

DETERMINAÇÃO DA MELHOR DATA DE SEMEADURA DA CULTURA DO MILHO COM BASE NO BALANÇO HÍDRICO PARA O MUNICÍPIO DE PROPRIÁ-SE

BRUNO YUDI SHINTATE¹, LUCAS MAGALHÃES ANDRADE¹, THASSIO MONTEIRO MENEZES DA SILVA² & JOÃO CARLOS CURY SAAD³

¹ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Depto. De Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu - SP, Fone: (14) 3880.7100, yudi.shintate@unesp.br.

² Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu/SP.

³ Engo Agrônomo, Prof. Titular Doutor, Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu/SP.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: A água é um recurso relativamente pouco disponível para as atividades agrícolas na região nordeste do país. Este estudo teve como objetivo avaliar a melhor época de plantio para a cultura do milho a partir da determinação da menor demanda hídrica no município de Propriá, Sergipe. Os dados agroclimáticos empregados foram referentes a série histórica compreendida entre os anos de 1980 e 2010. Para a classificação das melhores datas de plantio, foi utilizado o método do balanço agroclimático realizado através dos parâmetros de precipitação, evapotranspiração da cultura e lâmina de irrigação líquida. A partir dos resultados apresentados pode-se observar em relação a série histórica (80-20) a existência de irregularidades na distribuição das chuvas entre as décadas. Além disso, verifica-se que entre 01/abril e 15/maio estão as datas em que a demanda hídrica requerida é menor, coincidindo com o período de maior disponibilidade hídricas. Entre as datas de semeadura simuladas, a que apresentou maior aporte hídrico em toda série histórica foi a data de 15/julho, com a maior lâmina líquida requerida ocorrendo na década de 80 (259 mm). Mediante os resultados apresentados foi possível concluir que o melhor período para a semeadura do milho no município de Propriá denota-se entre 01/abril e 15/maio com o melhor dia correspondendo ao dia 01/maio.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, balanço hídrico climatológico, irrigação suplementar.

DETERMINATION OF THE BEST SOWING DATE FOR THE CORN CROP BASED ON THE WATER BALANCE FOR THE MUNICIPALITY OF PROPRIÁ-SE

ABSTRACT: Water is a relatively scarce resource available for agricultural activities in the northeast region of the country. This study aimed to evaluate the best planting time for corn crop by determining the lowest water demand in the municipality of Propriá, Sergipe. The agroclimatic data used were related to the historical series between 1980 and 2010. To

classify the best planting dates, the agroclimatic balance method was used, carried out through the parameters of precipitation, crop evapotranspiration and liquid irrigation depth. From the results presented, it can be observed in relation to the historical series (80-20) the existence of irregularities in the distribution of rainfall between decades. Furthermore, it appears that between 01/april and 15/may are the dates when the required water demand is lower, coinciding with the period of greater water availability. Among the simulated sowing dates, the one with the highest water input in the entire historical series was July 15, with the highest required liquid depth occurring in the 80's (259 mm). Based on the results presented, it was possible to conclude that the best period for sowing corn in the municipality of Propriá is between 01/april and 15/may, with the best day corresponding to 01/may.

KEYWORDS: *Zea mays*, climatological water balance, supplemental irrigation.

