

DESAFIOS PARA TESTAR A PLASTICIDADE FENOTÍPICA DE BOLDO MIRIM (*PLECTRANTHUS NEOCHILUS* SCHLTR.): DA PESQUISA AO ENSINO

Helena Roland Rodrigues Lima¹; Gabriel Araujo Soares²; Sueli Soares de Sá Mancebo³; Luana Vieira Campos⁴, Neuza Rejane Wille Lima⁵

¹ ProPET Biofronteiras, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. e-mail: helenarlima1995@gmail.com

² ProPET Biofronteiras, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. e-mail: gaasodre@gmail.com

³ Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. sueli.uff@gmail.com

⁴ IProPET Biofronteiras, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. rejane_lima@id.uff.br

⁵ ProPET Biofronteiras, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. rejane_lima@id.uff.br

Resumo

A aproximação entre a pesquisa em ensino de Ciências e o ensino de Ciências se faz necessária para que se possa refletir de forma satisfatória sobre a prática docente – o que é feito através de divulgação e debates dos resultados de pesquisas. O presente artigo relata o desafio proposto a uma estudante que cursará a Licenciatura em Ciências Biológicas, em 2019. Esse desafio envolveu utilizar dados de pesquisa sobre a plasticidade fenotípica de *Plectranthus neochilus* Schltr. para aprender a tabular, confeccionar gráficos, compreender testes de hipótese nula, realizar teste estatístico e propor aulas sobre o tema em questão para universitários de áreas das ciências ambientais. O objetivo é relatar os caminhos trilhados pela estudante para viabilizar o ensino do tema. A partir do recebimento dos dados, a estudante optou por fazer os gráficos com os dados brutos sob a forma de barras, utilizando o programa *Microsoft Excel*. Foi relatado a estudante que existiam 27 hipóteses nulas a serem testadas a partir dos resultados obtidos para três análises morfológicas (altura, distância entrenós, área foliar) de *P. neochilus* que expressou plasticidade fenotípica frente a oito condições experimentais abióticas relativas à intensidade de luz solar e dois tipos de solo quanto aos adubos. O programa estatístico escolhido pela estudante foi o *Past UiO*. Vinte e cinco hipóteses nulas foram rejeitadas. A proposta aprovada foi aplicar percurso semelhante com os estudantes-alvo, solicitando que eles utilizem dois tipos de gráficos, elaborar as hipóteses e que eles explicar o método estatístico indicado (*Kruskal Whallis test*).

Palavras-chave: ensino de ciências, ensino-aprendizagem, teste estatístico.

Introdução

É necessária a aproximação entre a pesquisa em ensino de Ciências e o ensino de Ciências para que se possa refletir de forma satisfatória sobre a prática docente, por meio de divulgação e debates dos resultados obtidos por pesquisas (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2000).

A partir do ensino médio é importante desenvolver competências para (re)conhecer e utilizar conhecimentos estatísticos (LOPES, 2008).

Segundo esse Lopes, o ensino de estatística:

... permite aos alunos uma sólida base para desenvolverem estudos futuros e atuarem em áreas científicas como a Biologia e as Ciências Sociais. Além

disso, ao considerarmos o mundo em rápida mudança como o que estamos vivendo, é imprescindível o conhecimento da probabilidade de ocorrência de acontecimentos para agilizarmos a tomada de decisão e fazermos previsões. Por termos vivenciado algumas situações de pesquisa e orientação de professores, no que se refere ao ensino da estatística e da probabilidade na educação infantil, no ensino fundamental e no ensino médio, consideramos mais amplamente as contribuições do estudo desses temas à formação do aluno. Verificamos o objetivo de desenvolvermos a capacidade de crítica e a autonomia desse aluno para que exerça plenamente sua cidadania, ampliando suas possibilidades de êxito na vida pessoal e profissional. Não estamos dizendo com isso que apenas o estudo desses temas seja suficiente, mas sem dúvida permite ao estudante desenvolver habilidades essenciais, como análise crítica e argumentação. Tais assuntos são tão importantes no currículo de matemática da educação básica quanto o estudo da geometria, da álgebra ou da aritmética que, trabalhadas significativamente, também contribuem para essa formação. (LOPES, 2008, p. 60).

