UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
***CAMPUS* LUIZ MENEGHEL**
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EDER DIAS DE MORAES

CONSUMO E CUSTO DE TRANSPORTE DE ÁGUA PARA A PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2016

EDER DIAS DE MORAES

CONSUMO E CUSTO DE TRANSPORTE DE ÁGUA PARA A PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2016

Catalogação na publicação elaborada pela Biblioteca Central do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Moraes, Eder Dias de.
M827c Consumo e custo de transporte de água para a pulverização agrícola/ Eder Dias de Moraes – Bandeirantes, 2016.
55f.
Orientador: Marco Antonio Gandolfo
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, 2016.

1.Água- Teses. 2. Tecnologia de aplicação – Teses. 3. Pulverização - Teses. I. Gandolfo, marco Antonio. II. Universidade Estadual do Norte do Paraná. III. Título.

CDU 631

EDER DIAS DE MORAES

CONSUMO E CUSTO DE TRANSPORTE DE ÁGUA PARA A PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 25/02/2016

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Otávio Jorge Abi Saab	UEL
Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira	UENP
Prof. Dr. Ricardo Ralisch	UEL
Prof. Dr. Eurípedes Bomfim Rodrigues	UENP

Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Meneghel

À minha esposa Francieli e minha filha Manuela, por me apoiarem nos momentos de dificuldade e ajudarem nas conquistas dos meus objetivos.

DEDICO

Ao meu pai, Eduardo Dias de Moraes (*in memorium*), e à minha mãe, Aldivina Moreira de Moraes, pelos valores e ensinamentos que fizeram com que conseguisse superar todas a dificuldades, até atingir meus objetivos até aqui.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por iluminar o meu caminho.

À minha mãe, Aldivina Moreira Moraes, por me conceder a vida e apoio incondicional.

À minha esposa Francieli e minha filha Manoela, pela compreensão, amor, carinho e paciência.

Ao professor Dr. Marco Antonio Gandolfo por ter acreditado em mim e me orientado na graduação e no mestrado, sendo conselheiro e um grande amigo. E por ter me mostrado o caminho da ciência.

A equipe do Núcleo de Tecnologia de Aplicação em Agroquímicos e Máquinas Agrícolas – NITEC, pelos momentos agradáveis em serviço e confraternização.

Aos amigos Bruno e Arcanjo pela ajuda na coleta dos dados.

A Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

A todos os colegas e professores da pós-graduação pelo convívio e aprendizado.

Meu muito obrigado!

“Onde existe uma vontade, existe um caminho”

(Bernard Shaw)

Força, Foco e Fé.

(Autoria desconhecida)

MORAES, Eder Dias de. Consumo e custo de transporte de água para a pulverização agrícola**.** 2016.57f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR.

RESUMO

No meio rural, a água, dentre outras aplicações, é utilizada nas pulverizações agrícolas, como solventes e veículo de aplicação de agroquímicos. Este trabalho teve como objetivo quantificar o consumo de água nas pulverizações agrícolas no ano de 2014/15 e estimar o consumo de água para o ano de 2024 para as culturas de soja, cana-de-açúcar, algodão, milho e trigo, bem como estimar o custo da logística do transporte da água. Foi utilizado uma média das frequências e dos volumes de água utilizado nas aplicações de agroquímicos para as culturas avaliadas. Em levantamento de campo em 60 produtores rurais em 10 estados da federação, participantes de programas de melhoria da qualidade da aplicação de agroquímicos foi possível determinar características das propriedades rurais que proporcionaram a estimativa do custo com logística de transporte da água. A cana-de-açúcar (185,91 L ha^{-1}) e o trigo (182,22 L ha^{-1}) apresentavam as maiores taxas de aplicação e o algodão (122,50 L ha^{-1}) apresentou a menor taxa de aplicação. O Brasil consumiu na safra 2014/2015, 41,87 Mm^3 de água em aplicações de agroquímicos para atender a demanda nas culturas avaliadas. Em 2024, o consumo de água ficaria em torno de 18,35% que se consumiu em 2014/2015, caso todas as aplicações fossem realizadas com tecnologia que possibilita menor consumo de água dentre as utilizadas na agricultura. Em relação ao custo por m^3 de água, à medida que aumenta o tamanho da propriedade rural, os custos também são elevados, no entanto com a maior utilização do equipamento transportador de água (caminhão-pipa) ocorre a diluição do custo e assim, o custo do m^3 da água torna-se menor. Uso de técnicas de aplicação de agroquímicos que reduzam o volume de água por área e alternativas para a redução da frequência das pulverizações agrícolas podem contribuir com a preservação da água disponível e de suas reservas. O aumento da área cultivada eleva a tecnologia empregada nas pulverizações. O aumento da área cultivada diminui o custo do m^3 de água utilizada na pulverização.

Palavras-chave: Água na agricultura. Tecnologia de aplicação. Consumo de água. Logística do transporte da água.

MORAES, Eder Dias de. **Consumption and cost of water transport for agricultural spraying.** 2016.57f. Masters Dissertation in Agronomy - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR.

ABSTRACT

In the rural environment, the water, among other applications is used in the agricultural spraying, as solvents and vehicles of agrochemicals application. This work had as purpose to quantify the water consumption in the agricultural spraying in the years 2014 and 2015, and to estimate the water consumption to the year 2024 for soybean, sugar cane, cotton, corn and wheat crops, and to estimate the logistic cost of water transportation. It was utilized an average to the frequency and to the water volume utilized in the agrochemicals application to the crops analysed. In field survey in 60 rural producers in 10 federation states, program participants of quality improvement on agrochemicals application it was possible to determine characteristics of rural proprieties that provide the cost estimative of water transportation logistic. The sugar cane (185.91 L ha^{-1}) and wheat (182.22 L ha^{-1}) presented the higher application rate and wheat (122.50 L ha^{-1}) presented the lower application rate. Brazil consumed during the harvest in 2014/20105, 41.87 Mm^3 of water in agrochemicals application to attend the demand of evaluated crops. In 2024, the water consumption would be around 18.35% that was consumed itself in 2014/2015, whether all applications were realized with technology that enables less water consumption among the other utilized in agriculture. In relation to water m^3 cost as it increase the rural propriety size, the costs also are elevated, however with highest utilization of water conveyor equipment (water truck) occurs the cost dilution and the cost of m^3 water becomes lower. The uses of agrochemicals application techniques that reduce the water volume per area and alternatives to agricultural spraying frequency reduction may contribute to the water available preservation and its reserves. The increase of the area cultivated raises the technology used in the sprayings. The decrease of the area cultivated decreases the cost of water m^3 utilised in the spraying.

