



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE TRABALHO DE UM TRATOR NEW**  
**HOLLAND MODELO TL75E - 4X2 TDA**

**ATOS SIQUEIRA SANTOS**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito básico para conclusão do Curso de Agronomia.

Orientador (a)

**Carlos Alberto Teixeira**

**SERRA TALHADA**  
**PERNAMBUCO – BRASIL**  
**2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

S237a Santos, Atos Siqueira

Avaliação de parâmetros de trabalho de um trator new holland modelo tl75e - 4x2 tda / Atos Siqueira Santos. – Serra Talhada, 2019.  
31 f.: il.

Orientador: Carlos Alberto Teixeira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências.

1. Mecanização agrícola. 2. Tacômetro. 3. Velocidade de deslocamento. I. Teixeira, Carlos Alberto, orient. II. Título.

CDD 630

**ATOS SIQUEIRA SANTOS**

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE TRABALHO DE UM TRATOR NEW  
HOLLAND MODELO TL75E - 4X2 TDA**

Monografia apresentada ao Curso de  
Agronomia da Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, como requisito  
básico para conclusão do Curso de  
Agronomia.

**APROVADA em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_**

**Antônio Henrique Cardoso do Nascimento**

(UFRPE/UASt)

**Alan César Bezerra**

(UFRPE/UASt)

**Carlos Alberto Teixeira**

**(Orientador)**

**SERRA TALHADA  
PERNAMBUCO – BRASIL**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Mirtes Siqueira e Aldo Dias pelo incentivo e ajuda que apesar de serem da área de ciências humanas sempre me apoiaram na minha escolha por um curso de exatas. Aos amigos, primos, tios e minha irmã Rebeca Santos que direta ou indiretamente contribuíram para esse meu crescimento profissional. A comunidade acadêmica da UFRPE/UAST da qual fiz grandes colegas. Muito obrigado a todos que acreditaram nessa minha jornada no curso de agronomia.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus que permitiu que este momento fosse vivido por mim, A Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada e todo corpo docente pelo ensino de qualidade.

Ao meu orientador professor Dr. Carlos Alberto Teixeira, pela atenção, paciência e dedicação para realização deste trabalho.

Aos funcionários que zelam para manter em ordem e em bom funcionamento a universidade.

A direção, coordenação do curso de agronomia e ao setor de administração que realizam seu trabalho incansavelmente para que nós alunos possamos realizar um curso superior com um ensino excelente.

E a todos que fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	16
4 RESULTADOS .....	19
5 DISCUSSÃO .....	25
6 CONCLUSÃO .....	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
8 BIBLIOGRAFIA CITADA.....	29

## RESUMO

Grandes áreas ocupadas por lavouras foram e ainda são favorecidas pela mecanização dos cultivos, sendo a velocidade de trabalho das máquinas um dos fatores mais importantes na capacidade efetiva de trabalho, do conjunto mecanizado, que expressa o tempo para se trabalhar uma determinada área. As velocidades medidas em campo, coletadas de acordo com o tempo que o trator levava para percorrer um trajeto de trinta metros, delimitados por balizas, tais velocidades foram comparadas com as velocidades fornecidas pelo fabricante no decalque anexado ao paralamas do trator utilizado neste trabalho de modelo *New Holland TL75E*, estas comparações de velocidades foram mediante as diferentes combinações de gama, marcha e rotação do motor, constatou-se que as velocidades medidas em campo foram predominantemente menores que as fornecidas pelo fabricante numa amplitude entre 8 a 23% a menos. 32 combinações de gama, marcha e rotação foram adotadas para seleção de velocidade. O fabricante afirma que a aproximadamente 2200 rpm na rotação no motor, a saída no eixo da tomada de potência (TDP) seja de 540 rpm, no entanto, através de medições com o uso de tacômetro constatou-se que nesta rotação do motor, a saída na TDP foi numa média de menos 13 rpm da que informa o fabricante para esta rotação do motor. Perdas estas estão relacionadas com o desgaste natural dos componentes internos do motor, tais perdas podem interferir negativamente nos rendimentos de operações agrícolas.

Palavras-chave: Mecanização agrícola, rendimento, tacômetro, velocidade de deslocamento.

## **ABSTRACT**

Large areas occupied by crops were and still are favored by the mechanization of the crops, being the speed of work of the machines one of the most important factors in the effective working capacity of the mechanized assembly, which expresses the time, to work a certain area. The velocities measured in the field, collected according to the time the tractor took to cover a thirty-meter path, delimited by beacons, were compared with speeds provided by the manufacturer in the decal attached to the tractor paralam used in this model work New Holland TL75E, these speed comparisons were by different combinations of range, gear and engine speed, speeds measured in the field were found to be predominantly lower than those provided by the manufacturer in a range of 8 to 23% less in the 32 combinations of range, gear and rotation. The manufacturer states that at approximately 2200 rpm in the engine rotation, the output on the shaft of the power take-off (TDP) is 540 rpm, however, through measurements with the use of tachometer it was found that in this engine rotation the output in the TDP was an average of less 13 rpm than that reported by the manufacturer for this engine speed. Losses are related to periodic and preventive maintenance of the tractor as well as the natural wear and tear of the engine's internal components, such losses can adversely affect the yields of agricultural operations.

Key words: Agricultural mechanization, speed of displacement, tachometer, yield.



## 1 INTRODUÇÃO

Dados do ano de 2017 fornecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) apontam que a população mundial está com 7,6 bilhões de habitantes, espera-se ainda que a população mundial chegue a 9,8 bilhões em 2050. Neste cenário a agricultura mundial necessita atender a demanda dos consumidores dos alimentos provenientes deste setor. Para isto a incitação recorrente em conciliar produção, tecnologia, ciência e sustentabilidade.