Nesse contexto, o presente estudo pretende relatar o desafio proposto uma estudante de bacharelado em Ciências Biológicas, que cursará a Licenciatura em Ciências Biológicas a partir de 2019. Esse desafio envolveu utilizar dados de pesquisa sobre a plasticidade fenotípica de plantas para aprender a tabular, fazer gráficos, elaborar teste de hipótese nula, realizar teste estatístico e propor aulas sobre o tema em questão para universitários de áreas ambientais (Ciências Biológicas, Engenharia Agrícola e Ambiental). Portanto, o objetivo deste artigo é relatar os caminhos trilhados pela estudante e suas propostas para viabilizar o ensino do tema para estudantes de turmas de Ciências Biológicas e de Engenharia Agrícola e Ambiental.

Metodologia

Os dados que foram tratados pela estudante são oriundos de experimentos realizados com o *P. neochilus*, em 2017 (LIMA, 2017). Foram impostas ao Boldo Mirim oito condições experimentais, sendo medidas três variáveis bióticas (LIMA et al., 2017), apresentadas no Quadro 1.

Os dados obtidos a partir desse experimento foram fornecidos à estudante. A partir daí, foi proposto o desafio: 1) tabular os dados; 2) fazer gráficos; 3) elaborar as 27 hipóteses nulas; 4) testar as hipóteses com teste estatístico não paramétrico, fornecendo um computador

com acesso à internet para que a estudante escolhesse o programa para expressar os dados graficamente e para aplicar o teste estatístico não paramétrico.

Quadro 1. Variáveis abióticas e bióticas envolvidas no experimento para verificar plasticidade fenotípica do Boldo Mirim, em função da insolação, tipo de solo e período do ano (maio a setembro de 2017) em estufas do Campus do Gragoatá da Universidade Federal Fluminense.

Variáveis Abióticas			Variáveis Bióticas		
Taxa de Insolação	Solos	Períodos	Altura (cm)	Distância entrenós (cm) Distância	Área Foliar (cm ²)
10%	Húmus de Minhoca + Esterco Bovino (3:1)	Maio a Setembro (2017)			
30%					
50%					
100%					
100%	Composto Vegetal + Esterco Avícola (3:1)	Maio a Setembro (2017)			
50%					
30%					
10%					

Resultados e Discussão

A partir do recebimento dos dados, a estudante optou por fazer os gráficos (figuras de 1 a 6). Esses dados indicaram ser possível desenvolver testes de hipóteses nulas (H_0) por meio de testes estatísticos.

Foi relatado à estudante que havia 27 hipóteses nulas a serem testadas, a partir dos resultados obtidos para três análises morfológicas (altura, distância entrenós, área foliar) de *P. neochilus* que expressaram plasticidade fenotípica frente a oito condições experimentais abióticas relativas à intensidade de luz solar e dois tipos de solo quanto aos adubos (Quadro 1). A estudante recebeu a primeira e elaborou as demais 26 hipóteses (Quadro 2).

O programa estatístico escolhido pela estudante foi o Past UiO que realiza inúmeros testes (<https://folk.uio.no/ohammer/past/>)

A estudante verificou que 25 das 27 hipóteses nulas foram rejeitadas, ou seja: apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,005$) (Tabelas de 1 a 4).

Os testes relativos a cada taxa de insolação imposta às plantas (Tabela 4) revelaram que a altura para plantas cultivadas a 30% de insolação e de distância entre nós para as plantas cultivadas à 10% de insolação não foram significativamente diferentes ($p > 0,005$).

Quadro 2 – Hipóteses nulas (H_0) que foram elaboradas pela estudante a exceção da 1ª.

1. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função das diferentes taxas de insolação, dos tipos de solo e entre períodos de cultivo .
2. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função das diferentes taxas de insolação, dos tipos de solo e entre períodos de cultivo .
3. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares das plantas em função das diferentes taxas de insolação, dos tipos de solo e entre períodos de cultivo .
4. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função das taxas de insolação, períodos de cultivo somente para o solo CV+EV .
5. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função das taxas de insolação, períodos de cultivo somente para o solo CV+EV .
6. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função das taxas de insolação, períodos de cultivo somente para o solo CV+EV .
7. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função das taxas de insolação, períodos de cultivo somente para o solo HM+EB .
8. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função das taxas de insolação e dos períodos de cultivo somente para o solo HM+EB .
9. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função das taxas de insolação e dos períodos de cultivo para o solo somente HM+EB .
10. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função das taxas de insolação e dos tipos de solos somente para o período de Maió a Julho .
11. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função das taxas de insolação e dos tipos de solos somente para o período de Maió a Julho .
12. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função das taxas de insolação e dos tipos de solos somente para o período de Maió a Julho .
13. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função das taxas de insolação e dos tipos de solos somente para o período de Maió a Setembro .
14. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função das taxas de insolação e dos tipos de solos somente para o período de Maió a Setembro .
15. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função das taxas de insolação e dos tipos de solos somente para o período de Maió a Setembro .
16. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 100% de insolação .
17. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 100% de insolação .
18. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 100% de insolação .
19. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 50% de insolação .

20. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 50% de insolação .
21. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 50% de insolação .
22. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 30% de insolação .
23. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 30% de insolação .
24. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 30% de insolação .
25. Não existem diferenças entre os valores das alturas das plantas em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 10% de insolação .
26. Não existem diferenças entre os valores das distâncias entre nós em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 10% de insolação .
27. Não existem diferenças entre os valores das áreas foliares em função dos tipos de solos e período de cultivo somente para a taxa de 10% de insolação .

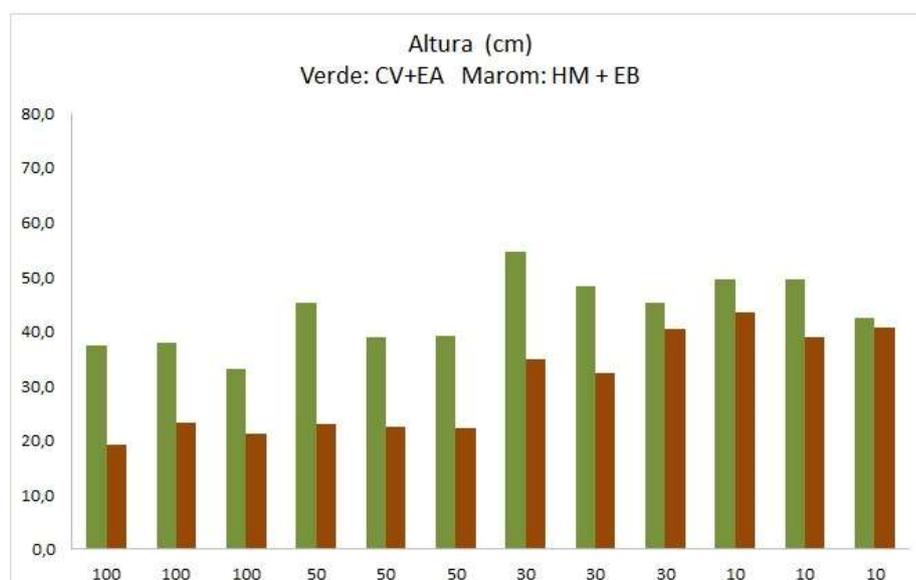


Figura 1. Altura das plantas cultivadas nas diferentes taxas de insolação e diferentes tipos de adubo no período de maio a julho de 2017.

