



Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras



Erivelto Mercante¹, Suedêmio de L. Silva², Alcir J. Modolo³ & João C. M. da Silveira²

¹ Laboratório de Geoprocessamento/DEA/UNICAMP. Rua Jaguaribe 382, apto. 41, Bairro Santa Cecília, CEP 01224-000, São Paulo, SP. Fone: (19) 3788-1060. E-mail: erivelto.mercante@agr.unicamp.br (foto).

² UNIOESTE/CCET. CEP 85819-110, Cascavel, PR. Fone: (45)220-3000. E-mail: suedemio@unioeste.br; jcmodernel@uol.com.br

³ DEA/UFV, Viçosa, MG. CEP 36570-000. Fone: (31)3899-1480. E-mail: alcir@vicosa.ufv.br

Protocolo 32 - 19/2/2003 - Aprovado em 20/1/2005

Resumo: Objetivou-se, através deste trabalho, avaliar a uniformidade de distribuição de sementes de milho em duas velocidades de deslocamento de duas semeadoras-adubadoras de precisão, em experimento conduzido em um Latossolo Vermelho distroférico, de relevo levemente inclinado e textura muito argilosa. O delineamento experimental constituiu-se de quatro tratamentos compostos de duas semeadoras (S1-PSE 8/Semeato, S2-PST 2/Super Tatu) e duas velocidades de deslocamento ($V1 = 5,2$ e $V2 = 8,4$ km h⁻¹). O valor médio da força de tração na barra foi de 9,6 kN para S1 e 8,07 kN para S2, enquanto a patinação foi de 5,83 e 4,26%, para S1 e S2, respectivamente. Os valores obtidos para o espaçamento entre sementes da semeadora S1 nas velocidades V1 e V2, foram 21,6 e 22,0 e, para a semeadora S2, 18,0 e 19,0 cm respectivamente, os quais não diferiram estatisticamente entre si; verificou-se, entretanto, para as duas velocidades de deslocamento, tendência de aumento dos espaçamentos entre plantas, com o aumento da velocidade.

Palavras-chave: semeadora-adubadora, velocidade de deslocamento, distribuição de sementes

Energy demand and distribution of corn seeds as a function of the speed of two seedrills

Abstract: This work had the objective of evaluating the distribution uniformity of corn seed in two displacement speeds and two precision seedrills, in an experiment conducted in a Oxisol, with slightly inclined relief in a loamy soil. The experimental design was constituted of four treatments composed of two seeders (S1 – PSE 8/Semeato and S2 – PST 2/Super Tatu) and two velocity of seedrills ($V1 = 5.2$ and $V2 = 8.1$ km h⁻¹). The mean value of the traction force in the bar was 9.6 kN for S1 and 8.07 kN for S2, while the slippage was 5.83 and 4.26%, for S1 and S2, respectively. The values obtained for distribution uniformity of seeds of the seeder S1 in the speeds V1 and V2 were 21.6 and 22.0, and for the seeder S2 18.0 and 19.0 cm respectively, which did not differ statistically; however for the two displacement speeds a tendency of increase of the spacing among plants with the speed increase was verified.

Key words: fertilizer seedrills, displacement speed, distribution of seeds

INTRODUÇÃO

A correta dosagem de sementes e fertilizantes pela semeadora é uma importante etapa no processo de semeadura de qualquer cultura, enquanto o processo eficiente de dosagem de sementes consiste na sua distribuição uniforme, de acordo com os padrões recomendados para a cultura.

Um dos fatores que contribuem para o sucesso da semeadura direta é a seleção e utilização correta de máquinas e equipamentos. Os principais itens para a orientação no

processo de escolha e seleção de semeadoras são a eficiência, o avanço tecnológico, facilidade operacional e de manutenção e a disponibilidade de serviço e assistência técnica.

A distância entre sementes na linha e a profundidade de semeadura, depende de vários fatores, como da cultura, das condições físico-químicas do solo e das condições ambientais, razão por que Bernacki et al. (1972) afirmam que as distribuições mecânicas entre as sementes por meio de semeadoras não se constituem, isoladamente, fatores decisivos para a boa produção mas, ao contrário, representam um pré-requisito.