Keywords: Water in agriculture. Application technology. Water consumption. Logistics of water consumption.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
2 REVISÃO DE LITERATURA 8
2.1 Água na Agricultura 8
2.2 Produção Agrícola Brasileira 9
2.2.1 Soja 9
2.2.2 Milho 11
2.2.3 Algodão 12
2.2.4 Trigo 13
2.2.5 Cana-de-açúcar 15
2.3 Tecnologia de Aplicação 16
2.4 Custos Operacionais em Máquinas Agrícolas 18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20
3 ARTIGO A: 26
3.1 INTRODUÇÃO 28
3.2 MATERIAL E MÉTODOS 28
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 30
3.4 CONCLUSÃO 34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 35
4 ARTIGO B: 37
4.1 INTRODUÇÃO 39
4.2 MATERIAL E MÉTODOS 39
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 46
4.4 CONCLUSÃO 51
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS 52
5 APÊNDICE 53
5.1 ANEXO A 53
5.2 ANEXO B 55

1 INTRODUÇÃO

À medida que o homem dominou os ambientes naturais, suas ações refletiram diretamente sobre a natureza. A água é um dos recursos naturais que mais sofre consequências das atividades antrópicas.

O Brasil é um país privilegiado, detém 10% de toda água doce e o maior sistema de aquífero do planeta. A agricultura consome boa parte desta água doce. No Brasil, cerca de 63% da água consumida é utilizada para irrigar as plantações.

Além da irrigação, a água na agricultura também é utilizada como veículo para diluição de agroquímicos e assim, aplicar sobre as culturas a serem tratadas. Esta prática é comum na agricultura e dependendo da taxa e a frequência de aplicação, o consumo pode ser significativo. Portanto, estudos para simular e demonstrar o volume de água necessário para aplicações de agroquímicos são importantes para orientar tanto o setor agrícola quanto o científico na racionalização do uso dos recursos naturais, além de planejamento dos depósitos e previsão dos custos na utilização deste recurso.

Na propriedade rural, assim como em todas as empresas, é de extrema importância conhecer os custos que incidem sobre a produção. A logística do transporte de água tem custo pouco conhecido pelos administradores. Por meio do levantamento das condições operacionais, mão-de-obra, logística e equipamentos de uma propriedade rural, é possível estimar o custo por m³ da água utilizada na pulverização.

O objetivo deste estudo foi quantificar o consumo de água atual, realizar uma estimativa futura da quantidade necessária para as pulverizações agrícolas e estimar o custo com logística do transporte da água nas propriedades rurais brasileiras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Água na Agricultura

A água é um recurso natural essencial e indispensável à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem estar social. É uma substância fundamental para os ecossistemas da natureza, solvente universal e importante para a absorção de nutrientes do solo pelas plantas. A água constitui 71 % da superfície do planeta, em sua maioria, encontra-se salgada (97,5%) e 2,493% estão preso em geleiras e aquíferos, sobrando apenas 0,007% de água doce disponível na superfície e atmosfera. (SHIKLOMANOV, 1998). Estima-se que o Brasil detém cerca de 10% deste percentual de água doce disponível (ANA, 2002).

Em nível mundial, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada das fontes (rios, lagos e aquíferos subterrâneos) e os outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (CHRISTOFIDIS, 1997). No Brasil, 63% da água consumida destina-se a agricultura irrigada (ANA, 2002).

A agricultura brasileira conta com aproximadamente 1,2 Mha de área irrigada, distribuídos em 17.878 equipamentos de pivô-central, cuja a concentração de área irrigada está na bacia do Paraná (44%), seguida pelas bacias do rio São Francisco (29%) e bacia do Rio Tocantins-Araguaia (7%) (ANA,2013).

No meio rural, a água, dentre outras aplicações, também é utilizada nas pulverizações agrícolas. Por se tratar de um solvente universal para moléculas polarizadas (MONTÓRIO et al., 2005), a água é utilizada como um veículo para diluir formulações nas aplicações de agroquímicos.

Este recurso natural encontra-se cada vez mais limitado e exaurido pelas ações impactantes do homem, degradando a sua qualidade e prejudicando os ecossistemas. Todavia, é necessário o uso de técnicas mais eficientes da utilização da água incluindo medidas que reduzam a quantidade que se utiliza por unidade de área, e que favoreça a manutenção e a melhoria da qualidade da água.

2.2 Produção Agrícola Brasileira

No Brasil, a maioria dos grãos, das oleaginosas e de outros cultivos para a exportação é produzido nas regiões Sul e Centro-Oeste, embora a produção de soja esteja aumentando na região conhecida como “MaToPiBa”, que engloba os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. A agricultura brasileira cresceu fortemente durante duas décadas, embora sofressem baixas em certos anos como resultado de fracas safras. A produção total agrícola mais do que dobrou em volume comparada ao registrado em 1990 (OCDE-FAO, 2015).

Na safra 2014/2015, a área cultivada com grãos no Brasil foi de 58,04 Mha, atingindo uma produção de 209,5 Mt (CONAB, 2015).

A região centro-oeste destaca-se com o cultivo de grãos com 22,9 Mha, seguido pelo sul (19,4 Mha), nordeste (8,2 Mha), sudeste (5,1 Mha) e norte (2,5 Mha).

Na região centro-oeste, o destaque fica por conta do estado de Mato Grosso, com 13,6 Mha de área cultivada. Isto corresponde a uma produção de 51,6 Mt. Na região sul, temos como destaque o estado do Paraná com 9,6 Mha (38,3 Mt) e Rio Grande do Sul com 8,5 Mha (32,6 Mt), sendo considerados o segundo e terceiro maiores estados produtores de grãos do país, ficando atrás do estado de Mato Grosso.

2.2.1 Soja

A cultura da soja é cultivada em todas as regiões do Brasil. Na safra 2014/2015 foi cultivado 32,1 Mha, sendo o centro-oeste (14,6 Mha) a maior região com área cultivada com a cultura da soja, seguida pela região sul (11,1 Mha), nordeste (2,8 Mha), sudeste (2,1 Mha) e norte (1,4 Mha) (CONAB, 2015).

Os estados de Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná destacam-se como os de maiores áreas cultivadas com a cultura da soja, com 8,9 Mha, 5,24 Mha e 5,22 Mha, respectivamente (CONAB, 2015).

