

Edital PROPEG Nº 03/2018

## PROJETO

Avaliação de pulverizadores de barras utilizados na produção  
agropecuária no Alto Uruguai

Março / 2018

## Definição do Problema

A utilização do emprego de pulverizadores para a aplicação de produtos fitossanitários nas culturas agrícolas é antigo e dentro dos moldes produtivos atuais em que se desenvolve a agricultura é de suma importância. Para o bom funcionamento é necessário que os operadores tenham conhecimento das especificidades de cada equipamento e dominem as questões ligadas a regulagem dos equipamentos. O desenvolvimento de novas tecnologias tem ampliado a necessidade de conhecimento do funcionamento e regulagem dos equipamentos. Diversos trabalhos avaliando os equipamentos em condições de uso em propriedades rurais do Rio Grande do Sul demonstraram que a grande maioria dos equipamentos apresentavam algum tipo de problema, que poderia ocasionar deficiências operacionais e riscos a saúde dos operadores e ao meio ambiente. Porém não existem dados consistentes sobre a avaliação regional da regulagem e utilização dos pulverizadores no Alto Uruguai Gaúcho, e em levantamentos preliminares foi possível verificar que cerca de 20% a 50% dos pulverizadores avaliados no Alto Uruguai tinham algum tipo de problema (BRAGAGNOLO et al., 2016 e ZELIK et al., 2017). Desta forma torna-se essencial um diagnóstico profundo situação atual em que se encontram os equipamentos e o treinamento dos operadores para a manutenção de boas práticas agrícolas e cuidados com o homem e ambiente.

## Introdução/Justificativa

O Brasil vem se destacando ano a ano no setor agrícola, com quebras de recordes de produção agrícola, atingindo 238,7 milhões de toneladas de grãos produzidos em 60,9 milhões de hectares (CONAB, 2017). Estes resultados são condicionados ao desenvolvimento de novas cultivares, aplicação e desenvolvimento de novas técnicas para os tratos culturais e a utilização de defensivos agrícolas que tem propiciado os aumentos de produtividade.

A utilização dos defensivos tem por objetivo assegurar o potencial produtivo das plantas cultivadas na agricultura, "protegendo" as mesmas de agentes externos (pragas) causadores de danos. Dentre os agrotóxicos mais utilizados destacam-se três classes que representam aproximadamente 95% do consumo mundial dos agrotóxicos são: herbicidas, inseticidas e fungicidas (AGROW, 2007).

O Brasil se destaca no cenário mundial como um dos maiores utilizadores de produtos químicos (LONDRES, 2011) e dentre os estados da federação o RS representa um dos maiores utilizadores. Embora o uso de defensivos agrícolas represente-se de fundamental importância para a manutenção produtiva das áreas agrícolas, ele também representa um importante fator de danos ambientais e também a saúde dos operadores. Porém resultados de pesquisa com ampla avaliação de equipamentos demonstraram na grande maioria algum tipo de inconformidade

(BERTOLDI et al., 2010; CASALI, 2012; DORNELLES et al., 2009, DORNELLES et al., 2011; BERTOGLIO et al., 2016; BRAGAGNOLO et al., 2016; ZELIK et al., 2017 ).

As principais inconformidades encontradas nos pulverizadores estão ligadas as pontas de pulverização com desgastes desuniformes, aplicação de doses incompatíveis com as recomendadas, problemas com vazamentos e falta de segurança aos operadores (CASALI, 2012; BERTOLDI et al., 2010).

A manutenção dessas máquinas dentro de limites de qualidade aceitáveis é fundamental para assegurar pulverizações eficientes (SCHLOSSER, 2002). Uma medida adotada em alguns países europeus para se garantir elevada qualidade dos pulverizadores e, conseqüentemente, proporcionar alta eficiência na aplicação dos agrotóxicos é a inspeção periódica dos pulverizadores, atribuindo a eles certificação. Nesse sentido, a inspeção oferece aos usuários orientação a respeito do uso e manutenção adequada da máquina (GANDOLFO, 2001).