INTRODUÇÃO: Inegavelmente o milho é um dos cereais mais consumidos em todo o mundo, e por essa razão, é uma das culturas mais produzidas. A produtividade de qualquer cultura está fortemente ligada com as condições climáticas do ambiente (GREATREX *et al.*, 2012). No caso do milho, os fatores climáticos que possuem maior influência são a radiação solar, precipitação e temperatura, pois atuam de modo direto nos processos fisiológicos da planta, afetando a produção de matéria seca e grãos (BRACHTVOGEL *et al.*, 2009). Segundo Ferraz *et al.* (1996), a amplitude térmica suportada pela cultura do milho encontra-se entre 10° C e 41° C, porém, a temperatura ideal é 30° C. O Brasil possui uma grande variabilidade climática, e por este motivo, existem diversas regiões que podem ou não serem promissoras de acordo com as diferentes exigências da cultura durante as fases de germinação, crescimento, florescimento e maturação. Segundo dados disponibilizados pela CONAB (2020), a produção de milho brasileira é a terceira maior do mundo, demonstrando a grande importância da cadeia produtiva para o agronegócio brasileiro. De acordo com a CONAB (2020), a principal região produtora de milho é a região Centro-Oeste, seguido pelas regiões Sul e Sudeste, com 51.081 mil t, 21.663 mil t e 12.820 mil t respectivamente. Já a região Nordeste do país produz cerca de 9.130 mil t, com a Bahia, Maranhão e Piauí destacando-se como os principais produtores responsáveis por 2.716 mil t, 2.373 mil t e 2.270 mil t de milho respectivamente. Logo em seguida, na quarta posição aparece o estado de Sergipe com uma produção anual de 917 mil t do cereal. Devido à má distribuição do regime hídrico existente em regiões como o Nordeste brasileiro, o zoneamento agroclimático surge como ferramenta de planejamento para evitar perdas de produção. Contudo o presente trabalho teve como objetivo avaliar a melhor época de plantio para a cultura do milho a partir da determinação da menor demanda hídrica no município de Propriá, Sergipe.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado no município de Propriá, mais precisamente na porção norte do estado de Sergipe (divisa com o estado de Alagoas), localizado na latitude 10°12'40" Sul e longitude 36°50'25" Oeste. O município encontra-se a 14 m de altura em relação ao nível do mar, com uma área de 92 km² e população de 29.692 habitantes de acordo com o censo do IBGE (2020). Köppen & Geiger (1931) descrevem o clima da região como do tipo Bsh, ou seja, um clima semi-árido quente, caracterizado por escassez, de 250 mm a 750 mm de chuva por ano, irregularidade na distribuição de chuvas, forte insolação, índices elevados de evaporação, temperatura média de 27°C e baixa umidade relativa do ar e comum ocorrência de secas. A estação chuvosa se concentra entre os meses de abril, maio e julho. Segundo Holanda *et al.* (2010), o principal tipo de solo existente na região é do tipo Neossolo Flúvico, o qual é um solo mineral não hidromórfico, originado a partir de

sedimentos recentes e geralmente possui uma espessura e granulometria bem diversificada ao longo do perfil do solo, por causa da diversidade e formas de deposição da matéria orgânica. Entre as principais atividades econômicas do município de Propriá destaca-se a agricultura, contando com dois perímetros irrigados sendo eles Cotiguiba-Pindoba e Propriá. As áreas irrigadas dos perímetros somam um total de aproximadamente 2.192 e 1.177 ha respectivamente. Os dados agroclimáticos foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com frequência diária a partir de uma estação agrometeorológica (código 83097) localizada no município de Propriá. A série histórica dos dados compreendeu o período entre os anos de 1980 e 2020. Para a classificação das melhores datas de plantio, foi utilizado o método do balanço agroclimático realizado através dos parâmetros de precipitação, evapotranspiração da cultura e lâmina de irrigação líquida. Os dados de evapotranspiração foram obtidos através da equação de “Hargreaves e Samani” (HARGREAVES, G. H. *et al.*, 1985) (eq. 1) já que a estação agrometeorológica utilizada foi do tipo convencional. Quanto ao coeficiente de cultivo (Kc), foi adotado o método proposto por Teixeira *et al.* (2014) (eq. 2) e a lâmina líquida foi a mesma outrora determinada por Bernardo *et al.* (2019).

$$Ho = \{[0,0023 * (Tmax - Tmin)]^{0,5} * (Tmed + 17,8) * RA\} \quad (1)$$

Em que,

Ho – evapotranspiração de referência, mm*d⁻¹

Tmax – temperatura máxima, °C

Tmin – temperatura mínima, °C

Tmed – temperatura média, °C

RA – radiação solar extraterrestre diária, mm/dia

$$Kc = (-5*10^{-7} * GDac^2) + (1,1*10^{-3} * GDac) + 0,46 \quad (2)$$

Em que,

Kc - evapotranspiração da cultura, mm*d⁻¹

GDac - graus dias acumulados

As datas de plantio foram definidas a cada duas semanas, tendo sido iniciadas no dia 1 de março e finalizadas no dia 15 de julho, totalizando 10 simulações de semeadura. As datas foram definidas de modo que a maior demanda hídrica da cultura coincidissem com os períodos de maior disponibilidade hídrica da região. Ademais, foi possível comparar por data de semeadura as demandas evapotranspirométricas da cultura, lâmina líquida de irrigação e precipitação entre a média da série histórica e as décadas de 1980, 1990, 2000 e 2010 com a tabulação dos dados sendo realizada por meio de planilha eletrônica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos resultados apresentados na Tabela 1, pode-se observar em relação a série histórica (80-20) a existência de irregularidades na distribuição das chuvas entre as décadas. Uma possível explicação para a ocorrência das irregularidades pode ser encontrada em fenômenos climáticos como *La Niña* e *El Niño*. França *et al.* (2020) relataram eventos de *La Niña* e *El Niño* de diferentes intensidades entre os anos 1964 e 2012