A produção de soja na safra 2014/2015 foi de 96,2 Mt, tendo como maiores produtores novamente os estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, com 28,02 Mt, 17,2 Mt e 14,8 Mt, respectivamente (CONAB, 2015). O estado do Rio Grande do Sul, apesar de cultivar uma maior área em relação ao estado do Paraná, obtém uma produção menor.

A cultura da soja está sujeita ao ataque de insetos desde a germinação à colheita. Logo após a germinação, a partir do início do estádio vegetativo, vários insetos como o bicudo-da-soja (*Sternechus subsignatus*), a lagarta elasmo (*Elasmopalpus lignosellus*), os corós (Scarabaeoidea) e os percevejos-castanhos-da-raiz (*Scaptocoris castanea* e *Atarsocoris brachiariae*) danificam a cultura. Mais adiante, a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) e vários outros desfolhadores atacam as plantas, ocorrendo em maior número durante as fases vegetativa e de floração. Com o início da fase reprodutiva, surgem os percevejos sugadores de vagens e sementes (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*), dentre outras espécies, que causam danos desde a formação das vagens até o final do enchimento dos grãos. A soja pode, também, ser atacada por outras espécies de insetos, consideradas pragas esporádicas, cujos aumentos populacionais são determinados por alterações climáticas, ou outros fatores, como, por exemplo, os sistemas de produção específicos de cada região (HOFFMANN-CAMPO, 2000).

Além das pragas, a cultura da soja também é acometida por inúmeras doenças causando perdas de produção devido ao ataque de patógenos de etiologia variada. Somente no Brasil, são responsáveis pela ocorrência de 45 doenças, das quais 28 ocasionadas por fungos e 8 por vírus, sendo que bactérias e nematoides somam 3 doenças cada, além de mais 3 doenças de etiologia desconhecida (ALMEIDA et al., 1997; YORINORI, 1997; EMBRAPA, 2000). Perdas superiores a 20% da produção nacional foram estimadas somente para doenças de final de ciclo (EMBRAPA, 2000).

A presença de plantas daninhas em lavouras de soja, pode ser tão prejudicial a cultura quanto a ocorrência de pragas e doenças. As plantas

daninhas afetam negativamente o desenvolvimento da cultura, geralmente causando redução na produtividade de grãos (RADOSEVICH et al., 1997). Em algumas situações a competição pode causar a redução de 40% no número de legumes por planta da cultura (JUAN et al., 2003).

2.2.2 Milho

Assim como a soja, o milho é cultivado em todo território nacional. A área cultivada pela cultura do milho na safra 2014/2015 superou os 15,7 Mha, sendo 6,2 Mha em primeira safra e 9,5 Mha em segunda safra. A produção atingiu 84,7 Mt (CONAB,2015).

Os estados de Mato Grosso, Paraná e Mato Grosso do Sul, destacam-se com maiores áreas cultivadas, 3,4 Mha, 2,4 Mha e 1,6 Mha, com produção de 20,8 Mt, 15,9 Mt e 9,5 Mt, respectivamente.

A ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas podem contribuir para a redução na produtividade do milho.

A cultura do milho está sujeita ao ataque de insetos-praga durante todo o seu ciclo. Entre os principais destacam-se: a lagarta-elasmo [*Elasmopalpus lignosellus* (Zeller,1848) (Lepidoptera: Pyralidae)], a lagarta-rosca [*Agrotis ípsilon* (Hunfnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae)], a lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)], a broca-da-cana-de-açúcar [*Diatraea saccharalis* (Fabricius,1794) (Lepidoptera: Pyralidae)] e a lagarta-da-espiga [*Helicoverpa zea* (Boddie,1850) (Lepidoptera: Noctuidae)], todos da ordem Lepidoptera, além dos percevejos-barriga-verde [*Dichelops furcatus*(Fabricius,1775) e *D. melacanthus* (Dallas,1851) (Hemiptera: Pentatomidae)] (GALLO et al., 2002; PINTO et al., 2004; BIANCO, 2005).

Segundo Bento (2000), as perdas médias, devido ao ataque dos insetos-pragas são de aproximadamente 7% da produção.

A partir da década de 90, algumas doenças fúngicas foliares, pelo aumento da frequência e da severidade com que vêm ocorrendo, têm causado sensível redução qualitativa e quantitativa na produção de milho. Essas doenças são: a mancha foliar provocada por *Phaeosphaeria maydis*, as

ferrugens provocadas por *Puccinia sorghi*, *Puccinia polysora* e *Phyzopella zeae* e a queima de turcicum (*Exserohilum turcicum*) (PINTO, 2010).

Um dos grandes entraves para a produção mundial de milho ainda é a presença de plantas daninhas na cultura. As perdas na produção ocasionadas pela interferência de plantas daninhas podem variar de 10% (MARCON et al., 2000) a 85% (SILVA e PIRES, 1990).

2.2.3 Algodão

A cultura do algodão foi cultivada em 1,02 Mha na safra de 2014/2015, alcançando uma produção em caroço de algodão de 2,4 Mt (CONAB,2015). A região centro-oeste destaca-se como a maior produtora de caroço de algodão, com produção de 1,5 Mt e 0,64 Mha de área cultivada. A região nordeste vem em segundo no cenário com o maior produtor de algodão com área cultivada de 0,4 Mha e produção de 0,79 Mt de caroço de algodão, seguida por sudeste com 0,022 Mha e produção de 0,048 Mt; Norte, sobretudo o estado de Tocantins, com 0,008 Mha cultivado e produção de 0,018 Mt; Sul, sobretudo o estado do Paraná com 0,001 Mha cultivados e 0,001 Mt de produção (CONAB, 2015).

A cultura do algodoeiro é atacada por diversas pragas, como: broca (*Eutinobothrus brasiliensis*), percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*), lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*), tripes (*Frankliniella* spp., *Thrips tabaci*; *Hercothrips* spp), pulgões (*Aphis gossypii* e *Myzus persicae*), moscas branca (*Bemisia argentifolii*), broca da haste (*Conotrachelus denieri*), curuquerê (*Alabama argillacea*), besouro amarelo (*Costalimaita ferruginea*), bicudo (*Anthonomus grandis*), lagarta-das-maçãs (*Heliothis virescens*), lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*), ácaros (*Tetranychus urticae*, *Tetranychus ludeni*, *Polyphagotarsonemus latus*), percevejos (*Horcias nobilellus* e *Dysdercus* spp.) e mosquito (*Gargaphia torresi*). Para controlar essas pragas, o agricultor geralmente utiliza-se das aplicações de inseticidas.