Porém alguns diagnósticos relacionados à qualidade dessas máquinas, realizados no Brasil, mostram que parte delas não apresentou condições adequadas de uso, comprometendo a eficiência técnica da operação e oferecendo risco de contaminação ambiental, dos produtos agrícolas produzidos e de intoxicação do operador (DORNELLES, 2008). Na região do Alto Uruguai diversas pesquisas vem sendo executadas para a avaliação de pulverizadores utilizados no segmento agropecuário e segundo Bragagnolo et al. (2016) cerca de 50% dos pulverizadores avaliados apresentavam algum tipo de inconformidade, enquanto que Zelik et al. (2017) identificou que cerca de 33% continham algum problema. Já Bertoglio et al. (2016) afirma que após a avaliação de um pulverizador utilizado no manejo de culturas agrícolas foi possível identificar pontas de pulverização desgastadas pelo uso e indicar a substituição por pontas novas que proporcionaram melhorias na qualidade de aplicação dos agrotóxicos.

Assim torna-se necessário retomar a avaliação regional das condições dos equipamentos que estão sendo utilizados no processo produtivo e a busca de informações diretamente com os produtores para a avaliação dos conhecimentos e técnicas empregadas, visando posteriores planos de ação para mitigação dos problemas e treinamentos específicos.

## Objetivos

### **Objetivo Geral:**

O estudo proposto tem como objetivo avaliar a qualidade na regulagem dos pulverizadores utilizados nos tratos culturais de áreas agrícolas na região do Alto Uruguai gaúcho.

### **Objetivo Específicos:**

- Realizar um levantamento técnico qualidade na distribuição de calda dos pulverizadores;

- Realizar avaliação das características de regulagem dos pulverizadores da região do Alto Uruguai;
- Difundir aos técnicos da área e produtores a importância da regulagem dos pulverizadores;
- Identificar quais os principais problemas encontrados nos pulverizadores avaliados na região do Alto Uruguai visando posteriores planos de ação para mitigação dos problemas e treinamentos específicos.

## Referencial Teórico

As aplicações de agrotóxicos utilizadas nos sistemas agropecuários são realizadas com predomínio de uso de pulverizadores hidráulicos. Estas máquinas têm a função de fracionar a calda e distribuí-la homogeneamente, sob a forma de finas gotículas, nos órgãos aéreos das plantas ou sobre o solo, sendo basicamente constituídos por um tanque, registros, filtros, bomba, comandos, barras e pontas (CHRISTOFOLETTI, 1992).

A calibração adequada do pulverizador é o primeiro passo para garantir o sucesso da aplicação de agroquímicos, haja vista, ser esta a tarefa que irá determinar as melhores condições operacionais da máquina (GANDOLFO & OLIVEIRA, 2006).

Assim, na busca de melhores aplicações, são realizadas vistorias periódicas de componentes isolados de pulverizadores agrícolas desde a década de 40 (REICHARD et al., 1991), porém, somente após 1968 surgiram os primeiros programas de inspeção periódica (GANZELMEIER & RIETZ, 1998). As inspeções periódicas realizadas sobre máquinas aplicadoras têm por fim mantê-las em melhores condições possíveis para que sejam obtidas aplicações com maior eficiência e para que se evitem contaminações ambientais (MACHADO, 2014).

Assim a implantação dos primeiros projetos de avaliação de pulverizadores começaram a partir da década de 1960, na Alemanha, e ao decorrer dos anos, outros países como Itália (1969), começam a realizar as inspeções nos equipamentos em uso (DORNELLES, 2008). Já no Brasil, entre os primeiros trabalhos de avaliação de pulverizadores destaca-se Ramos (1997), que observou que, dos pulverizadores em utilização na cultura do morango na região de Jundiá-SP, em torno de 79% apresentavam avarias, sendo as mais comuns a falta de manômetros em alguns pulverizadores e alguns problemas sobre tratores avaliados, tais como, falta de acelerador manual, podendo afetar a qualidade das pulverizações, através da variação da rotação do motor, variando assim a vazão das bombas hidráulicas.