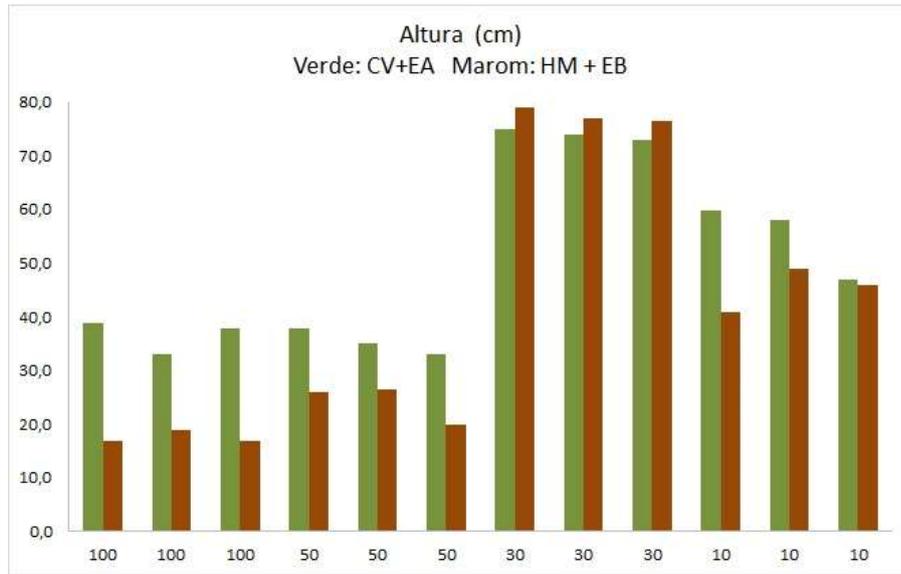


Figura 2. Altura das plantas cultivadas nas diferentes taxas de insolação e diferentes tipos de adubo no período de maio a setembro de 2017.

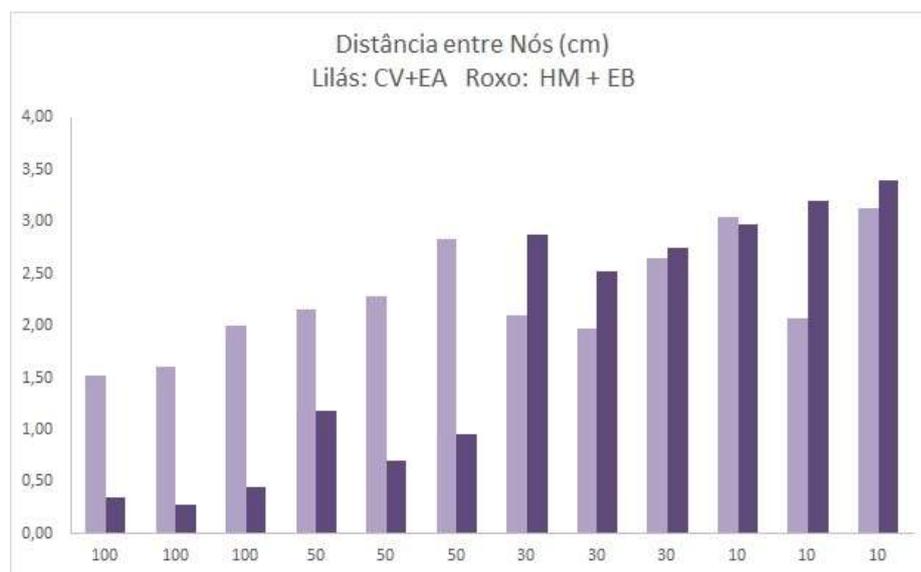


Figura 3. Distância entrenós das plantas cultivadas nas diferentes taxas de insolação e diferentes tipos de adubo no período de maio a julho de 2017.