Sattler et al. (1998) ressaltam a necessidade de se diversificar o sistema produtivo de grãos na busca de competitividade dentro do negócio agrícola; exige-se, da pesquisa e das indústrias de máquinas agrícolas, o desenvolvimento de equipamentos e de mecanismos cada vez mais versáteis, precisos e de preço acessível.

Segundo Bowman (1987) e Ford & Hicks (1992) a eficiência de mecanismos de distribuição de sementes em semeadoras é analisada pelos critérios: profundidade de deposição das sementes, número de plântulas emergidas, espaçamento entre sementes, deslizamento de rodas de tração e acionamento, força de tração exigida e potência consumida.

Alguns parâmetros agrônômicos da cultura do milho em função do tipo de preparo do solo foram estudados por Lopes et al. (2001), que observaram que a velocidade de semeadura não excedeu influência nos parâmetros estudados da cultura, porém o tipo de preparo do solo proporcionou diferenças na porcentagem de cobertura da superfície do solo.

Estudando o efeito da velocidade de deslocamento de uma semeadora, Klein et al. (2002) concluíram que a velocidade de semeadura de soja não afetou significativamente o percentual de espaçamentos duplos ou falhos, nem o número de plântulas emergidas após 27 dias da semeadura, e concluíram, ainda, que o número de plantas com espaçamento normal só foi afetado em uma velocidade e em uma linha.

Em virtude dessas constatações e da falta de trabalhos esclarecedores das técnicas de semeadura correta para os agricultores objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar a uniformidade de distribuição das sementes de milho e a força de tração de duas semeadoras-adubadoras de precisão em sistema de semeadura direto de milho, em duas velocidades de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Núcleo Experimental da Engenharia Agrícola (NEEA), pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel, Estado do Paraná. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico, com relevo levemente inclinado e de textura argilosa. A localização geográfica está definida pelas coordenadas 24° 48' de latitude Sul e 53° 26' longitude Oeste, com altitude média de 760 m. As análises necessárias (teor de água no solo, densidade, matéria seca) foram efetuadas no Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia - DEA, da UNIOESTE.

As máquinas utilizadas para se realizar o experimento, foram: Trator marca FORD, modelo 7630, 4 x 2, com tração dianteira auxiliar, potência 75,8 kW (103 cv) no motor a 2100 rpm (NBR-5484) e massa em ordem de embarque de 3.580 kg sem lastro e 6.196 kg com lastro máximo; e as semeadoras adubadoras de precisão, da marca Semeato, modelo PSE 8, de arrasto, com massa aproximada de 2320 kg sem carregamento, com 4 linhas para milho, espaçadas 900 mm e com largura de trabalho de 3600 mm, sulcadores do tipo discos duplos defasados, para sementes e guilhotina para fertilizantes, a qual possui disco de corte para palhada, mecanismo dosador de sementes tipo disco alveolado horizontal, com disco de cobertura e rodas

compactadoras - controladoras de profundidade; e da marca Super Tatu, modelo PST 2, de arrasto, com massa aproximada de 1956 kg sem carregamento, com 4 linhas para milho espaçadas 900 mm, com largura de trabalho de 3600 mm, com sulcadores do tipo disco duplo desencontrado para sementes e fertilizantes; esta possui disco de corte para a palhada, mecanismo dosador de sementes tipo disco alveolado horizontal, com rodas controladoras de profundidade.

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, composto de quatro tratamentos, duas semeadoras PSE 8 (S1) e PST 2 (S2) e duas velocidades de deslocamento, 5,2 e 8,4 km h⁻¹, com quatro repetições, totalizando dezesseis parcelas experimentais, cada parcela com área de 120 m² (8 x 15 m) e espaçamento entre parcelas de 15 m, e entre blocos, de 2 m.