Já Gandolfo (2001) realizando inspeções em 76 pulverizadores, abrangendo regiões dos Estados do Paraná e São Paulo, verificou uma condição de uso e manutenção inadequados e constatando a importância de implantação e regularização dos projetos de inspeção periódica dos pulverizadores no Brasil. Da mesma maneira, foi constatado que os pulverizadores novos foram os que apresentaram as menores ocorrências de erros na maior parte dos aspectos considerados.

De acordo com Matuo (1998), além do desenvolvimento de novos equipamentos a melhoria na aplicação de defensivos agrícolas só será alcançada com o treinamento



contínuo dos operadores de aplicação de agrotóxicos. Corroborando, Val (2006) enfatiza a importância de que cursos de habilitação para manejo de agroquímicos sejam disponibilizados aos operadores com base em modelo espanhol. Conforme Antuniassi & Gandolfo (2001), os projetos de inspeção de pulverizadores implantados na Europa, além de verificar a condição de trabalho e adequação dos pulverizadores, dão importância ao processo educativo dos colaboradores e proprietários.

Em trabalho realizado no Estado do Paraná, Antuniassi e Gandolfo (2004), o despreparo dos operadores ficou evidente, uma vez que em 80% dos casos investigados foram constatados erros na taxa de aplicação ou taxa de aplicação dos produtos.

A calibração adequada do pulverizador é o primeiro passo para garantir o sucesso da aplicação de agroquímicos, haja visto, ser esta a tarefa que irá determinar as melhores condições operacionais da máquina (GANDOLFO & OLIVEIRA, 2006).

O bico de pulverização é um dos componentes de grande influência para o sucesso na aplicação de defensivos. Sendo colocado no final do circuito hidráulico por meio do qual a calda é emitida para fora da máquina. Atualmente, existe no mercado uma diversidade de bicos hidráulicos de pulverização, para desintegração do líquido em gotas, com diferentes características técnicas operacionais. Esse conjunto é composto por várias partes sendo a ponta de pulverização a mais importante, pois regula a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato (CHRISTOFFOLETTI, 1999).

Porém durante inspeções Machado (2014) detalhou que o fator de falha que mais ocorreu foi a vazão irregular das pontas (97%), seguido pelo sistema antigotejo (91%). Outros fatores que contribuem para o desgaste prematuro das pontas é realizar tarefas com pressões acima da recomendada pelo fabricante, devido a problemas de falta de manômetro (15%), funcionamento irregular do mesmo (45%). Já Dedordi et al. (2014) salientaram que um dos erros frequentes também é a escolha incorreta das pontas de pulverização, quando cerca de 29% dos operadores declararam não terem critérios definidos para seleção das pontas de pulverização.

Na região do Alto Uruguai já foram verificados problemas relacionados ao tipo da ponta utilizado, dose de calda aplicada, desuniformidade de aplicação entre as pontas de pulverização, problemas de manutenção de pulverizadores, vazamentos e gotejamentos, além do pouco conhecimento sobre normas de segurança pelos operadores (BERTOGLIO et al., 2016; BRAGAGNOLO et al., 2016 e ZELIK et al., 2017).

## Metodologia

Visando realizar um levantamento para avaliação da qualidade de regulagem e manutenção de pulverizadores da região do Alto Uruguai serão realizadas visitas as propriedades rurais para avaliação dos pulverizadores utilizados no manejo das lavouras. Pela diversidade de máquinas e condições de cultivo que são empregadas os pulverizadores, se faz necessário um estudo abrangente para a avaliação, desta forma este projeto visa dar continuidade a estas avaliações.

A área de atuação do projeto será a região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul, no entorno do município de Erechim. A região abrange 30 municípios com uma área de 5.725 km<sup>2</sup> e um total de 211.685 habitantes.