Em comparação com a produção de grãos de 2002/2003 com a de 2015/2016, a oferta passou de 1,95 bilhão de toneladas para 2,76 bilhões ou 41,5% de acréscimo, sendo que a área cultivada, na mesma comparação, passou de 696,9 milhões de hectares para 785,5 milhões, aumento de 12,76%, o que pressupõe ganhos de produtividade por hectare cultivado com grãos (DUARTE, 2017).

Mediante o exposto com a mecanização das operações de preparo do solo, semeadura, adubação, pulverização, fenação, colheita, e diversas outras demandas de trabalhos agrícolas, torna a mecanização agrícola crucial porque melhora o desempenho dos outros suprimentos, uma vez que aumenta a produtividade da terra como da força de trabalho, permitindo o aumentar a escala de produção e reduz custos de mão de obra. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2017) a mecanização agrícola provou ser rentável mesmo para pequenos produtores, onde que por meio de cooperativas as pequenas explorações agrícolas podem compartilhar tratores e implementos, trazendo benefícios devido a sinergias com outros insumos de produção tornando o cultivo mais eficiente.

Segundo a EMBRAPA (2018) na safra 2016/2017, o Brasil alcançou seu recorde de produção de grãos e forneceu alimentos para o Brasil e para mais de 150 países em todos os continentes.

A Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2018) lançou o boletim de acompanhamento da safra brasileira de grãos para o mês de setembro de 2018, no qual mostra a receita bruta dos produtores rurais das lavouras de algodão, arroz, feijão, milho e soja da safra 2017/2018, esse levantamento estima que a receita bruta atinge o total de R\$ 216,06 bilhões. A área semeada foi estimada em 61,7 milhões de hectares com grãos, na safra 2017/2018, uma área enorme como esta sem mecanização talvez não fosse possível e ainda que fosse os custos de produção com mão de obra seriam altíssimos e refletiriam no preço do produto final. A cultura da soja teve um expressivo aumento da

área semeada, saindo de 33,91 na safra 2017 para 35,14 milhões de hectares na safra 2018, o maior entre todas as culturas avaliadas. A soja tem papel importante nas exportações, esta serve como uma das bases da alimentação animal e produção de óleo. Destaque no ganho de área nessa safra 2018 vai também para o algodão, que alcançou 1,17 milhão de hectares (ganho de 235,6 mil hectares) e do feijão segunda safra, que atingiu 1,53 milhão de hectares (aumento de 105,8 mil hectares). Houve redução na área de milho primeira e segunda safra, em relação à safra anterior, a área de milho primeira safra reduziu de 5,48 para 5,08 milhões de hectares e a área de segunda safra reduziu de 12,10 para 11,56 milhões de hectares em razão, principalmente, da expectativa futura de mercado, em que o preço do milho vinha caindo. (CONAB, 2018).

Críticas a cerca de que os agricultores brasileiros seriam os responsáveis pelo desmatamento de florestas repercutem na comunidade internacional, no entanto dados da Agência Espacial Norte-Americana (NASA) datados em novembro de 2017, o Brasil utiliza apenas 7,6% do território com lavouras, o que representa 63.994.479 hectares, enquanto a maior parte dos países utiliza cerca de 20 a 30% de seu território com agricultura. O mesmo levantamento aponta que 66% do território brasileiro é destinado a proteção e preservação da vegetação nativa. As maiores áreas cultivadas estão na Índia (179,8 milhões de hectares), seguida dos Estados Unidos (167,8 milhões de hectares), na China (165,2 milhões de hectares) e na Rússia (155,8 milhões de hectares). O Brasil ocupa o 5º lugar em área cultivada no mundo (MAPA, 2017). A abertura de fronteiras agrícolas o potencial em mecanização e tecnologia no campo é um fator importante para uma agricultura brasileira sustentável.

Em comparativo com o trabalho manual no campo, a mecanização agrícola permite trabalhar uma área muito maior em menos tempo e com menos custo de mão de obra, fazendo o uso do trabalho manual em áreas maiores seria dispendioso. Há também uma melhoria do ambiente de trabalho nos casos onde o trator conta com cabine climatizada, protegido do calor, da poeira, do ruído e ataque de insetos.

A expansão do plantio direto, só foi possível após o desenvolvimento de máquinas semeadoras adubadoras que executassem a operação de forma correta e eficiente em condições operacionais. Mecanização agrícola é uma tecnologia fundamental para vencer o desafio de alimentar uma população crescente.

Este trabalho tem como objetivo comparar as velocidades fornecidas pelo decalque do fabricante do trator *New Holland* modelo TL75E e as determinadas em testes de campo, bem como o impacto que elas podem ter no rendimento operacional nas

operações de agrícolas. As informações de velocidades obtidas neste trabalho pode permitir uma seleção correta de gama, marcha e rotação do motor, no decorrer das necessidades de cada operação agrícola. Objetivou-se também avaliar se a rotação na tomada de potência do trator corresponde a 540 rpm para rotação de 2200 rpm no motor do trator fazendo o uso de tacômetro digital.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A agricultura até o século XVIII, contava apenas com ferramentas agrícolas rústicas feitas de madeira e/ou ferro e com a tração animal. Foi no século XIX que iniciou a mecanização da agricultura, fato este que possibilitou uma elevada oferta de produtos agrícolas no mundo, devido a ganhos e em produtividade e trabalho. O setor de mecanização agrícola, desde então, vem evoluindo e tem avançando em tecnologias (VIAN, 2013). Com a revolução industrial do século XIX, houve um grande aumento da população urbana, e a crescente demanda por alimento, surgindo a necessidade de aumento da produtividade no campo (FONSECA, 1990). O mercado de tratores e implementos agrícolas no século XX estava se desenvolvendo em razão da elevação dos preços de produtos agrícolas e da escassez de mão de obra no campo.