A caracterização física da área experimental foi realizada determinando-se a densidade do solo pelo método do anel volumétrico, sendo coletada uma amostra em cada parcela experimental, nas profundidades de 0-15 e 15-30 cm.

A resistência mecânica do solo a penetração foi mensurada por meio de penetrógrafo manual, com ângulo do cone de 30°, diâmetro da base do cone de 12,83 mm, diâmetro da haste de 9,53 mm e comprimento de 600 mm (ASAE, S313.2/1982). Realizaram-se duas repetições em cada parcela experimental, de modo aleatório; após este procedimento, fez-se a leitura dos dados, nas profundidades de 7, 15, 22 e 30 cm.

O teor de água no solo foi determinado nas camadas de 0 - 15 e 15 - 30 cm pelo método gravimétrico padrão, com base na massa de solo secado em estufa, a temperatura de 105-110 °C até massa constante, conforme EMBRAPA (1979).

Determinou-se a matéria seca com a utilização de um quadro de madeira com dimensões de 50 x 50 cm. Coletou-se, aleatoriamente uma amostra em cada parcela experimental, antes da realização do experimento. As amostras foram pesadas e levadas para estufa a 65 °C, onde permaneceram pelo tempo de 48 h; após a secagem, os valores de matéria seca foram transformados em ton. ha⁻¹.

Para a uniformidade de distribuição de sementes na linha de semeadura, utilizou-se uma trena para medir o espaçamento entre plantas, em um metro linear nas 4 linhas de semeadura de cada parcela experimental. Este procedimento foi feito esticando-se a trena junto à linha de semeadura; em seguida, procedeu-se à leitura dos espaçamentos de uma planta a outra, dentro do metro linear, e os valores anotados em planilha.

Os instrumentos utilizados para a aquisição dos dados, foram: Micrologger Campbell Scientific 21X; Módulo de armazenamento externo de dados, Multiplex de pulso; Célula de carga marca Sodemex, modelo N400, com capacidade de 50 kN; Geradores de impulso, modelo GIDP-60-U-12V; Unidade de radar, marca Dickey-John, modelo DJ RVS II.

Todos os transdutores foram alimentados pela bateria interna do Micrologger, monitorados em frequência de 20 Hz, definida na programação, e os dados transferidos para o módulo de armazenamento externo em tempo real e, depois, os dados foram descarregados para o computador.

Para o requerimento de força de tração solicitado pelas semeadoras, a célula de carga foi inserida entre o trator e a semeadora nivelada horizontalmente, a qual foi conectada ao Micrologger por meio de cabo elétrico, enquanto a força de

tração média foi determinada calculando-se a média aritmética de todos os valores em cada ensaio.

Na definição da velocidade instantânea utilizou-se um radar de efeito doppler fixado numa chapa de ferro de 7,94 mm de espessura e esta no monobloco do trator, no lado direito, com inclinação de 35°, em relação à horizontal (recomendação do fabricante).

Para se especificar a patinagem nos rodados do trator, utilizaram-se geradores de impulso numa relação de 60 pulsos por volta do rodado do trator. Os suportes dos sensores de rotação dos pneus traseiros foram construídos em ferro tubular quadrado de 4cm, fixados nos pára-lamas traseiros do trator, conforme Silva (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os parâmetros, com as análises estatísticas e os valores calculados a partir destes, serão apresentados em forma de tabelas e figuras. As características da área experimental se encontram na Tabela 1 e os parâmetros de desempenho na Tabela 2.

A matéria seca existente no experimento foi resultante da palhada da soja - cultura já existente na área - colhida de forma mecânica, sendo esta picada e distribuída pela colhedora, não apresentou diferenças estatísticas significativas entre os blocos nem entre as parcelas experimentais, o que indica homogeneidade de cobertura da área experimental. A quantidade de massa seca observada em toda a área experimental foi, em média, igual a 5,78 t ha⁻¹.