O ataque de pragas na cultura causam em média perdas de 11% da produção. O custo de controle destas pragas se situou em cerca de R$ 1.570,00 por hectare na safra 2012/2013, contra R$ 1.260,00 na safra 2011/2012, significando aumento de 25%. Deste custo, 46% se deve às ações de controle contra *H. armigera* (MIRANDA, 2013).

A cultura do algodoeiro é acometida por diversas doenças viróticas e fúngicas e, ano após ano, vem apresentando aumento na severidade de determinadas doenças mencionadas na literatura como secundárias (FUZATTO et al. 1999). Para Juliatti et al. (1999), Juliatti e Polizel (2003), Cassetari e Machado (2006) e Iamamoto (2003) o algodoeiro tem apresentado novas doenças ou surtos epidêmicos, causados por fungos de importância secundária, devido a introdução recente de novas cultivares de origem australiana ou americana sem uma base de sustentação em programas de melhoramento no Brasil. De acordo com Nascimento et al. (2000), o controle das doenças foliares do algodão, com destaque para mancha de Ramulária, deve ser adotado desde a escolha da cultivar, da área de plantio e do manejo da cultura.

As plantas daninhas também constituem um dos principais fatores que comprometem a qualidade e a produtividade da cultura do algodoeiro; uma vez não manejadas adequadamente, elas interferem no crescimento, na produtividade, na qualidade de fibras e no beneficiamento (LACA-BUENDIA, 1990; FREITAS et al., 2002, 2003). Além disso, competem com a cultura pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, liberando substâncias alelopáticas prejudiciais, atuando como hospedeira de pragas e doenças comuns à cultura e interferindo nas práticas de colheita (PITELLI, 1985).

2.2.4 Trigo

O trigo é uma cultura de grande importância para o Brasil, havendo uma demanda crescente da população brasileira por derivados desse cereal (BARROS, 2006).

A produção brasileira na safra 2014/2015 foi cultivado 2,5 Mha com a cultura do trigo, com produção de 7,1 Mt. A região sul destaca-se com a maior produtora com 1,4 Mha cultivados, 56% do total (CONAB, 2015).

A cultura do trigo também está presente em outras regiões do país, como no sudeste (0,130 Mha), e centro-oeste (0,023 Mha) (CONAB, 2015).

Em trigo, diversos fatores limitam a produtividade da cultura, dentre os quais se destacam a incidência de pragas, de doenças e a competição imposta por plantas daninhas.

As pragas que incidem na cultura do trigo, destacam-se os pulgões *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum* e *Sitobion avenae* e as lagartas do gênero *Pseudaletia* spp e *Spodoptera frugiperda* (EMBRAPA, 2002).

A cultura do trigo no Brasil pode ser afetada por várias doenças, que estão entre os principais fatores que limitam ou comprometem a sua produção. As doenças que incidem na parte aérea, como as ferrugens, o oídio, as manchas foliares e as de espiga podem causar prejuízos consideráveis, especialmente sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias. Os prejuízos são agravados quando várias doenças incidem simultaneamente na lavoura. Dados sobre danos causados por doenças na cultura do trigo são bastante variáveis, especialmente porque diversos fatores interferem no estabelecimento e desenvolvimento das epidemias, tais como as condições ambientais, a maior ou menor suscetibilidade das cultivares, a agressividade dos patógenos, a época do início da infecção, entre outros (HETZLER et al., 1991; MEHTA, 1993).

As plantas daninhas causam decréscimos de produção pela redução no crescimento da planta cultivada, como respostas à competição pelos recursos de crescimento disponíveis no ambiente (CO_2, água, luz e nutrientes). Entretanto, os resultados da relação planta daninha-cultura dependem, também, de outros fatores específicos, que incluem variações meteorológicas, composição e população das espécies presentes e práticas de manejo (AGOSTINETTO et al., 2008). O mesmo autor destaca que as espécies daninhas mais problemáticas na triticultura do Rio Grande do Sul são *Raphanus raphanistrum, Raphanus sativus, Lolium multiflorum* e *Avena strigosa*.

2.2.5 Cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar, assim como a cultura do milho e da soja, está presente em todas as regiões do país. Na safra 2014/2015 foram cultivados 9,0 Mha, com produção de 634,8 Mt (CONAB, 2015).

A região sudeste destaca-se como a região com maior área cultivada, 5,6 Mha, seguida por centro-oeste (1,7 Mha), nordeste (0,98 Mha), sul (0,64 Mha) e norte (0,048 Mha) (CONAB,2015).

Assim como em outras culturas a incidência de pragas, doenças e competição com plantas daninhas são fatores que afetam significativamente a cultura da cana-de-açúcar.

Os danos causados pelos insetos às plantas são variados e podem ser observados em todos os órgãos vegetais. Um inseto só pode ser considerado praga quando atinge um determinado índice de dano econômico para a cultura plantada. Dependendo da espécie, do tamanho populacional da praga, da fase de desenvolvimento, estrutura vegetal atacada e da duração do ataque, pode haver maior ou menor prejuízo, em quantidade e em qualidade. Mundialmente, a cana-de-açúcar contabiliza perdas de aproximadamente 20% ao ano, considerando somente o ataque de pragas (EMBRAPA, 2009).

Dentre as doenças causadas por fungos e que podem prejudicar o canavial, destacam-se a ferrugem e o carvão. Outras importantes doenças são: mancha parda, podridão abacaxi, podridão vermelha e podridão de *fusarium* (fusariose). A ferrugem está presente em todas as regiões produtoras do Brasil e é encontrada em, aproximadamente, 64 países produtores. Conhecida há mais de 100 anos, a doença causa perdas de 50% nas variedades mais suscetíveis. No Brasil, a ferrugem foi detectada pela primeira vez em 1986, quando afetou canaviais dos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. (EMBRAPA, 2009).

A interferência negativa imposta pela presença das plantas daninhas que infestam as áreas cultivadas é um dos pontos mais críticos no processo produtivo da cana-de-açúcar, podendo causar reduções na quantidade e qualidade da cana-de-açúcar colhida, além de diminuir o número de cortes economicamente viáveis (LORENZI, 1988).

De acordo com Lorenzi (1995), dependendo da infestação, o controle das plantas daninhas pode chegar a até 30% do custo de produção em cana-soca e 15-25% em cana- planta; portanto, um manejo adequado das plantas daninhas é de fundamental importância para se ter lucratividade nesse segmento agrícola.