O trator passou por uma série de evoluções desde que surgiu, e segundo Sartti Sabbatini e Vian (2009) a tendência no mercado de tratores e colhedoras atuais são os de maior potência e automação das máquinas, o que pode permitir maior eficiência de trabalho.

A modernização da agricultura trouxe inovações mecânicas, químicas e genéticas. Permitindo a completa mecanização do cultivo das culturas mais importantes, fazendo o uso do melhoramento genético foi possível selecionar genótipos de plantas com caracteres agrônômicos adaptados à colheita mecânica, plantas estas de alto rendimento e mais dependente de aplicações intensivas de fertilizantes e de produtos químicos (GOODMAN e WILKINSON, 2008).

Segundo Galetti (1981) os tratores agrícolas são máquinas movidas a motor de combustão interna, a grande maioria possui motor a óleo diesel. Os tratores podem ser de roda, esteira ou semi-esteira. O acoplamento é a operação de engate do implemento ao trator, ou outra fonte de potência.

Tratores agrícolas tem como funções básicas tracionar máquinas e implementos de arrasto, tais como arado, grades, adubadoras, carretas, entre outros, através da barra de tração. Serve ainda para acionar máquinas estacionárias como é o caso das trilhadoras, batedoras de cereais, bombas de recalque d'água, por meio da tomada de potência (TDP). Os Tratores agrícolas também acionam e tracionam simultaneamente mecanismo de segadoras, colhedoras, pulverizadores, para isso usa-se a barra de tração ou o sistema de levante hidráulico de 3 pontos e a tomada de potência. Podem ainda tracionar e carregar máquinas e implementos montados tais como arado, grades, semeadoras, cultivadores,

plantadores, por meio do engate de 3 pontos e o levantamento hidráulico (MIALHE, 1980). Quanto ao tipo de rodado os tratores agrícolas podem ser: (1) Trator 4x2 (tração simples) - onde as rodas traseiras possuem função de tração enquanto as dianteiras apenas função direcional – (2) Trator 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar) – As rodas dianteiras deste tipo de trator possuem função direcional e são providas de tração – (3) Trator 4x4 – os tratores denominados de “4x4” possuem todas as rodas com dimensões iguais, com tração constante.

A tomada de potência (TDP) trata-se de um eixo estriado localizado na parte traseira do trator, acima da barra de tração, tendo como função transmitir potência do motor (torque e rotação) para acionamento de máquinas agrícolas acopladas ao trator. Os fabricantes de máquinas agrícolas precisam saber qual a rotação de trabalho da máquina para poder estimar a potência necessária para seu funcionamento, surgindo assim a necessidade de uma padronização da rotação da TDP para permitir o acoplamento de máquinas agrícolas ao trator. Assim, as TDP são projetadas para trabalhar em duas rotações padronizadas: 540 e 1000 rpm.

O trator a ser usado no presente trabalho é do modelo Trator *New Holland* 4x2 TDA, o qual a transmissão mecânica se dá pela caixa de transmissão que porta duas alavancas, (1) Alavanca das mudanças onde se tem a opção de selecionar 4 velocidades para 1ª, 2ª, 3ª e 4ª marcha. (2) Alavanca das gamas de força possui três gamas distintas I, II e III.

A eficiência das operações mecanizadas é feita em função da velocidade do trator, largura de trabalho do implemento agrícola e das características físicas da área a ser trabalhada, sendo assim, a velocidade de trabalho do trator influencia diretamente no rendimento destas operações, com isso é essencial que a velocidade do trator seja determinada de forma precisa. Nos tratores normalmente esta velocidade é fornecida por um decalque que fica colado no paralamas do trator, Figura 1, *New Holland* (2014).

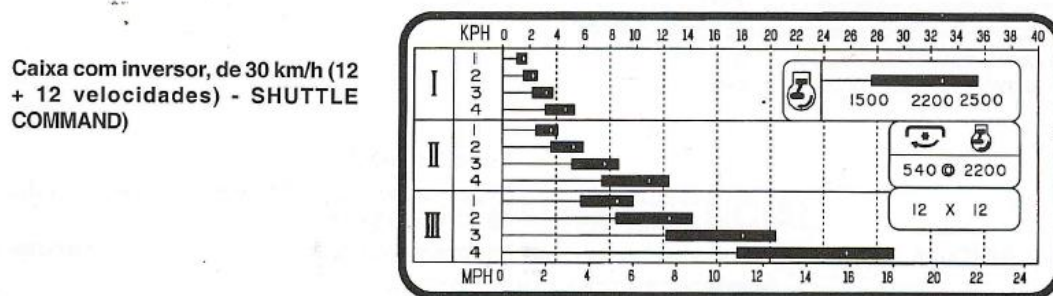


Figura 1. Decalque de velocidades do trator New Holland TL75E. FONTE: Manual do Operador.

O bom desempenho do trator e baixo consumo de combustível está diretamente ligado a seleção de marcha e rotação correta. Sendo a velocidade compatível com as características do terreno, tipo da tarefa espaçamento de plantio e o implemento que o trator irá trabalhar.

