetal. CED/LANTEC/UFSC**. Florianópolis, 152p. 2015.

SCHEEREN, P. L. et al. Melhoramento de trigo no Brasil, **Embrapa trigo**. 2011.

SCHEUER, P. M. et al. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SHANG, Q. et al. Genetic, hormonal, and environmental control of tillering in wheat. **The Crop Journal**, v. 9, n. 5, p. 986-991, 2021.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. (1965). «An analysis of variance test for normality (complete samples)». *Biometrika*. 52 (3–4): 591–611.

SILVA, D. B. et al. Trigo para o abastecimento familiar: do plantio à mesa (1996). Brasília: **Embrapa –SPI**, 14p.

SILVA, E. A. **A cultura do trigo em Minas Gerais**. A cultura do trigo. 2017. SILVA, Leila Picolli da. **Composição química de trigo e de aveia e efeito dos teores e proporções de fibra alimentar sobre a resposta biológica de frangos de corte e ratos**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre. 209p. 2002.

SILVA, S. R. Plantio na hora certa reduz perdas de produtividade no trigo. **Embrapa Trigo**, Artigo em periódico indexado (ALICE). 2018.

SOUZA, M. A. Trigo Irrigado no Brasil central: realidade e perspectiva. **Revista da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem**, Rio Grande do Sul, n. 81, p. 26, 2009.

STENCEL, M. A. et al. Plasticidade Fenotípico-Vegetativa de *Oeceoclades maculata* (LINDL.) LINDL.(ORCHIDACEAE) Em Dois Ambientes de Área Florestada. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 3, p. 635-655, 2016.

VALÉRIO, I. P. et al. Seeding density in wheat: the more, the merrier?. **Scientia Agricola**, v. 70, p. 176-184, 2013.

VALÉRIO, I. P. et al. Densidade de semeadura de genótipos de trigo em função do potencial de afilhamento. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 28-39, 2009.

VALÉRIO, I. P. et al. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 319-326, 2008.

WESENDONCK, W. R. et al. Valor nutricional e energia metabolizável de subprodutos do trigo utilizados para alimentação de suínos em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 203-210, 2013.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v.14, p.415-421, 1974.

ZECEVIC, V. et al. Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. **Chilean journal of agricultural research**, v. 74, n. 1, p. 23-28, 2014.

ZHU, S. Y. et al. Screening optimum population density in response to soil water availability in dryland wheat: From laboratory to field. **Agricultural Water Management**, v. 257, p. 107147, 2021.