2.3 Tecnologia de Aplicação

A crescente mobilização da sociedade em relação à poluição ambiental, o aumento nos custos de aplicação de agroquímicos, assim como na mão-de-obra, e a energia despendida, faz com que haja um aumento na necessidade da utilização de tecnologias mais acuradas na aplicação de agroquímicos.

O conhecimento sobre o produto a ser aplicado é muito importante, no entanto, isto não é o bastante, é fundamental também conhecer a forma de aplicação. É preciso garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, como o mínimo de perdas possível (CUNHA, 2008). O objetivo da tecnologia de aplicação de agroquímicos é colocar o ingrediente ativo no alvo na quantidade certa, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica, afetando o mínimo possível o ambiente (MATTHEWS, 2002).

Existem vários métodos para aplicação de agroquímicos, que podem ser agrupados em aplicações por via sólida, líquida e gasosa sendo a mais utilizada a via líquida. Podendo ser feita na forma de gotas (pulverização), na forma de filete líquido (rega ou injeção) ou então na forma de gotas com tamanho bastante reduzido (nebulização) (RAMOS e PIO, 2008).

Entre as diferentes técnicas de aplicação de agroquímicos, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas (TEIXEIRA, 1997). Sendo as pontas de pulverização, considerado o principal componente desta técnica. Miller & Butler Ellis (2000), relatam que as pontas de pulverização influenciam diretamente a qualidade da deposição da calda.

As pontas de pulverização são responsáveis pela fragmentação da calda em gotas, determinando assim, o espectro e o tamanho

das gotas. No caso das pontas gerarem gotas muito grossas, não ocorre boa cobertura da superfície, tampouco boa uniformidade de distribuição e deposição. Essas gotas, devido ao peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo (LEFEBVRE, 1989).

No caso de gotas muito finas, geralmente, obtém-se boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, no entanto, podem ocorrer perdas por evaporação em condições de baixa umidade relativa ou por deriva, levadas pela corrente de ar.

Para Antuniassi e Baio (2008) o sucesso de uma aplicação está relacionado, além da seleção das pontas de pulverização, do ajuste do volume de calda, parâmetros operacionais, condições ambientais favoráveis e momento correto da aplicação, devendo sempre levar em consideração as recomendações agronômicas de cada produto. Womac et al. (1999) destaca ainda a vazão nominal, ângulo de descarga, pressão de operação e propriedades da calda.

A tecnologia de aplicação de agroquímicos já foi deixada de lado em décadas passadas, pois o interesse maior era a aplicação de alto volume de calda para obter-se o molhamento da cultura, entretanto, atualmente existe uma tendência a se reduzir esse volume, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999).

Vários autores tem encontrado resultados que comprovam que a redução de taxa de aplicação é igual ou superior ao controle da doença, praga ou erva daninha, em relação a alta taxa de aplicação utilizada como testemunha (BUHLER & BURNISIDE, 1993; SMEDA & PUTNAM, 1989; CUNHA, et al., 2006; BONADIMAN, 2008; CUNHA & PEREIRA, 2009; JULIATTI et al., 2010; CALORE, 2013).

Dentro das tecnologia empregada na aplicação de baixo volume, destaca-se o BVO® - Baixo Volume Oleoso, tecnologia desenvolvida em 1998 pelo Centro Brasileiro de Bioaeronáutica (CBB) para reduzir as perdas nas aplicações sem prejuízos na eficiência biológica. Baseia-se na formação, por atomizadores rotativos de discos, de uma neblina homogênea, com tamanho de gotas controlado (MONTEIRO, 2005). Este autor explica que a calda é constituída pela mistura orientada de óleo emulsificante, defensivos e água, resultando em emulsão invertida estável, com baixo índice de evaporação, o que

permite a aplicação de baixos volumes de calda, entre 2 a 10 L ha-1, com reduzida perda por evaporação.

2.4 Custos Operacionais em Máquinas Agrícolas

A utilização de estimativas de custos de produção na administração de empresas agrícolas tem assumido importância crescente, quer na análise da eficiência da produção de determinada atividade, quer na análise de processos específicos de produção, os quais indicam o sucesso de determinada empresa no seu esforço de produzir. Ao mesmo tempo, à medida que a agricultura vem se tornando cada vez mais competitiva, o custo de produção transforma-se num importante instrumento do processo de decisão, aumentando ainda mais a sua relevância na administração rural, na determinação de eficiência na produção de atividades produtivas e no planejamento de empresas (MARTIN et al., 1994).

Custos operacionais compreende o que uma empresa agrícola tem com a aquisição (custos fixos) e a utilização (custos variáveis) dos equipamentos (LOPES et al., 1995).

Os custos fixos são aqueles que devem ser debitados, independentemente da máquina ser usada ou não. Portanto, a partir do momento em que o equipamento foi adquirido, ele passa a onerar seu proprietário, mesmo que seja mantida inativa. A forma de remover tal ônus é utilizar o equipamento o maior número de horas por ano, reduzindo o quanto possível o tempo ocioso. Entre os custos fixos são incluídos: depreciação, juros, alojamento e seguros. Os custos variáveis ou operacionais são aqueles que dependem da quantidade de uso que se faz da máquina e são constituídos por: combustíveis, lubrificantes, reparos e manutenção e salário do tratorista (PACHECO, 2000).

O conhecimento destes custos são importantes para uma correta avaliação dos resultados econômicos da empresa.

A quantidade de trabalho que as máquinas e implementos agrícolas são capazes de executar por unidade de tempo denomina-se capacidade operacional. A razão entre área trabalhada pelo tempo efetivo, como

se o equipamento trabalhasse 100% do seu tempo, é denominado Capacidade operacional de Campo Teórico (CcT). No entanto, é sabido que no campo, os equipamentos não são capazes de trabalharem 100% do seu tempo efetivo. Isto é devido a perda de tempo esporádicas como parada para manutenção rápida, embuchamento, parada para descanso, etc. ou periódicas como manobra, necessidade de reabastecimento de tanque (capacidade nominal), no caso dos pulverizadores e abastecimento de combustível entre outras. Essas perdas de tempo estão inseridas na Eficiência de Campo (Ec), nada mais é que, a razão entre o tempo operacional efetivo e o tempo total de campo (PACHECO, 2000)

Uma maneira para se reduzir custos de produção é aumentar a eficiência de campo das operações de máquinas agrícolas. A eficiência de campo, durante determinada operação, pode ser calculada a fim de se detectar pontos de estrangulamento, com o objetivo de aumentar o tempo efetivo e, consequentemente, a eficiência de campo. Segundo ASAE (1999), Cañavate & Hernanz (1989), Corrêa (1967), Folle & Franz (1990), Leite (1972), Mantovani (1987) e Molin & Milan (2002) a capacidade de campo de uma máquina vem a ser a quantidade de trabalho produzida na unidade de tempo.