Nos manuais técnicos a velocidade recomendada para operação de aração é de 5 km/h; para gradagem igual a 7 km/h. Segundo o manual de instruções da máquina semeadora adubadora de plantio direto da empresa TATÚ - *MARCHESAN* - são indicadas velocidades para maximizar o semeio, segue: (i) 5 a 6 km/h para o plantio de milho ou girassol; (ii) 6 km/h para o plantio de feijão, sorgo ou algodão deslindado em ácido; e (iii) 7 km/h para o plantio de soja (BALASTREIRE, 2005).

Na condução de um trator agrícola deve ser evitado o deslocamento em velocidades excessivas, que em muitos casos é a causa de acidentes. De igual modo ao descer uma ladeira o uso do freio motor e freio do trator é indispensável, jamais nessa situação pisar na embreagem ou descer em ponto morto. A troca de marcha deve ser evitada no meio de decidas ou subidas.

A capacidade efetiva de trabalho é a relação entre área trabalhada em hectare por tempo em horas ( $\text{hah}^{-1}$ ) mediante o desempenho da operação. O cálculo da capacidade efetiva de trabalho ( $C_{ef}$ ), é em função da velocidade de operação ( $v$ ) em  $\text{km h}^{-1}$ , da largura de trabalho da máquina ( $L$ ) em metro, da eficiência de campo ( $e$ ) expressa em decimal, e uma constante. O cálculo da capacidade efetiva de trabalho adotado por Molin e Milan (2002) foi por meio da equação [ $C_{ef} = v \times L \times e / 10$ ].

A velocidade de deslocamento de um trator sofre influência das condições da superfície do solo, e reflete no rendimento de operação, segundo Jenane e Bashford (2000) a máxima eficiência que um trator pode obter numa superfície de solo firme é de 90%, e em solo solto 70% na velocidade de trabalho.

O painel de um trator em sua maioria possui o conta giro o qual marca a rotação do motor em rpm (rotação por minuto) este aumenta concomitantemente com aumento também da aceleração, porém geralmente não possuem no painel um velocímetro.

A velocidade que um trator necessita atingir para uma determinada atividade agrícola é em razão numa dada combinação de marcha, gama de força e rotação do motor. Sendo assim para escolha de uma velocidade adequada a operação desejada, deve se determinar a rotação a ser usada no motor de acordo com a tabela de escala de velocidade.

Em termos de segurança a velocidade de operação não deve ultrapassar  $8 \text{ km h}^{-1}$ , mas em situações excepcionais requer uma velocidade acima disso, como medidas emergenciais, por exemplo, agricultores para não perder dezenas de hectares por incêndio, em regiões como a do cerrado que é recorrente este problema, para conter o fogo o corpo de bombeiros recomenda a criação de aceiros. Para isto, agricultores no combate a incêndio nas lavouras, usam o trator na operação de gradagem para eliminar ou cortar a continuidade do fogo por meio de aceiros, numa velocidade maior do que a comumente usada em operações convencionais. Os métodos e combate aos incêndios em vegetação baseiam-se nos elementos do triângulo do fogo, ou seja, eliminação do combustível, oxigênio ou calor.

O conhecimento da velocidade de um trator tem por finalidade saber o tempo de operação que levará para trabalhar uma determinada área, estimar o consumo de combustível, calcular a capacidade efetiva de trabalho, espaçamento entre plantas, quantidade de deposição de fertilizantes e agrotóxicos. Fatores relevantes no gerenciamento da utilização de maquinaria agrícola numa associação entre terra, trabalho e retorno, se a atividade a ser exercida trará um lucro satisfatório ao agricultor.

Quanto maior a rotação do motor, maior será o consumo de combustível, isto se dá devido a relação que se tem da aceleração e rotação do motor, ao acelerar gradativamente o trator será injetado proporcionalmente mais combustível. Esta informação é importante para uma alocação de alavancas de transmissão mecânicas de forma que se atinja uma velocidade desejada com o mínimo de rotação, economizando assim combustível.

Na mecanização dos cultivos, o consumo de combustível, segundo Corrêa et al., (1999), é influenciado por fatores como: adequação e condição do conjunto trator-implemento, profundidade de operação, tipo e condição do solo, tempo de manobras e o número de operações agrícolas requeridas durante a produção.

Na operação da tomada de potência (TDP), o eixo da TDP não deve estar girando no momento antes de acoplar ou desacoplar dado equipamento por ele acionado, por medidas de segurança não se aproximar da TDP utilizando roupas largas ou folgadas, pois estas podem se prender em uma das partes rotativas causando acidentes. Quando não estiver sendo usada a tomada de potência deve ser desligada e mantida o seu devido protetor. É importante garantir que a rotação do motor seja aquela que corresponda a 540 rpm para eixos cardan de seis estrias e 1000 rpm para eixos de vinte e uma estrias.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada-PE a partir de setembro de 2017. No que se trata das características do local, os testes foram realizados em piso de concreto, com terreno plano (figura 2).



**Figura 2** Condições do local.

Foi utilizado para realização do experimento um trator *New Holland* modelo TL75E. Nestes tratores há um gráfico de velocidades que relaciona gama de força, marchas e rotação para determinação da velocidade de trabalho do trator. Com relação ao estado de conservação dos pneus, os mesmos se encontravam no final de sua vida útil. O trator utilizado neste trabalho tem cerca de sete (7) anos de idade, com 1300 horas de funcionamento. A manutenção geral do trator é boa.