O projeto será realizado com o deslocamento da equipe partindo do município sede em direção aos demais, buscando-se avaliar o maior número possível de pulverizadores em diferentes municípios da região. O critério para a determinação de avaliação do pulverizador se dará por demanda do próprio produtor, indicação técnica de agentes de extensão de cooperativas e Emater. O deslocamento da equipe se realizará mediante a disponibilidade dos agricultores dispostos a realizar o teste voluntariamente, mantendo-se total imparcialidade da equipe do projeto quanto a marcas comerciais, tipo de propriedades ou tipo de máquina a ser inspecionada, assim como discrição quanto as informações obtidas.

Seguindo as instruções propostas por Casali et al. (2015) ao se chegar na propriedade são identificadas as pessoas que compõem o grupo de pesquisa e a proposta de trabalho. As avaliações referente a ponta de pulverização e a pressão de trabalho utilizada, serão realizadas levando em consideração, o fabricante e o modelo da ponta. A pressão de trabalho utilizada na ponta de pulverização será identificada através do manômetro e após, a mesma é comparada com a pressão indicada pelo fabricante, conforme sugerido por Dedordi et al. (2014).

Para determinação da vazão individual por pontas de pulverização, o pulverizador é acoplado ao trator utilizado nas aplicações nas mesmas condições de trabalho utilizadas. Posteriormente, o pulverizador é acionado e coloca-se um tubo plástico por ponta de pulverização despejando a calda em um balde onde realiza-se a coleta de calda em cada ponta de pulverização por um tempo padrão de três minutos, conforme metodologia descrita em Casali (2012), sendo o emprego desta técnica importante para minimizar o efeito de perdas das gotículas de água formadas pela pulverização. Em seguida, a calda coletada no balde será pesada em balança de precisão, e o peso final será transformado em volume de calda por área (L ha<sup>-1</sup>) por meio do peso volumétrico (kg L<sup>-1</sup>) da calda em questão seguindo metodologia descrita por Dornelles et al. (2009), afim de se evitar perdas ao verter a calda coletada para recipientes graduados como provetas, o que inviabilizaria as medições (DORNELLES, 2008; CASALI, 2012).

Após a coleta com auxílio da planilha eletrônica Excel serão determinados a média, o desvio padrão (DP) e o coeficiente de variação (CV) das amostras sendo o limite aceitável na distribuição da barra de um CV = 10%, para valores acima será indicado ao proprietário a troca de todas as pontas, conforme metodologia descrita em Machado (2014). Ao final, conforme indicado por Dornelles et al. (2009), será gerado um histograma, em que podem ser identificadas as pontas que estão em bom estado de funcionamento e deverão ser mantidas (erro de volume menor do que 10% em comparação com a média de todas as pontas) ou identificadas aquelas que estão danificadas e que deverão ser substituídas.

Após as avaliações serão repassados aos produtores os resultados obtidos e o histograma em forma impressa para avaliação dos resultados e tomada da decisão nas regulagens futuras.

## Resultados e/ou produtos esperados

- Avaliação da regulagem do maior número possível de pulverizadores nos municípios da região do Alto Uruguai Gaúcho.
- Determinar as principais causas de imperfeições de manutenção e regulagem dos pulverizadores, os quais podem acarretar perdas de eficiência dos defensivos químicos e danos ambientais e a saúde humana. Nestes casos serão dadas orientações de melhorias aos operadores visando os ajustes necessários.
- Serão entregues aos produtores os laudos de avaliação dos pulverizadores individualmente para que eles possam fazer uso em busca de melhorias.
- Balizamento para aperfeiçoamento de máquinas e técnicas empregadas durante as pulverizações.
- Treinamento de operadores de máquinas para melhorar a regulagem dos pulverizadores e eficiência das pulverizações
  - Aumento da rentabilidade das culturas.
  - Gerar informações atualizadas e confiáveis sobre a qualidade da regulagem, visando a promoção de palestras e treinamentos a operadores e técnicos ligados a área.
- Ampliação na produção científica.