em uma região próxima ao município de Propriá. Nas décadas de 80 e 2000, ocorreram três eventos de *Lã Niña* de intensidade forte causando maior intensidade e homogênea das chuvas, com a década de 90 ocorrendo quatro eventos de *El Niño* de intensidade forte resultando no atraso do início do período chuvoso, observado de forma semelhante na década de 2010. Nos episódios de *El Niño* a deficiência hídrica se concentra entre os meses de outubro e março, por outro lado nos episódios de *La Niña* o excedente hídrico acontece entre os meses abril e setembro.

TABELA 1 – Distribuição quantitativa da lâmina líquida, precipitação e a evapotranspiração da cultura entre as décadas com base nas datas de simulação de plantio.

DATA	1980 a 2020			Dec. 80			Dec. 90			Dec. 2000			Dec. 2010		
	LAM.	PREC.	Eto	LAM.	PREC.	Eto	LAM.	PREC.	Eto	LAM.	PREC.	Eto	LAM.	PREC.	Eto
01/mar	119	417	471	84	422	458	147	387	465	105	488	471	154	377	487
15/mar	63	458	453	42	451	442	77	438	448	56	521	454	91	427	469
01/abr	28	510	435	28	504	425	35	487	431	35	557	437	35	491	448
15/abr	21	521	423	28	499	418	21	512	420	14	577	424	21	499	433
01/mai	14	500	416	14	470	414	14	504	412	14	560	413	14	469	425
15/mai	35	456	414	56	428	414	14	471	409	14	490	413	56	437	422
01/jun	70	409	416	98	388	416	77	417	412	28	450	416	84	382	422
15/jun	112	359	426	140	343	426	119	366	424	84	381	427	140	344	428
01/jul	182	305	442	238	303	441	203	304	441	196	321	445	231	293	441
15/jul	231	241	457	259	215	457	231	257	457	217	265	461	245	228	454

LAM: lâmina líquida de irrigação (mm); PREC: precipitação (mm); Eto: evapotranspiração (mm d⁻¹); Dec: década.

Além disso, verifica-se que entre 01/abril e 01/maio estão as datas em que a demanda hídrica requerida é menor, coincidindo com o período de maior disponibilidade como pode ser observado na Figura 1. Sales *et al.* (2016) observaram resultados semelhantes no município de São Mateus - ES, pois as datas de semeadura com menor lâmina líquida total ocorreram um mês antes e no primeiro mês mais chuvoso do município. Este fenômeno acontece, pois, o período de maior disponibilidade hídrica por parte da precipitação coincide com a época crítica que a planta necessita de maior demanda hídrica para o desenvolvimento, com isso a lâmina líquida total é mínima. De acordo com Bergamaschi *et al.* (2004), pode ocorrer reduções na produtividade mesmo em anos com clima favorável caso aconteça um déficit hídrico no período crítico da cultura do milho, ou seja, na pré-floração e no início de enchimento dos grãos. Forsthofer *et al.* (2006) relataram que a quantidade e a distribuição das precipitações estão entre os principais fatores determinantes no rendimento de grãos da cultura do milho. O trabalho desenvolvido por Beiragi *et al.* (2011) demonstrou uma redução média de 72% do rendimento dos grãos causado pelo déficit hídrico ocorrido no período crítico da cultura do milho.