Sendo a velocidade uma relação entre distância percorrida por um determinado tempo, para calcular a velocidade, foi escolhido um trajeto de 30 metros marcados com duas balizas e cronometrados os diferentes tempos em que o trator levava para percorrer o trajeto, ressaltando que o trator vinha funcionando numa velocidade continua a no mínimo cinco metros antes da primeira baliza. Foram medidas as velocidades escalares nas seguintes combinações de gama de força, marchas e rotação do motor, recomendadas pelo fabricante, com três repetições, como descrito a seguir:

- Sequência na rotação de 1500 rpm



- i) 1ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- ii) 2ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- iii) 3ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- iv) 4ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- v) 1ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- vi) 2ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- vii) 3ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- viii) 4ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- ix) 1ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- x) 2ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- xi) 3ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
- xii) 4ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 1500 rpm
  
- Sequência na rotação de 2200 rpm
- xiii) 1ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xiv) 2ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xv) 3ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xvi) 4ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xvii) 1ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xviii) 2ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- ixx) 3ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xx) 4ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xxi) 1ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xxii) 2ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xxiii) 3ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm
- xxiv) 4ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2200 rpm

- Seqüência na rotação de 2500 rpm
- xxv) 1ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxvi) 2ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxvii) 3ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxviii) 4ª marcha, 1ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxix) 1ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxx) 2ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxxi) 3ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxxii) 4ª marcha, 2ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxxiii) 1ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxxix) 2ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxxv) 3ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm
- xxxvi) 4ª marcha, 3ª gama de força, rotação igual a 2500 rpm

Para verificação da rotação de 540 rpm na TDP do trator, foi utilizado um tacômetro digital ótico da marca *Simpla* modelo TC34, este aparelho tem como princípio de funcionamento baseado na emissão de um laser, que ao ser refletido pelo objeto em rotação é detectado e contado a quantidade de reflexos por segundo, este modelo de tacômetro vem com uma fita reflexiva a qual foi adesivada no eixo da TDP, sendo realizadas três (3) repetições das leituras. A uma rotação de 2200 rpm no motor do trator, segundo o fabricante corresponde a uma rotação de 540 rpm no eixo de seis estrias na TDP do trator usado neste presente trabalho,



**Figura 3** tacômetro digital ótico da marca *Simpla* modelo TC34.

## 4 RESULTADOS

Por meio do programa Excel, foram geradas tabelas que indicam os resultados das velocidades medidas em campo, nas diferentes combinações de transmissão mecânica, em três (3) repetições, para as diferentes velocidades nas rotações de 1500 rpm (Tabelas 1, 2 e 3), 2200 rpm (Tabelas 4, 5 e 6) e 2500 rpm (Tabelas 7, 8 e 9) como observadas seguir:

Tabela 1. Dados medidos de velocidade na rotação de 1500 rpm, 1ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	1500 rpm (1ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	2	120	1	121	30	0,248	0,893
	2ª	1	60	23	83	30	0,361	1,301
	3ª	0	0	59	59	30	0,508	1,831
	4ª	0	0	40	40	30	0,750	2,700
2	1ª	0	0	51	51	30	0,588	2,118
	2ª	0	0	35	35	30	0,857	3,086
	3ª	0	0	24	24	30	1,250	4,500
	4ª	0	0	17	17	30	1,765	6,353
3	1ª	0	0	21	21	30	1,429	5,143
	2ª	0	0	15	15	30	2,000	7,200
	3ª	0	0	11	11	30	2,727	9,818
	4ª	0	0	7	7	30	4,286	15,429

De acordo com a Tabela 1 a velocidade medida na combinação 3ª gama de força, 1ª marcha na rotação 1500 rpm foi igual a 5,14 km.h<sup>-1</sup>. Esta é uma das combinações mais utilizadas na operação mecanizada de aração.

Tabela 2. Dados medidos de velocidade na rotação de 1500 rpm, 2ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	1500 rpm (2ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	2	120	1	121	30	0,248	0,893
	2ª	1	60	23	83	30	0,361	1,301
	3ª	0	0	57	57	30	0,526	1,895
	4ª	0	0	40	40	30	0,750	2,700
2	1ª	0	0	51	51	30	0,588	2,118
	2ª	0	0	35	35	30	0,857	3,086
	3ª	0	0	24	24	30	1,250	4,500
	4ª	0	0	17	17	30	1,765	6,353
3	1ª	0	0	21	21	30	1,429	5,143
	2ª	0	0	15	15	30	2,000	7,200
	3ª	0	0	11	11	30	2,727	9,818
	4ª	0	0	8	8	30	3,750	13,500

Tabela 3. Dados medidos de velocidade na rotação de 1500 rpm, 3ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	1500 rpm (3ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	2	120	1	121	30	0,248	0,893
	2ª	1	60	23	83	30	0,361	1,301
	3ª	0	0	57	57	30	0,526	1,895
	4ª	0	0	40	40	30	0,750	2,700
2	1ª	0	0	51	51	30	0,588	2,118
	2ª	0	0	35	35	30	0,857	3,086
	3ª	0	0	24	24	30	1,250	4,500
	4ª	0	0	17	17	30	1,765	6,353
3	1ª	0	0	21	21	30	1,429	5,143
	2ª	0	0	15	15	30	2,000	7,200
	3ª	0	0	10	10	30	3,000	10,800
	4ª	0	0	8	8	30	3,750	13,500

Tabela 4. Dados medidos de velocidade na rotação de 2200 rpm, 1ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	2200 rpm (1ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	1	60	22	82	30	0,366	1,317
	2ª	0	0	56	56	30	0,536	1,929
	3ª	0	0	38	38	30	0,789	2,842
	4ª	0	0	27	27	30	1,111	4,000
2	1ª	0	0	34	34	30	0,882	3,176
	2ª	0	0	23	23	30	1,304	4,696
	3ª	0	0	16	16	30	1,875	6,750
	4ª	0	0	11	11	30	2,727	9,818
3	1ª	0	0	14	14	30	2,143	7,714
	2ª	0	0	10	10	30	3,000	10,800
	3ª	0	0	7	7	30	4,286	15,429
	4ª	0	0	5	5	30	6,000	21,600