Os valores observados para densidade do solo e para teor de água do solo antes da operação de semeadura, nas duas profundidades amostradas (0-15 cm e 15-30 cm), não identificaram diferenças significativas entre os blocos nem entre as parcelas experimentais destinadas aos quatro tratamentos, confirmando assim, a homogeneidade das parcelas experimentais para os parâmetros analisados, mas mostra que não houve influência do teor de água do solo na germinação das sementes.

A resistência do solo a penetração não apresentou diferenças estatisticamente significativas, concordando com os dados de densidade, conforme a Tabela 1. Os valores médios

do teor de água do solo para resistência a penetração, foram de 31,14% (camada de 0 - 15 cm) e de 36,00% (camada de 15-30 cm).

Na Tabela 2 estão contidos os valores médios da força de tração solicitada pelas semeadoras nas duas velocidades de deslocamento. Observa-se que os tratamentos S1V1 e S1V2 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, bem como S2V1 e S2V2.

As diferenças foram significativas apenas entre as semeadoras S1 e S2, onde a força requerida pela semeadora S1 foi 19% maior que semeadora S2. Este aumento se verifica em função dos tipos de mecanismo sulcador usados pelas semeadoras, tipo guilhotina e disco duplo defasados para a S1 (PSE 8) e S2 (PST 2), respectivamente.

Para a semeadora S1, com mecanismo sulcador do tipo guilhotina, o aumento verificado na força de tração, de 9,32 para 9,88 kN (Tabela 2), ocorreu devido a um aumento na densidade do solo, mesmo esta não apresentando diferenças estatísticas entre seus valores, que passou de 1,16 para 1,28 kg dm⁻³ na profundidade de 0-15 cm, como visto nos resultados da Tabela 1. Como este mecanismo tende a manter a profundidade de deposição de fertilizante, isto faz com que o requerimento de força de tração aumente com o aumento da densidade do solo. Os dados de requerimento de força da semeadora S2 indicam um comportamento inverso à semeadora S1 (Tabela 2), ou seja, com aumento da densidade do solo, mesmo este não sendo estatisticamente significativo, ocorreu redução no requerimento da força. Este tipo de sulcador é afetado pela densidade do solo, ou seja, com o aumento da densidade, a profundidade de deposição é reduzida, requerendo assim menos força de tração. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento da força de tração entre as duas semeadoras, pode ser atribuído ao peso das semeadoras, onde S1 é 18,6% (364 kg) mais pesada que a semeadora S2.

Na realização dos experimentos trabalhou-se com a tração dianteira auxiliar desligada, sendo monitorada a patinagem nas rodas traseira do trator. Na Tabela 2 estão os resultados médios encontrados para os quatro tratamentos, os quais não apresentam diferenças estatisticamente significativas. A maior patinagem foi verificada para a semeadora S1, que apresentou requerimento de tração maior que S2; para um aumento de 16%

Tabela 1. Características físicas da área experimental*

Tratamento**	MS t ha ⁻¹	Densidade do Solo		Umidade	
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
		kg dm ⁻³		%	
S1V1	4,30 A	1,16 A	1,19 A	37,36 A	38,07 A
S1V2	5,72 A	1,28 A	1,17 A	37,17 A	40,22 A
S2V1	7,50 A	1,26 A	1,22 A	37,54 A	39,47 A
S2V2	5,59 A	1,21 A	1,21 A	37,61 A	38,30 A
Média	5,78	1,23	1,20	37,42	39,02
CV (%)	43,24	5,04	3,92	2,32	3,73
DP	2,50	0,06	0,05	0,87	1,45
DMS	5,51	0,14	0,10	1,92	3,21

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade

** CV - coeficiente de variação (%); DMS - diferença mínima significativa; DP - desvio padrão; V1 - 5,2 km h⁻¹; V2 - 8,4 km h⁻¹; S1 - semeadora-adubadora de precisão PSE 8/Semeato; S2 - semeadora-adubadora de precisão PST 2/Tatu; MS - Matéria Seca.