Outro custo inserido nas atividades agrícolas referentes a pulverização são os custos decorrentes com a logística do transporte de água. A água é um elemento fundamental para a diluição e aplicação dos agroquímicos. No entanto, o seu custo não é considerado na administração rural, por ser objetivo de pouco ou quase nenhum estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R. FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. E. V.; HENNING, A. A. Doenças da soja (Glycine max L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia (doenças das plantas cultivadas)**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1997. cap. 61. p. 642-664.

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; SCHAEDLER, C.E.; TIRONI, S.P.; SANTOS, L.S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo, **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271 - 278, 2008.

ANA. Agencia Nacional de Água. **Projeto Pivô Brasil. 2013**. Disponível em: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=328&currTab=distribution.

ANA. Agência Nacional de Águas. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil** – 64 p. Brasília. 2002.

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.

ASAE Standards. **ASAE D497.2 Agricultural machinery management data**. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, 1999. p.332-339.

BARROS, B.C.; CASTRO, J.L.; PATRÍCIO, F.R.A. Response of wheat cultivars (Triticum aestivum L.) to the chemical control of fungal diseases. **Summa Phytopathologica**, v.32, n.3, p.239-246, 2006.

BENTO, J. M. S. Comedores de lucro. **Cultivar**, a3, n. 22, p. 18-21, 2000.

BONADIMAN, R. Pontas de pulverização e volumes de calda no controle de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) na cultura da soja (*Glycine max*). **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2008.

BUHLER, D. D.; BURNISIDE, O. C. Effect of water quality, carrier volume, and toxicity to annual grasses. **Weed Science**, v. 31, n. 2, p. 124-130, 1993.

CALORE, R. A. Volumes de aplicação, pontas de pulverização e adjuvantes no controle de *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thrypidae) na cultura do amendoim. **Tese** (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

CAÑAVATE, J. O.; HERNANZ, J. L. **Tecnica de la mecanizacion agraria**. 3. ed. Madrid: Mundi Prensa, 1989. 643p.

CASSETARI NETO, D; MACHADO, A. Q. **Doenças do Algodoeiro: Diagnose e Controle**. 2ª. ed., Várzea Grande, MT, UNIVAG, UFMT/FAMEV. 2006. 63p.

CHRISTOFIDIS, D. **A água e a crise alimentar**. Disponível em: www.iica.org.br/ Aguatrab/ Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm. 1997. 14p

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. 2015. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>. Set/2015.

CORRÊA, A. A. M. **Rendimento e despesas no emprego de tratores e implementos agrícolas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola. 1967. 61p.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; OLIVEIRA SANTOS, R. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, set./out., 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; PEREIRA, R. G. Efeito de pontas e volumes de pulverização no controle químico de doenças do milho. **Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 533-538, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo para Mato Grosso do Sul – 2002.** Disponível em: http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/sistemaproducao/trigo/controle_doencas.html.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cana-de-Açúcar**. 2009. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_53_711200516718.

FOLLE, S.; FRANZ, C. A. B. **Trator agrícola: características e fundamentos para sua seleção.** Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 1990. 24p.

FREITAS, R. S. BERGER, P. G.; FERREIRA, L. R.; CARDOSO, A. A.; FREITAS, T. A. S.; PEREIRA, C. J. Interferência de plantas daninhas na cultura do algodão em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 197-205, 2002.

FREITAS, R. S. Interferência de plantas daninhas na cultura do algodão. **Revista Ceres**, v. 44, n. 256, p. 597-603, 2003.

FUZATTO, M. G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: Cia, E.; Freire, E.C.; Santos, W. J. dos. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1999. p. 15-32.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVERIA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. V.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. X.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

HETZLER, J.; EYAL, Z.; MEHTA, Y.R.; CAMPOS, L.A.C; FEHRMANN, H.; KUSHNIR, U.; OREN, J.Z.; COHEN, L. Interaction between *Cochliobolus sativus* and wheat cultivars. In: Saunders, D.A. (Ed.) Proc. Int. Conf. **On Wheat for Non-Traditional Warmer Areas**, Cimmyt: Mexico, 1991. p.146-164.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

IAMAMOTO, M. M. **Doenças foliares do algodoeiro**. 1ª ed. Jaboticabal, SP, Funep. 2003. 41p.

JUAN, V. F.; SAINT-ANDRE, H.; FERNANDEZ, R. R. Competencia de lecheron (*Euphorbia dentata*) en soja. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 175-180, 2003.

JULIATTI, F. C.; NASCIMENTO, C.; REZENDE, A. A. Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho. **Summa phytopathologica.** v. 36, n. 3, p. 216-221, 2010 .

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C. **Manejo integrado de doenças na cotonicultura brasileira**. 1ª ed. Uberlândia, MG, Edufu – UFU. 2003. 142p.

JULIATTI, F. C.; TAKATSU, A.; FRANCO, G. V. Surtos epidêmicos de manchas foliares em variedades de algodão recém introduzidas no cerrado mineiro. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, XXXII, 1999, Curitiba. **Resumos...**Curitiba, 1999. p.294.

LACA-BUENDIA, J. P. Controle das plantas daninhas na cultura algodoeira. **Informativo Agropecuário**, v. 8, n. 92, p. 37-47, 1990.

LEITE, H. F. **Guia de mecanização rural** – Coopercotia. São Paulo: Edecê 1972. 178p.

LEFEBVRE, A. H. **Atomization and sprays**. New York: Hemisphere, 1989. 142 p.

LOPES, J. D. S.; MANTOVONI, E. C.; PINTO, F. D. A. C.; QUEIROZ, D. M. Desenvolvimento de um programa computacional para selecionar, economicamente, um sistema de mecanização agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 537-542, 1995.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. IN: IV SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1988 p.281-301.

LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: Plantas daninhas na lavoura do nordeste brasileiro. In: ENCONTRO TÉCNICO GOAL, CANA-DE-AÇÚCAR, 4., 1995, Recife. **Anais...** Recife: 1995.

MANTOVANI, E.C. Seleção de equipamentos agrícolas. In: **Curso Planejamento da mecanização para pequenos e médios estabelecimentos.** Santa Catarina: EMATER, 1987 p.26-27.