Tabela 5. Dados medidos de velocidade na rotação de 2200 rpm, 2ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	2200 rpm (2ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	1	60	21	81	30	0,370	1,333
	2ª	0	0	56	56	30	0,536	1,929
	3ª	0	0	38	38	30	0,789	2,842
	4ª	0	0	27	27	30	1,111	4,000
2	1ª	0	0	34	34	30	0,882	3,176
	2ª	0	0	23	23	30	1,304	4,696
	3ª	0	0	16	16	30	1,875	6,750
	4ª	0	0	11	11	30	2,727	9,818
3	1ª	0	0	15	15	30	2,000	7,200
	2ª	0	0	10	10	30	3,000	10,800
	3ª	0	0	7	7	30	4,286	15,429
	4ª	0	0	5	5	30	6,000	21,600

Tabela 6. Dados medidos de velocidade na rotação de 2200 rpm, 3ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	2200 rpm (3ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	1	60	22	82	30	0,366	1,317
	2ª	0	0	56	56	30	0,536	1,929
	3ª	0	0	38	38	30	0,789	2,842
	4ª	0	0	27	27	30	1,111	4,000
2	1ª	0	0	34	34	30	0,882	3,176
	2ª	0	0	23	23	30	1,304	4,696
	3ª	0	0	16	16	30	1,875	6,750
	4ª	0	0	11	11	30	2,727	9,818
3	1ª	0	0	14	14	30	2,143	7,714
	2ª	0	0	10	10	30	3,000	10,800
	3ª	0	0	7	7	30	4,286	15,429
	4ª	0	0	5	5	30	6,000	21,600

Tabela 7. Dados medidos de velocidade na rotação de 2500 rpm, 1ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	2500 rpm (1ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	1	60	11	71	30	0,423	1,521
	2ª	0	0	49	49	30	0,612	2,204
	3ª	0	0	31	31	30	0,968	3,484
	4ª	0	0	23	23	30	1,304	4,696
2	1ª	0	0	30	30	30	1,000	3,600
	2ª	0	0	21	21	30	1,429	5,143
	3ª	0	0	14	14	30	2,143	7,714
	4ª	0	0	10	10	30	3,000	10,800
3	1ª	0	0	13	13	30	2,308	8,308
	2ª	0	0	9	9	30	3,333	12,000
	3ª	0	0	6	6	30	5,000	18,000
	4ª	0	0	3	3	30	10,000	36,000

Tabela 8. Dados medidos de velocidade na rotação de 2500 rpm, 2ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	2500 rpm (2ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	1	60	11	71	30	0,423	1,521
	2ª	0	0	49	49	30	0,612	2,204
	3ª	0	0	31	31	30	0,968	3,484
	4ª	0	0	23	23	30	1,304	4,696
2	1ª	0	0	30	30	30	1,000	3,600
	2ª	0	0	21	21	30	1,429	5,143
	3ª	0	0	14	14	30	2,143	7,714
	4ª	0	0	10	10	30	3,000	10,800
3	1ª	0	0	13	13	30	2,308	8,308
	2ª	0	0	9	9	30	3,333	12,000
	3ª	0	0	6	6	30	5,000	18,000
	4ª	0	0	3	3	30	10,000	36,000

Tabela 9. Dados medidos de velocidade na rotação de 2500 rpm, 3ª repetição.

Gamas de força do trator	Marcha	2500 rpm (3ª repetição)				distância (m)	velocidade	
		min	min*60	seg	s		m/s	km/h
1	1ª	1	60	11	71	30	0,423	1,521
	2ª	0	0	49	49	30	0,612	2,204
	3ª	0	0	31	31	30	0,968	3,484
	4ª	0	0	23	23	30	1,304	4,696
2	1ª	0	0	30	30	30	1,000	3,600
	2ª	0	0	21	21	30	1,429	5,143
	3ª	0	0	14	14	30	2,143	7,714
	4ª	0	0	10	10	30	3,000	10,800
3	1ª	0	0	13	13	30	2,308	8,308
	2ª	0	0	9	9	30	3,333	12,000
	3ª	0	0	6	6	30	5,000	18,000
	4ª	0	0	3	3	30	10,000	36,000

Posteriormente, foram obtidos os valores das velocidades médias nas devidas combinações de gama, marcha e rotação, mostradas na Tabela 10. Com destaque na tabela 10 para as velocidade de trabalho mais utilizadas nas operações agrícolas.

Os valores das velocidades médias medidas em campo (Tabela 10), foram comparadas com os valores das velocidades fornecidas no decalque de velocidades do trator *New Holland TL75E* (Figura 1) que consta no manual do operador e que foi expressa na Tabela 11.

Tabela 10. Dados medidos em campo, valores médios de velocidade a 1500, 2200 e 2500 rpm.

Gamas de força do trator	Marcha	Velocidade (km/h)		
		1500rpm	2200rpm	2500rpm
1	1ª	0,893	1,322	1,521
	2ª	1,301	1,929	2,204
	3ª	1,873	2,842	3,484
	4ª	2,700	4,000	4,696
2	1ª	2,118	3,176	3,600
	2ª	3,086	4,696	5,143
	3ª	4,500	6,750	7,714
	4ª	6,353	9,818	10,800
3	1ª	5,143	7,543	8,308
	2ª	7,200	10,800	12,000
	3ª	10,145	15,429	18,000
	4ª	14,143	21,600	36,000

Tabela 11. Decalque de velocidades – Gráfico da empresa *New Holland*.