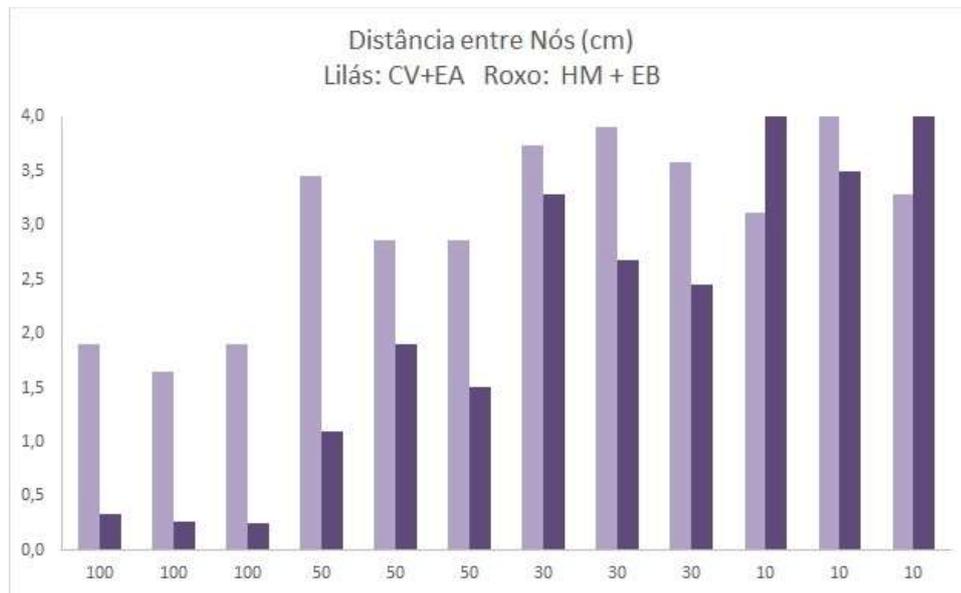


Figura 4. Distância entre nós das plantas cultivadas nas diferentes taxas de insolação e diferentes tipos de adubo no período de maio a setembro de 2017.

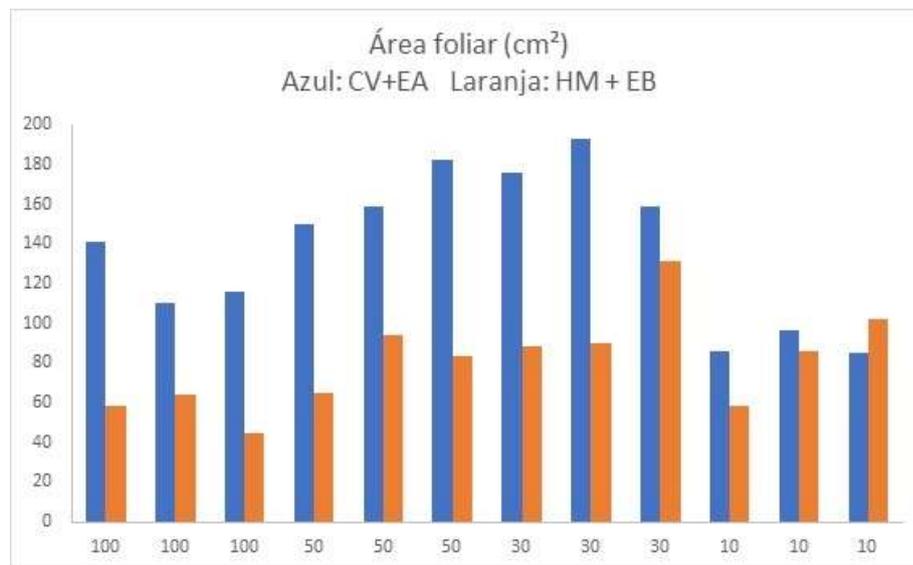


Figura 5. Área foliar das plantas cultivadas nas diferentes taxas de insolação e diferentes tipos de adubo no período de maio a julho de 2017.

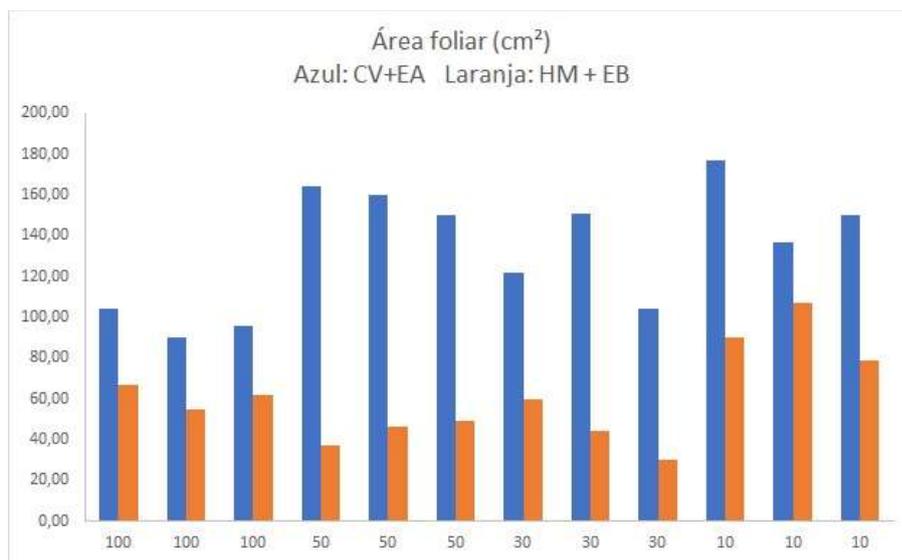


Figura 6. Área foliar das plantas cultivadas nas diferentes taxas de insolação e diferentes tipos de adubo no período de maio a setembro de 2017.