## Cronograma

**Tabela 1.** Cronograma de atividades desenvolvidas pelo bolsista.

Atividades	Ano							
	2018		2019				2020	
	Trimestre		Trimestre				Trimestre	
	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º
A	x	x	x	x	x	x	x	x
B	x	x	x	x	x	x	x	x
C	x	x	x	x	x	x	x	x
D	x	x	x	x	x	x	x	x
E		x		x		x		x
F								x
G	x	x	x	x	x	x	x	x

- A – Levantamento de informações através da aplicação do questionário (Anexo 1) sobre o uso de pulverizadores de barras.
- B – Obtenção da avaliação de regulação de pulverizadores de barras.
- C – Avaliação dos resultados obtidos.
- D – Revisão de literatura.
- E – Publicação dos resultados em resumos de congressos.
- F – Publicação dos resultados em forma de artigo científico.
- G – Participação em dias de campo, treinamentos e aulas práticas.

## Viabilidade

Os recursos materiais utilizados para o desenvolvimento do projeto serão:

**Tabela 2.** Recursos materiais necessários para o desenvolvimento do projeto.

Material	Quantidade	Valor (R\$)
Baldes (8 litros)	15	100,00
Kit EPI	2	240,00
Máscaras para gases orgânicos	2	160,00
Luvas de borracha (pares)	10	100,00
Balança	1	Cedida pelo Laboratório de Máquinas Agrícolas
<b>TOTAL</b>		<b>600,00</b>

- Baldes plásticos com cabo e capacidade de 8 litros.
- Kit EPI – equipamento de proteção individual contendo jaleco, calça, capuz e avental impermeáveis (Tamanho grande).
- Máscara para gases orgânicos (com filtro de carbono ativado).
- Luvas de borracha (Tamanho GG)

## Recursos Humanos:

- 01 bolsista de iniciação científica.

## Bibliografia

AGROW. *Agrow's Top 20, DS 258.* Disponível em: <[http://www.agrow.com/reports/agrowtop\\_20\\_2007\\_chapter1.shtml](http://www.agrow.com/reports/agrowtop_20_2007_chapter1.shtml)> 2007. Acesso em: 16/07/10.



ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. **Projeto IPP - Inspeção de Pulverizadores**. In: II Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente. Jundiaí – SP. Anais... Jundiaí – SP: FEPAF, 2001.

ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. **Projeto analisa pulverizadores usados na aplicação de agrotóxicos. Campo Grande**: FAPESP 2004. Online. Acesso em: 22/10/2006. Disponível em: [http://fundect.ledes.net/index.php?id=4&acao=4&noticia\\_id=57](http://fundect.ledes.net/index.php?id=4&acao=4&noticia_id=57).

BERTOGLIO, E.D.; BRAGAGNOLO, J.; BAMPI, L.J.; MALACARNE, T.C.; SANTOLIN, R.; MAY, J.A. **Avaliação na qualidade de distribuição de calda de um pulverizador de barras no Alto Uruguai**. In: III Mostra Científica das Ciências Agrárias e Ciências Biológicas, 2016, Erechim. III Mostra Científica das Ciências Agrárias e Ciências Biológicas. Erechim: EDIFAPES, 2016. p. 215-220.

BERTOLDI, T.L.; IANECZEK, H.; DEUNER, C.; BARBOSA, K.R.; MACHADO, R.L.T.; MACHADO, A.L.T. REIS, Â.V. **Levantamento dos principais fatores que originam problemas na tecnologia de aplicação de agrotóxicos e afins no Brasil**. In: 2010, XIX CIC, XII ENPOS, II Mostra Científica. Pelotas. 2010. 4 p.

BRAGAGNOLO, J.; BERTOGLIO, E.D.; ROCHA, P.S.G.; LORENSI, R.P.; BAMPI, L.J.; MAY, J.A.; MALACARNE, T.C.; SANTOLIN, R. **Avaliação da qualidade na distribuição de calda dos pulverizadores de barras utilizados nas propriedades do Alto Uruguai**. II Congresso Internacional de Gestão, Tecnologia e Inovação e II Congresso Sul-Brasileiro de Engenharia de alimentos. Anais [recurso eletrônico]: / II Congresso Internacional de Gestão, Tecnologia e Inovação e II Congresso Sul-Brasileiro de Engenharia de alimentos. - Erechim, RS, 2016. p. 1-4, 2016.