Gamas de força do trator	Marcha	Velocidade (km/h)		
		1500rpm	2200rpm	2500rpm
1	1ª	1,000	1,700	1,900
	2ª	1,700	2,200	2,500
	3ª	2,100	3,200	3,800
	4ª	3,200	4,500	5,400
2	1ª	2,400	3,800	4,100
	2ª	3,800	5,400	6,000
	3ª	5,200	7,800	8,600
	4ª	7,700	11,200	12,200
3	1ª	5,900	8,500	9,900
	2ª	8,400	12,400	14,200
	3ª	12,200	18,000	20,300
	4ª	17,800	26,000	29,400

A Tabela 11 mostra as velocidades determinadas analisando o decalque oferecido pela fabricante para as gamas de força, marcha e rotação considerados neste estudo.

Foi feita uma comparação entre os valores medido e apresentado pelo fabricante, ou seja, os do decalque versus o teste de campo (Tabela 12).

Tabela 12. Variação percentual da velocidade medida versus decalque.

Diferença de valor da velocidade				
Gamas de força do trator	Marcha	velocidade km/h		
		1500rpm	2200rpm	2500rpm
1	1ª	11%	22%	20%
	2ª	23%	12%	12%
	3ª	11%	11%	8%
	4ª	16%	11%	13%
2	1ª	12%	16%	12%
	2ª	19%	13%	14%
	3ª	13%	13%	10%
	4ª	17%	12%	11%
3	1ª	13%	11%	16%
	2ª	14%	13%	15%
	3ª	17%	14%	11%
	4ª	21%	17%	-22%

Quanto a rotação do eixo da tomada de potência (TDP), aferidas pelo tacômetro a uma rotação do motor do trator de 2200 rpm, a média destas leituras foi de 527 rpm, 2,4% a menos que o fabricante indica para esta rotação do motor, pra este modelo de trator com

eixo cardam de seis estrias a 2200 rpm segundo o manual do operador era pra ter uma rotação de 540 rpm.



## 5 DISCUSSÃO

A amplitude de variação das velocidades medidas em campo, comparadas com as fornecidas pelo fabricante, bem com a para o trator usado nesse presente trabalho apresentaram velocidades menores do que as foram fornecidas pelo fabricante, variações que flutuaram entre 8% e 23% para as distintas combinações de transmissão mecânica. Apenas na combinação 3ª gama de força, 4ª marcha e rotação de 2500 rpm, que a velocidade medida em campo de  $36 \text{ kmh}^{-1}$  foi maior do que a fornecida pelo fabricante que para a mesma combinação indica  $29,4 \text{ kmh}^{-1}$ .

Como a velocidade é diretamente proporcional a capacidade efetiva de trabalho, velocidades menores que as adequadas para determinado operação agrícola pode resultar em perdas da capacidade efetiva de trabalho, aumentando o tempo que se levaria para trabalhar uma determinada área, que reflete no aumento também do custo hora máquina, visto que o trator utilizado neste presente trabalho apresentou entre 8% a 23% de perdas de velocidade mediante as combinações de gama, marcha e rotação. Outra constatação é que este decalque de velocidade deveria ser modificado de acordo com o uso do trator no decorrer dos anos.

Esta perda de velocidade pode ser em decorrência do desgaste natural das peças em decorrência do uso. O estado de conservação dos pneus pode estar influenciando também nas perdas de velocidade.

A velocidade como fator preponderante, na capacidade efetiva de trabalho, influência o tempo gasto para trabalhar uma determinada área, onde se trabalhando numa velocidade abaixo da recomendada, para determinada operação agrícola, aumentará o tempo para realizar a operação, que por sua vez surtirá aumento no custo da hora de trabalho da máquina, que em grandes áreas e com frequentes operações poderá ter custos significativamente elevados. Segundo Silva (2009) os custos de produção podem ser reduzidos quando há aumento na eficiência de campo mediante determinada operação mecanizada do cultivo, visto que a eficiência de campo é a razão entre em razão do tempo operacional efetivo e o tempo total de campo.

A velocidade medida em campo que foi maior do que a fornecida pelo fabricante, provavelmente seja devido a habilidade do operador do cronômetro visto que nesta combinação de 3ª gama de força, 4ª marcha e rotação de 2500 rpm o trator atinge a maior velocidade medida em campo de  $36 \text{ kmh}^{-1}$ .

Se tratando do fator velocidade de deslocamento, este pode ser afetado pela exigência de potência da máquina tracionada, potência fornecida pela unidade tratora, bem como a resistência ao rolamento, inclinação do terreno, qualidade do trabalho, rugosidade do terreno, obstáculos, etc (RICHEY et al., 1961).

Através desse trabalho, foi possível verificar que otimizando o desempenho do trator, inerentes a velocidade de deslocamento adequada a uma operação agrícola, pode-se aumentar a capacidade de campo. Como por exemplo para operação de gradagem leve segundo Silva (2009) para o trator *New Holland* TL 75 com grade niveladora 48X22'' a capacidade efetiva de campo é de  $4\text{hah}^{-1}$ , no entanto, o trator em estudo apresentou 11 a 14% abaixo de velocidades indicada pelo fabricante a capacidade de campo também é reduzida, ou seja, se apresenta velocidades abaixo do que informa o fabricante ao invés de fazer 4 hectares para a situação anterior o presente trator faria menos que isso.