MARCON, V. M.; ALVES, P. L. C. A.; MATTOS, E. D.; SOUZA, J. C. Determinação do período anterior da interferência das plantas daninhas na cultura do Milho "safrinha" sob sistemas de plantio direto e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguacu. **Resumos...** Londrina: SBCPDaninhas, 2000. p. 30.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; ANTUNES, J. F. G.; OLIVEIRA, M. D. M.; OKAWA, H. Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, v. 24, n. 9, p. 97-122, 1994.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologists pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

MEHTA. Y.R. **Manejo integrado de enfermedades del trigo.** Santa Cruz de la Sierra, Imprenta Landivar, 1993. 314 p.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS M. C. B. Efects of formulation on spray nozzle performance for applications from groundbased boom sprayers. **Crop Protection**., v. 19, p. 609-615, 2000.

MIRANDA, J. E. **Perdas por pragas e impacto sobre o custo de produção do algodão brasileiro nas safras 2011/2012 e 2012/2013.** 2013. Disponível em: http://www.congressodoalgodao.com.br/livro-de-resumos/arquivos/pdf/palestras/MR2-Miranda.pdf.

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.

MONTEIRO, M.V.M. Tecnologia BVO no tratamento fitossanitário do algodoeiro. 5. In: Congresso Brasileiro de Algodão. **Anais..**Salvador, Bahia, 2005, p. 15-37.

MONTÓRIO, G.; VELINI, E. D.; MACIEL, C. D. G.; MONTÓRIO, T. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 2, p. 8-22, 2005.

NASCIMENTO, J. F. Progresso da mancha de ramularia (*Ramularia areola* Atk.) do algodoeiro. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, XXXIII, 2000, Belém. **Resumos ...** Belém, 2000. p.399.

OCDE-FAO. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico - Food and Agriculture Organization. **Perspectivas Agrícolas 2015-2024**. 2015. Disponível em:<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>. 05 out 2015.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p.

PINTO, N. F. J. A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 134-138, 2010.

PINTO, A. de S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo.** Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 108 p.

PITELLI, L. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for vegetation management**. 2.ed. New York: Wiley,589. 1997.

RAMOS, H. H.; PIO, L. C. Conceitos básicos de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLINM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que os engenheiro agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa, 2008. p. 155-157.

SHIKLOMANOV, I. World fresh water resources. In: GLEICK, P. H. (Editor), **Water in Crisis. A Guide to the World's Fresh Water Resources**. Pacific Institute of Studies in Development, Environment and Security, Stockholm Environmental Institute, p. 13-24, 1998.

SILVA, J. B.; PIRES, N. M. Controle de plantas daninhas para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, v. 14, n. 164, p. 17-20, 1990.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. *In:* CANTERI, M. G. *et al.* (Ed.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 127-137.

SMEDA, R. J.; PUTNAM, A. R. Effect of adjuvante concentration and carrier volume on large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) control with fluazifop. **Weed Technology.** v. 3, n. 1, p. 105-109, 1989.

TEIXEIRA, M.M. Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica. 1997. 310

f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Rural) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

WOMAC, A. R.; MAYNARD, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 42, n. 3, p. 609-616, 1999.

YORINORI, J. T. Soja [Glycine max (L.) Merril] - Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. v, 2. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa; Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997, cap. 21. p. 953-1024.

3 ARTIGO A:

MORAES, Eder. Dias. **Quantificação do consumo de água atual e futuro em aplicações de agroquímicos.** 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes - PR. Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo.

Resumo

O crescimento das áreas agrícolas no Brasil tem gerado uma maior demanda a cada dia por água limpa nas aplicações de agroquímicos. O objetivo deste trabalho foi quantificar o consumo de água atual e futuro utilizado nas aplicações de agroquímicos nas culturas de soja, cana-de-açúcar, algodão, milho e trigo. Foi utilizado a média das frequências e dos volumes de água utilizado nas aplicações de agroquímicos para as culturas avaliadas. O volume consumido de água atual foi obtido através da multiplicação da frenquencia e dos volumes de água utilizadas nas culturas citadas com a respectiva área cultivada em 2015 e em 2024. A cana-de-açúcar (185,91 L ha^{-1}) e o trigo (182,22 L ha^{-1}) apresentam as maiores taxas de aplicação, seguido por milho (164,67 L ha^{-1}), soja (139,15 L ha^{-1}) e algodão (122,50 L ha^{-1}). O Brasil consumiu em 2014/2015, 41,87 Mm^3 de água em aplicações de agroquímicos para atender a demanda nas culturas avaliadas. Admitindo-se que todas as aplicações fossem realizadas com tecnologia de aplicação de agroquímico em baixo volume, o consumo de água poderia representar no ano de 2024, 18,35% do que se consome hoje nestas aplicações convencionais. Uso de técnicas de aplicação de agroquímicos que reduzam o volume de água por área e alternativas para a redução da frequência das pulverizações agrícolas podem contribuir com a preservação da água disponível e de suas reservas.

Palavras-chave: Volume de água, pulverização agrícola, tecnologia de aplicação, recursos hídricos.

MORAES, Eder. Dias. **Quantification of current water consumption and future applications of agrochemical.** 2016. Dissertation (Masters in Agronomy) Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes - PR. Advisor: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo.

ABSTRACT

The agriculture areas growth in Brazil has generated a higher demand to each day of clean water on the agrochemical applications. The purpose of this work was to quantify the current and future water consumption utilized in the agrochemical applications in soybean, sugar cane, cotton, corn and wheat crops. It was utilized the average of the frequencies and the water volumes utilized in the agrochemical applications to the crops evaluated. The current water volume consumption was obtained through from the frequency multiplication and the used water volume in the crops cited with the respective area cultivated in 2015 and in 2024. The sugar cane (185.91 L ha^{-1}) and the wheat (182.22 L ha^{-1}) present the highest application taxes, following by corn (164.67 L ha^{-1}), soybean (139.15 L ha^{-1}) and cotton (122.50 L ha^{-1}). Brazil consumed in 2014/2015, 41.87 Mm^3 water in agrochemical applications to attend the measure in the evaluated crops. Admitting it that all the applications would be realized with agrochemical application technology at low volume, the water consumption would represent in the year 2024, 18.35% of what is consuming today in this conventional applications. The use of application agrochemical techniques that reduces the water volume per area and alternatives to the frequency reduction of agricultural spraying could contribute to the water preservation available and its reserves.

Keywords: Water volume, agricultural spraying, application technology, water resources.