CASALI, A.L.; SCHLOSSER, J.F.; GANDOLFO, M.A.; UHRY, D.; RODRIGUES, F.A. **Nível de capacitação e informação dos operadores de máquinas para a aplicação de agrotóxicos**. Ciência Rural, v.45, n.3, p.425-431, 2015.

CASALI, A.L. **Condições de uso de pulverizadores e tratores na região central do Rio Grande do Sul**. 2012. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2012. 109p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Shell Brasil S.A, 1992. 122p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Pulverização ou aplicação?** In: Boletim Técnico BT01/09. São Paulo: Teejet South América, p.2-5. 1999.

DEDORDI, G.F.; MODOLO, A.J.; CARMIELETTO, R.; DAMS, R.O.; TRENTIN, R.G.;

MACHADO, F. **Avaliação técnica-operacional de pulverizadores de barras na região de Pato Branco – PR.** Acta Iguazu, Cascavel, v.3, n.1, p.144-155, 2014.

DORNELLES, M.E. **Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas no Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola (UFMS) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.136p.

DORNELLES, M.E.; SCHLOSSER, J.F.; BOLLER, W.; RUSSINI, A.; CASALI, A.L. **Inspeção técnica de tratores e pulverizadores utilizados em pulverização agrícola.** Engenharia na Agricultura. Viçosa, v.19, n.1, p.36-43, 2011.

DORNELLES, M.E.; SCHLOSSER, J.F.; CASALI, A.L.; BRONDANI, L.B. **Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas: histórico e importância.** Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.5, p.1600-1605, 2009.

GANDOLFO, M.A. **Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas.** Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Energia na Agricultura)– Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2001. 92p.

GANDOLFO, M.A.; OLIVEIRA, A.B. **Aplicação de sucesso.** Cultivar Máquinas. Pelotas, n.53, p.06-09, 2006.

GANZELMEIER, H.; RIETZ, S. **Inspection of plant protection in Europe.** In: International Conference on Agricultural Engineering. PART II, 1998, Oslo. Proceedings..., Oslo: 1998, p.597-598.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida.** – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 190p.

MACHADO, T.M. **Inspeção periódica de pulverizadores de barras na região de Guarapuava – PR.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.9; p.1-9. 2014

MATUO, T. **Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos.** In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.H.B. Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias. Campinas: Livraria Rural, 1998. P.95-103.

RAMOS, H.H. **Análise da tecnologia empregada para a aplicação de agroquímicos na cultura do morango em Jundiá – SP.** In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente, 1, Águas de Lindóia, 1996. Anais... Jaboticabal, 1997. p.170.

REICHARD, D.L.; OZKAN, H.E.; FOX, R.D. **Nozzle wear rates and test procedure.** Trans. ASAE, (Am. Soc. Agric. Eng.), v. 34, p.2309-16, 1991.

SCHLOSSER, J.F. **Tecnologia de aplicação e uso de máquinas: uso de agroquímicos.** Santa Maria: UFSM, 2002. (Caderno didático- Série Técnica, Módulo 5).

VAL, L.V. **Programas de formación de aplicadores y programa de revisión de equipos.** Diapositivo color. In: Jornada Internacional em Tecnologia de Aplicacion. Universidad Politecnica de Valencia. 2006.

ZELIK, T.T.; PICININ, C.; BRAGAGNOLO, J.; LORENSI, R.P.; AMARAL, A.S.; ROCHA, P.S.G.; BAMPI, L.J.; MAY, J.A. **Qualidade de distribuição de calda por pulverizadores agrícolas de barras.** III Congresso Internacional de Gestão, Tecnologia e Inovação (III CONIGTI). Anais. Erechim, p. 422-425. 2017.