Tabela 1. Análise de variância não paramétrica (H) das variáveis de altura das plantas, a distância entrenós e área foliar entre as três condições: (i) taxa de insolação (10%, 30%, 50%, 100%), (ii) períodos de cultivo (maio-julho, maio-setembro de 2017), (iii) tipos de solos (composto vegetal + esterco avícola, húmus de minhoca + esterco bovino) (Hipóteses Nulas de 1 a 3).

Variáveis Abióticas	Variáveis	N	<i>g.l.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
- Taxas de Insolação, Período de cultivo e solos	Altura	47	7	37,04	$\leq 0,005$
	Distância entrenós	47	7	37,44	$\leq 0,005$
	Área foliar	47	7	36,46	$\leq 0,005$

(* $3,1 \times 10^{-6}$; ** $5,9 \times 10^{-6}$; $4,6 \times 10^{-6}$)

Tabela 2. Análise de variância não paramétrica (*H*) das variáveis de altura das plantas, a distância entrenós e área foliar entre (i) as taxas de insolação (10%, 30%, 50%, 100%), (ii) períodos de cultivo (maio-julho, maio-setembro de 2017) para cada tipo de solo (Hipóteses de 4 a 9).

Variáveis Abióticas	Solos	Variáveis	N	g.l.	H	p
Taxas de insolação e Períodos de cultivo	CV+EA	Altura	3	23	17,46	≤0,005*
		Distância entrenós	3	23	12,87	≤0,005**
		Área foliar	3	23	14,90	≤0,005** *
	HM+EB	Altura	3	23	18,41	≤0,005** **
		Distância entrenós	3	23	21,15	≤0,005** **
		Área foliar	3	23	4,62	≤0,005** ***

(* $5,5 \times 10^{-4}$; ** $1,8 \times 10^{-4}$; 3,6 *** $\times 10^{-4}$; **** $9,8 \times 10^{-5}$; $1,9 \times 10^3$)

A proposta da estudante foi aprovada. Ela pretende aplicar percurso semelhante com os estudantes dos cursos de Ciências Biológicas e de Engenharia Agrícola e Ambiental, solicitando que eles utilizem dois tipos de gráficos e que expliquem porque aplicar teste de variância não paramétrico seria o mais indicado. Além disso, a estudante de verificará se eles saberão elaborar as hipóteses nulas, o quadro, as tabelas e a interpretação dos resultados estatísticos.

Tabela 3. Análise de variância não paramétrica (*H*) das variáveis de altura das plantas, a distância entrenós e área foliar entre (i) as taxas de insolação (10%, 30%, 50%, 100%), (ii) tipos de solos (composto vegetal + esterco avícola, húmus de minhoca + esterco bovino), para cada período de dias (60 dias – maio a julho e 120 dias – maio a setembro) (Hipóteses de 10 a 15).

Variáveis Abióticas	Dias	Variáveis	N	<i>g.l.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
Taxas de insolação e solos	60	Altura	7	23	20,75	≤0,005*
		Distância entrenós	7	23	20,24	≤0,005
		Área foliar	7	23	19,42	>0,005**
	120	Altura	7	23	22,33	≤0,005***
		Distância entrenós	7	23	21,59	≤0,005****
		Área foliar	7	23	20,98	≤0,005*****

(* $4,1 \times 10^{-3}$; ** $6,9 \times 10^{-3}$; $2,2 \times 10^{-3}$; **** $2,9 \times 10^{-3}$; ***** $3,7 \times 10^{-3}$)

Tabela 4. Análise de variância não paramétrica (*H*) das variáveis de altura das plantas, a distância entrenós e área foliar entre (i) tipos de solos (composto vegetal + esterco avícola, húmus de minhoca + esterco bovino) e (ii) período para cada taxa de insolação (Hipóteses de 16 a 27).