## 6 CONCLUSÃO

Nas principais velocidades de trabalho ideais a operações agrícolas destacadas na tabela 10, o trator que participou deste experimento está operando a uma velocidade menor na amplitude de 11 a 14% do que o fabricante informa. Mediante a comparação entre valores de velocidade média medidos em campo e os valores de velocidades fornecidos pela empresa *New Holland* para este modelo de trator, velocidade abaixo do ideal para uma operação agrícola pode influenciar na capacidade efetiva de trabalho, aumentando o tempo para se trabalhar uma determinada área. É necessário que o decalque dos fabricantes de tratores agrícolas seja modificado com o decorrer dos anos, devido ao desgaste natural das máquinas. Enquanto a rotação de saída na TDP medida em campo foi de menos 13 rpm que a fornecida pelo fabricante. Esta pequena diferença não tem caráter relevante.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A importância do conhecimento de velocidade de trabalho não se resume apenas no rendimento das operações agrícolas. A constatação de velocidade abaixo do indicado para operações de adubações e pulverizações, reflete em uma maior deposição de fertilizantes e produtos químicos na área, quantidades além da recomendação técnica, a qual deve se adequar para operar numa velocidade correta. Para cada operação uma velocidade ideal é muito importante. No estudo de capacidade efetiva de trabalho, a velocidade desempenha um fator chave, estudos futuros poderão ser realizados em diferentes pisos e com implementos acoplados ao trator. A adoção de uma manutenção correta é essencial para evitar perdas exageradas relativas a velocidade de deslocamento do trator. No mais a tecnologia, ciência e sustentabilidade são essenciais para o futuro da agricultura.

## 8 BIBLIOGRAFIA CITADA

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Piracicaba. Editora Manole Ltda. 2005. 322p.

CONAB. **Monitoramento agrícola grãos**. V. 5 - SAFRA 2017/18- N. 12 - Décimo segundo levantamento CONAB; SETEMBRO 2018.

CORRÊA, I. M. ; YANAI, K.; MAZIERO, J. V. G.; LANÇAS, K. P. (1999) **Determinação da circunferência de rolamento de pneus agrícolas utilizando dois métodos: manual e eletrônico**. Bragantia, Campinas, v. 58, n. 1, p. 179-184.

DUARTE, B. S. **Cenário do agronegócio mundial I**. Disponível em : < <https://www.cnabrazil.org.br/artigos/cenario-do-agronegocio-mundial-i> >. Sistema CNA/SENAR/ICNA. Acesso em: 18 de set. de 2018.

EMBRAPA. **Visão 2030 : O futuro da agricultura brasileira**. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 212 p.

FAO. **EL estado mundial de la agricultura y la alimentacion aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural inclusiva**. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2017. Disponível em : < <http://www.fao.org/3/a-I7658s.pdf> > . Acesso em: 18 de set. de 2018.

FAO. **Apesar de baixa fertilidade, mundo terá 9,8 bilhões de pessoas em 2050**. ONU (Organização das Nações Unidas) 2017. Disponível em : < <https://nacoesunidas.org/apesar-de-baixa-fertilidade-mundo-tera-98-bilhoes-de-pessoas-em-2050/> > . Acesso em: 18 de set. de 2018.

FONSECA, M. D. G. D. **Concorrência e progresso técnica indústria de máquinas para agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas**. 1990. 268 (Doutorado). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo.

GOODMAN, D., SORJ, B., and WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional** [online]. Rio de Janeiro: Centro

Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. A apropriação industrial do processo de produção rural. pp. 6-49.

SILVA, G. F. **Análise de custos operacionais e eficiência gerencial para conjuntos trator-implemento em operações agrícolas.** Universidade de São Paulo; Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; Departamento de Engenharia Rural. Piracicaba/SP. dez. de 2009.

JENANE, C., BASHFORD, L. L. (2000) **Tractive performance of a mechanical front-wheel assist tractor as related to forward speeds.** Journal of Agricultural Engineering Research, Silsoe Research Institute. V.77, p.221-226.

MAPA, **Lavouras são apenas 7,6% do Brasil, segundo a NASA.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/dados-da-nasa-demonstram-que-apenas-7-6-da-area-do-brasil-e-ocupada-por-lavouras>> Acesso em: 10 de jan. de 2018.

MIALHE, L. G. **Máquinas motoras na agricultura.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1980. v. 1. 290p.

MOLIN, J. P.; Milan, M. **Trator-implemento: dimensionamento. Capacidade operacional e custo.** In: Gonçalves, J. L. M.; Stape, J. L. (ed.) Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: Instituto de Pesquisas Florestais, 2002. p. 409-436.

NEW HOLLAND. **Catalogo: Manual do Operador NH TL 75.** Ano de fabricação 2011.

SARTI, F.; SABBATINI, R.; VIAN, C. E. F. **PROJETO PIB: Perspectivas do Investimento em Mecânica. Projeto PIB,** Campinas, n. 7, p. 160, 2009.

SILVEIRA, Gastão M. da; YANAI, Kyoshi; KURACHI, Sergio A. H.. **Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo.** Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 220-224, Mar. 2006.

RICHEY, C. B.; Jacobson, P.; & Hall, C. A. **Economics of farm machinery.** In: **gricultural engineers' handbook.** New York: McGraw-Hill Book Company, 1961, Chapter 1, p.1-17.

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas; ANDRADE JÚNIOR, Adilson Martins; BARICELO, Luis Gustavo; SILVA, Rodrigo Peixoto da. **Origens, evolução e tendências da indústria**

**de máquinas agrícolas.** Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília , v. 51, n. 4, p. 719-744, Dec. 2013.