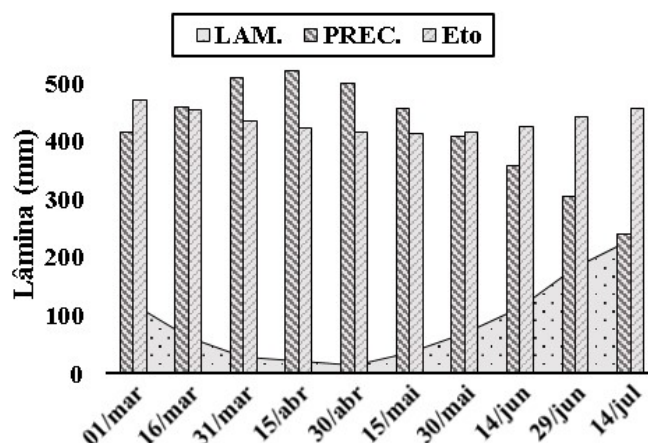
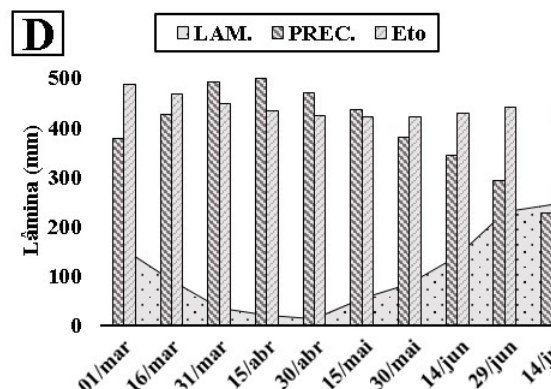
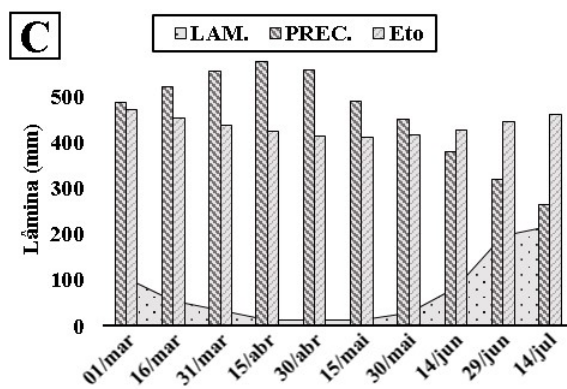
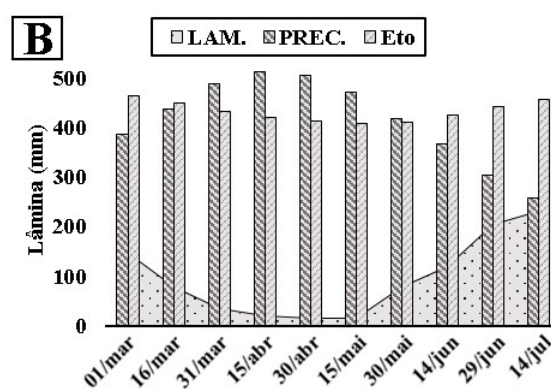
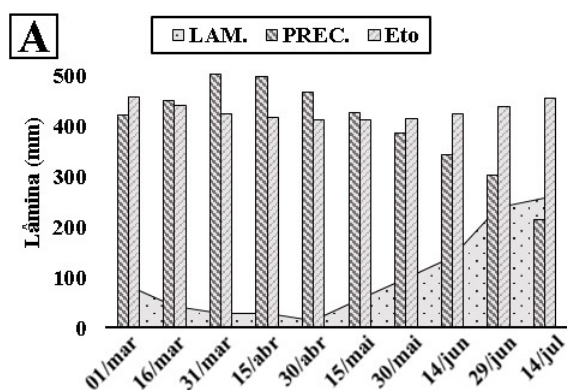


FIGURA 1 – Distribuição das lâminas acumuladas de irrigação, precipitação e evapotranspiração das datas de semeadura (1980 a 2020).

Em relação à lâmina líquida, 01/maio foi a data de plantio que exigiu menor aporte hídrico por parte de irrigação em toda série histórica, demandando em torno de 14 mm para todas as décadas conforme mostrado na Figura 2. Isso acontece, pois novamente as maiores taxas de precipitação coincidem com o período de desenvolvimento do milho de maior demanda hídrica, dessa forma sendo mínima a lâmina líquida total. Nota-se que a partir dessa data ocorre uma crescente demanda hídrica por parte da irrigação, que se estende até o mês de outubro, onde segundo França et al (2020), no município de Amparo próximo a Propriá, esse período é denominado de estiagem das chuvas. Entre as datas de semeadura simuladas, a que apresentou maior aporte hídrico por parte da irrigação em toda série histórica foi a data de 15/julho, sendo que a maior lâmina líquida total requerida por parte da irrigação ocorreu na década de 80 demandando por volta de 259 mm, podendo ser observado na Figura 2. Isso ocorreu pois nessas datas as taxas de precipitação são insuficientes para suprir a demanda hídrica do milho e não coincidem com o período crítico para o crescimento da planta, sendo necessário uma maior lâmina de irrigação para suplementar o déficit hídrico causado por parte das condições agroclimáticas.



A: Década de 80; B: Década de 90; C: Década de 2000; D: Década de 2010

FIGURA 2 – Distribuição das lâminas acumuladas de irrigação, precipitação e evapotranspiração das datas de semeadura por década.