Tabela 2. Parâmetros de desempenho dos conjuntos motomecanizados

Tratamento**	VD	FT	P	PB	UD
	km h ⁻¹	kN	%	kW	cm
S1V1	5,25 B	9,32 A	5,20 A	13,60 C	21,50 A
S1V2	8,45 A	9,88 A	6,46 A	23,20 A	21,88 A
S2V1	5,23 B	7,84 B	4,39 A	11,40 D	18,43 B
S2V2	8,44 A	8,30 B	4,14 A	19,44 B	18,59 B
Média	6,84	8,84	5,04	16,91	20,10
CV (%)	1,16	7,76	47,34	7,85	8,94
DP	0,08	0,69	2,39	1,33	1,80
DMS _{TRAT}	0,11	0,96	3,33	1,85	1,32
DMS _{EXPER}	0,19	1,63	0,19	3,15	-

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; ** VD - Velocidade de deslocamento; FT - Força de Tração; P - Patinagem; PB - Potência na Barra; UD - Uniformidade de distribuição

na força de tração, a patinagem aumentou aproximadamente 27%, entre as semeadoras S1 e S2.

Os valores médios encontrados para a patinagem em todos os tratamentos e blocos foram menores que 7%. Na Figura 1 observa-se o comportamento da patinagem em relação ao requerimento de força e a quantidade de matéria seca, sendo que esta varia com a quantidade de matéria seca e requerimento de força de tração.

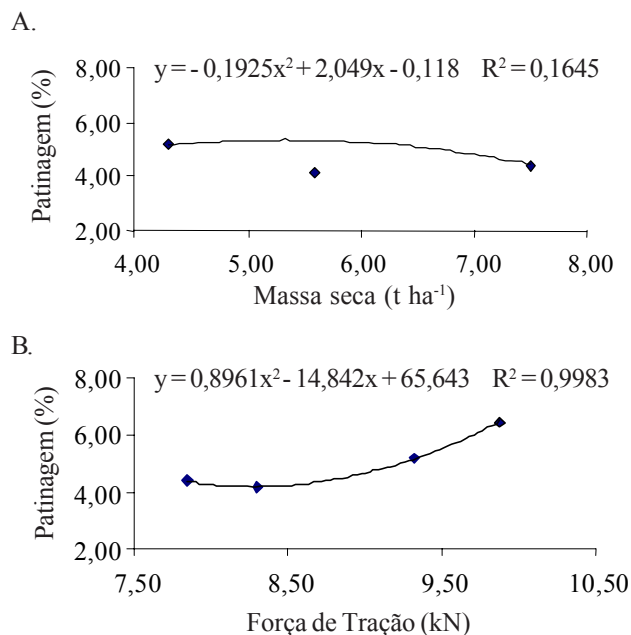


Figura 1. Gráfico dos valores médios da patinagem (%) e matéria seca $t\ ha^{-1}$ (A) e sforça de tração - kN (B)

A Tabela 2 mostra o comportamento das duas velocidades de deslocamento para as duas semeadoras. As velocidades de deslocamento não foram afetadas significativamente pela patinagem do rodado motriz do trator que apresentava para a operação de semeadura, lastragem excessiva.

O requerimento de potência na barra de tração do trator requerido pelas semeadoras apresenta diferenças estatisticamente significativas, como pode ser observado na Tabela 2; esta diferença é verificada porque as semeadoras apresentavam mecanismos sulcadores diferentes e também por se deslocarem em duas velocidades de deslocamento, o que causa diferença na potência requerida na barra de tração.

O aumento no requerimento de potência na barra entre as semeadoras S1 e S2, foi de 16,2%, em função dos tipos de mecanismo sulcador usado pelas mesmas. Entre semeadoras, o aumento da potência na barra foi de 41,4%, quando a velocidade de deslocamento aumentou de 5,2 para 8,4 $km\ h^{-1}$; para o mesmo aumento de velocidade de deslocamento a potência do motor é acrescida de 17,85 kW (24,20 cv) e 14,96 kW (20,30 cv) para as semeadoras S1 e S2, respectivamente.

Tem-se, na Tabela 3, uma análise fatorial para a uniformidade de distribuição das sementes de milho.