Variáveis Abióticas	Período	Variáveis	N	<i>g.l.</i>	<i>H</i>	<i>P</i>
Tipos de solos e Períodos de cultivo	100%	Altura	3	11	9,46	≤0,005*
		Distância entrenós	3	11	8,74	≤0,005**
	50%	Área foliar	3	11	8,74	≤0,005***
		Altura	3	11	9,46	≤0,005****

	Distância entrenós	3	11	9,97	$\leq 0,005$ *****
	Área foliar	3	11	9,35	$\leq 0,005$ ***** *
	Altura	3	11	10,38	$\leq 0,005$ ***** **
30%	Distância entrenós	3	11	8,13	$\leq 0,005$ ***** ***
	Área foliar	3	11	9,15	$\leq 0,005$ ***** ****
	Altura	3	11	6,70	$> 0,005$ ***** *****
10%	Distância entrenós	3	11	7,67	$> 0,005$ ***** *****
	Área foliar	3	11	9,05	$\leq 0,005$ ***** *****

($*2,3 \times 10^{-2}$; $**3,2 \times 10^{-2}$; $***3,3 \times 10^{-2}$; $****2,4 \times 10^{-2}$; $*****1,8 \times 10^{-2}$; $*****2,4 \times 10^{-2}$; $*****1,6 \times 10^{-2}$; $*****4,3 \times 10^{-2}$; $*****2,7 \times 10^{-2}$; $*****8,7 \times 10^{-2}$; $*****5,3 \times 10^{-2}$; $*****2,9 \times 10^{-2}$)

Conclusões

Através desse estudo foi verificado que a Pesquisa em Ensino de Ciências pode produzir estratégias estimulantes para o Ensino de Ciências. Para isso, é necessário desafiar licenciados e bacharelados para que se possa refletir de forma satisfatória sobre a prática docente, através de divulgação e debates dos resultados obtidos por pesquisas e análises de observações e experimentos práticos.

Assim, a estudante desafiada soube resolver os problemas propostos e traçar uma estratégia para planejar, aplicar e analisar pesquisa em ensino que será necessário para elaboração da sua monografia (TCC) para finalizar seu curso Licenciatura.

Referências

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

LIMA, Neuza Rejane Wille Lima. **Boldo mirim em diferentes ambientes**: práticas educacionais, estímulos sensoriais e construção do conhecimento. 1a. ed., Niterói: ABDIn/PERSE, v. 1, p. 85, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325428232_Boldo_Mirim_em_Diferentes_Ambientes_Praticas_Educacionais_Estimulos_Sensoriais_e_Construcao_do_Conhecimento Acesso em: 25 ago. 2018.

LIMA, Neuza Rejane Wille Lima; SODRÉ, Gabriel Araujo; LIMA, Helena Roland Rodrigues, PAIVA, Selma Ribeiro, LOBÃO, Adriana Quintela, COUTINHO, Ana Joffily. Plasticidade fenotípica. **Revista Ciência Elementar**, v. 5, n. 2, p. 17-24, 2017a. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/pdf/2017/017/> Acesso: 25 de ago. 2018.

LIMA, Neuza Rejane Wille; SODRÉ, Gabriel Araujo, LIMA, Helena Roland Rodrigues; MANCEBO, Sueli Soares de Sá; CAMPOS, Luana Vieira; GIBSON, Anna; SOUZA Victoria; COUTO, Wladimir; GIACOMO, Livia Di; NARCIZO, Amanda; LOBÃO, Adriana Quintela; DELOU, Cristina Maria Carvalho. The efficacy of a practical activity in the construction of knowledge of the concepts of species and phenotypic plasticity using the boldo mirim (*Plectranthus neochilus* Schltr.) **Creative Education**, v. 8, n. 13 , p.2036-2048, 2017b. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.813138>. Disponível em <http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?paperID=79665> . Acesso: 3 de set 2018.

LOPES, Celi Espasandin. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. **Caderno Cedes**, v. 28, n. 74, p. 57-73, 2008.