Kopp *et al* (2015) relataram resultados semelhantes, pois os municípios de Bagé, Santa Maria e Uruguaiana, no Rio Grande do Sul, tiveram maiores lâminas líquidas no final do período chuvoso da região. Além disso, percebe-se que a concentração de chuvas é distinta em cada região do país. Os resultados corroboraram com os observados por Lundgren *et al.* (2017), os quais constataram que os meses com maiores médias de precipitação no Nordeste brasileiro são abril, maio, junho e julho, destacando principalmente os três últimos meses. No caso da região Sul do país, Back *et al.* (2020) constataram que a frequência das maiores médias de precipitação acontece entre os meses de setembro e dezembro, sendo os meses de outubro, novembro e dezembro os meses com maiores concentrações das chuvas. A evapotranspiração apresentou um comportamento relativamente semelhante durante toda a série histórica, com exceção da década de 2010 onde verificou-se as maiores taxas evapotranspirométricas. É possível que o aumento das taxas evapotranspirométricas em Propriá estejam ligadas ao aumento dos valores de temperatura média do ar nas últimas décadas. Silva *et al.* (2017), em estudo realizado sobre as tendências climáticas na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, nos períodos de 1961 a 2015, pode observar um aumento nas taxas de variação da ETo na ordem de $2,424 \text{ mm.ano}^{-1}$ na média da bacia, aliado ao aumento da temperatura média do ar, contribuindo para o acréscimo da ETo ao longo do período de estudo.

CONCLUSÕES: Mediante os resultados apresentados foi possível concluir que o melhor período para a semeadura do milho no município de Propriá denota-se entre 01/abril e 15/maio com o melhor dia correspondendo ao dia 01/maio.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado concedida ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS:

BACK, A. J.; SÔNAGO, M.; PEREIRA, J. R. Índices de concentração de chuvas da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, 2020

BEIRAGI, M. A.; EBRAHIMI, M.; MOSTAFAVI, K.; GOLBASHY, M.; KHORASANI, S. K. A study of morphological basis of corn (*Zea mays* L.) yield under drought stress condition using correlation and path coefficient analysis. **Journal of Cereals and Oilseeds**, Lagos, v. 2, n. 2, p. 32-37, 2011.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MULLER, A. G.; COMIRAN, F; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 9.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2019

BRACHTVOGEL, E.L. et al. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2334-2339, 2009.

FERRAZ, E.C. Fisiologia. In: Cultura e adubação do milho. São Paulo: **Instituto Brasileiro de Potassa**, 1966. p. 369-379.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

FRANÇA, R. V.; MEDEIROS, R. M.; ARAÚJO, W. R.; Holanda, R. M. Balanço hídrico e suas variabilidades em período de El Niño e La Niña visando às oscilações erosivas em Amparo de São Francisco –Sergipe –Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020

GREATREX, H. The Application of Seasonal Rainfall Forecasts and Satellite Rainfall Estimates to Seasonal Crop Yield Forecasting for Africa. **Tese de Doutorado**, University of Reading, 2012.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering Agriculture**, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; FILHO, R. N. A.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

KÖPP, L. M.; PEITER, M. X.; BEN, L. H. B.; NOGUEIRA, H. M. C. M.; PADRÓN, R. A. R.; ROBAINA, A. D.; BUSKE, T. C. Simulação da necessidade hídrica e estimativa de produtividade para cultura do milho em municípios do RS. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, 2015

KÖPPEN, W., 1936: Das geographische System der Klimate. – KÖPPEN, W., R. GEIGER (Eds.): Handbuch der Klimatologie. – **Gebrüder Bornträger**, Berlin, 1, 1–44, part C.

LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, I. F.; LUNDGREN, G. A. Estimativa pluviométrica através das técnicas da krigagem e cokrigagem no Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 33, 2017

SALES, R. A.; LOUZADA, J. M.; OLIVEIRA, E. C.; PINHEIRO, M. A. B.; SALES, R. A. Estimativa das necessidades hídricas do milho cultivado nas condições edafoclimáticas de São Mateus – ES. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n.23, 2016

SILVA, N.D. Estimativa, Análise Espacial e Temporal da Evapotranspiração de Referência (ET_o) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017

TEIXEIRA, A.H.C.; HERNANDEZ, F.B.T.; ANDRADE, R.G.; LEIVAS, J.F.; VICTORIA, D.C.; BOLFE, L.E. Irrigation performance assessments for corn crop with landsat imagens in the São Paulo State, Brazil. **Water Resources and Irrigation Management**, v.3, n.2, p. 91 - 100, 2014.