A uniformidade de distribuição de sementes não apresentou diferenças estatisticamente significativas para as duas velocidades de deslocamento, apresentando diferenças significativas apenas para as semeadoras. Mesmo não sendo

Tabela 3. Uniformidade de distribuição de sementes de milho* (cm)

Velocidade**	Semeadora**		Média
	S1	S2	
V1	21,50	18,43	19,97 A
V2	21,88	18,59	20,24 A
Média	21,69 a	18,51 b	20,10
CV (%) = 8,94	DP = 1,80	DMS = 1,32	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas em linhas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade

** CV - coeficiente de variação (%); DMS - diferença mínima significativa; DP - desvio padrão; V1 - 5,2 $km\ h^{-1}$; V2 - 8,4 $km\ h^{-1}$; S1 - semeadora-adubadora de precisão PSE 8/Semateo; S2 - semeadora-adubadora de precisão PST 2/Tatu.

significativa a distribuição para as duas semeadoras, observa-se um pequeno aumento no espaçamento entre plantas para as duas semeadoras S1 e S2, com o aumento da velocidade de deslocamento de V1 para V2. Os dados obtidos foram condizentes com os dados de Portella. (1997), Mantovani & Bertaux (1990) e Lopes et al. (1999), que dizem que a velocidade tem influência na distribuição das sementes, ou seja, que o espaçamento se eleva na medida em que a velocidade de deslocamento aumenta.

CONCLUSÕES

1. O maior requerimento de potência solicitado pela semeadora S2 foi devido ao tipo de mecanismo sulcador (guilhotina) quando comparado com S1 (discos duplos defasados).

2. A maior patinagem ocorreu na semeadora S1, pelo fato do maior requerimento de sua força de tração.

3. As velocidades de deslocamento não sofreram influências significativas da patinagem do rodado motriz do trator.

4. A uniformidade de distribuição não foi afetada significativamente pela velocidade; no entanto, verificou-se tendência de aumento no espaçamento entre plantas, com o aumento da velocidade de deslocamento.

LITERATURA CITADA

- Bernacki, H.; Haman, J.; Kanafojski, C. Agricultural machines theory and construction. Washington: USDA-NSF, 1972. v.1, 883p.
- Bowman, D.I. Feasibility studies on planting corn trials to a stand. Crop Science, Madinson, v.27, n.6. p.1231-1234, 1987.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise de solo. Embrapa / SNLCS, Rio de Janeiro, 1979. Parte I, n/p.
- Ford, J.H.; Hicks, D.R. Corn growth and yield in uneven emerging of stands. Journal of production agriculture. University Minnesota, Lamberton, v.5, n.1. p.185-188, 1992.
- Klein, V.A.; Siota, T.A.; Anesi, A.L.; Barbosa, R. Efeito da velocidade na semeadura direta da soja. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.22, n.1, p.75-82, 2002.
- Lopes, A.; Furlani, C.E.A.; Abrahão, F.Z.; Alves, A. Efeito do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura em características agrônômicas da cultura do milho (*Zea mays* L.). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 28, 1999. Pelotas, Reumos...Pelotas: SBEA, 1999. CD Rom

- Lopes, A.; Furlani, C.E.A.; Abrahão, F.Z.; Leite, M.A.S.; Grotta, D.C.C. Efeito do preparo do solo e da velocidade de semeadura na cultura do milho (*Zea mays L.*). Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.21, n.1, p.6 8-73, 2001.
- Mantovani, E.C.; Bertaux, S. Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho no campo. Relatório de Ensaio. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – EMBRAPA, 1990, 50p.
- Portella, J.A. Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas. Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo – EMBRAPA, 1997. 39p.
- Sattler, A.; Faganello, A.; Portella, J.A. Desempenho de um protótipo dosador: perfil de distribuição longitudinal. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.6, n.2, p.63-73, 1998.
- Silva, S.L. Projeto e construção de um sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas. Botucatu: UNESP, 1997. 148p. Dissertação Mestrado