3.1 INTRODUÇÃO

A água e as permanentes necessidades de água frente às grandes demandas industriais e agrícolas têm gerado permanente pressão para otimização do consumo desse bem. No início da década de 1960, houve considerável acréscimo no consumo de água na agricultura, principalmente para irrigação, na produção de suínos e de aves e dessedentação de animais (SANTIN & GROELLNER, 2013).

A água também é utilizada com um veículo para diluir formulações nas aplicações de agroquímicos, considerada um solvente universal para moléculas polarizadas (MONTÓRIO et al., 2005). O volume aplicado via pulverização varia dependendo da cultura, no entanto, pode-se encontrar de 1,6 a 40 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, em culturas de grãos e culturas frutíferas, respectivamente.

Considerando a escassez de água e também a grande área agricultável que o Brasil apresenta, e que depende dos recursos hídricos para sua manutenção, torna-se importante estudos que simulem e demonstre o volume de água necessário para aplicações de agroquímicos, tendo em vista orientar tanto o setor agrícola quanto o científico na racionalização do uso dos recursos naturais, além de planejamento dos depósitos e previsão dos custos na utilização deste recurso. Portanto, este trabalho teve por objetivo quantificar o consumo de água atual e realizar estimativa da quantidade necessárias para as pulverizações agrícolas no ano de 2024 para as culturas de soja, cana-de-açúcar, algodão, milho e trigo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho contou de uma quantificação do consumo de água para o ano de 2014/15 e de uma projeção para o ano de 2024 nas aplicações de agroquímicos, utilizando o método convencional de aplicação comparado a técnica de aplicação em baixo volume (TBV), caracterizado como sistema de Baixo Volume Oleoso, conhecido comercialmente como BVO®.

Para a realização dos cálculos desenvolvidos neste trabalho, foi utilizado o volume médio de água consumida por unidade de área pulverizada com calda de aplicação de agroquímicos realizada pelo método convencional e a frequência média de aplicações, para a cultura da soja, cana-de-açúcar, algodão, milho e trigo, segundo Santos (2010) (Equação 1), e pela técnica de baixo volume de aplicação (TBV), segundo Monteiro (2005) (Equação 2).

$$Vol\ médio = Q_{conv}\ x\ freq\ aplic \quad (1)$$

$$Vol\ médio = Q_{TBV}\ x\ freq\ aplic \quad (2)$$

Onde:

Vol médio: Volume consumido de água por ha no ano safra (L ha^{-1})

Q_{conv}: taxa de aplicação média aplicado pelo método convencional (L ha^{-1})

Q_{TBV}: taxa de aplicação média aplicado pela Técnica de Baixo Volumev(L ha^{-1})

freq aplic: número de aplicações média realizada no ano safra.

Área cultivada no ano agrícola de 2015 para as culturas de soja, cana-de-açúcar, algodão, milho e trigo (CONAB, 2015).

O volume total de água nas aplicações de agroquímicos para cada um dos métodos de aplicação utilizados foi obtido multiplicando o volume médio de água utilizado em cada cultura (soja, cana-de-açúcar, algodão, milho ou trigo) pelo número de aplicações em cada cultura, conforme equação 3.

$$Vol\ total = \frac{vol\ médio\ x\ área\ cultivada}{1000} \quad (3)$$

Onde:

Vol total: Volume de água consumido pela pulverização por determinada cultura (m^3)

Vol médio: Volume consumido de água por ha no ano safra (L ha^{-1})

Área cultivada: área cultivada por determinada cultura (ha)

O volume total de água consumido em 2014/2015, foi determinado segundo equação 4.

$$C_{2014/2015} = (Vt_{Soja} + Vt_{Cana-de-açucar} + Vt_{algodão} + Vt_{Milho} + Vt_{Trigo}) \qquad (4)$$

Onde:

$C_{2014/2015}$: volume de água consumido pela pulverização no ano safra de 2014/2015 (m^3)

Vt_{soja}: Volume total de consumido pela pulverização na cultura da soja (m^3)

$Vt_{Cana\text{-}de\text{-}açúcar}$: Volume total de consumido pela pulverização na cultura da cana-de-açúcar (m^3)

$Vt_{algodão}$: Volume total de consumido pela pulverização na cultura da algodão (m^3)

Vt_{milho}: Volume total de consumido pela pulverização na cultura da milho (m^3)

Vt_{trigo}: Volume total de consumido pela pulverização na cultura do trigo (m^3)

Para a projeção de consumo de água no ano de 2024, foram utilizadas as equações anteriores, levando-se em conta a mesmas taxa de aplicação média, frequência de aplicação levantadas por Santos (2010), TBV e a área das respectivas culturas projetas pela OCDE-FAO (2015).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 3.1, as culturas da cana-de-açúcar e do trigo apresentam as maiores taxas de aplicação (185,91 L ha^{-1} e 182,22 L ha^{-1}, respectivamente). A cultura do algodão apresenta a menor taxa de aplicação entre todas as culturas avaliadas (122,50 L ha^{-1}), no entanto, apresenta o maior número de aplicações, em média 13,25 por safra. Por consequência, é a cultura que demanda maior volume por hectare (1.623,12 L ha^{-1}), seguido pela cultura do trigo (860,08 L ha^{-1}), Soja (684,62 L ha^{-1}), Cana-de-Açúcar (665,79 L ha^{-1}) e Milho (637,27 L ha^{-1}).

Tabela 3.1. Identificação das culturas e suas respectivas frequências de pulverização, taxas de aplicação e volumes necessários por área em pulverizações convencionais e em Técnica de Baixo Volume (TBV).

Cultura	Número de aplicações[1]	Taxa de aplicação (L ha^{-1})		Volume médio (L ha^{-1})	
		Convencional[1]	TBV[2]	Convencional	TBV
Soja	4,92	139,15	25	684,62	123,0
Cana-de-açúcar	3,64	185,91	25	665,79	91,0
Algodão	13,25	122,50	25	1.623,12	331,0
Milho	3,87	164,67	25	637,27	97,0
Trigo	4,72	182,22	25	860,08	118,0

[1]Frequência (número de aplicações por ano) e taxa de aplicação convencional segundo Santos (2010); [2]Técnica de Baixo Volume adaptada de Monteiro, (2005)

Siqueira (2009), encontrou média de taxa de aplicação real de 151,1 L ha^{-1} para o estado do Mato Grosso do Sul (MS), 148,9 L ha^{-1} para o estado do Paraná (PR), 113,42 L ha^{-1} para o estado do Mato Grosso (MT) e 99,0 L ha^{-1} para o estado do Rio Grande do Sul (RS). Segundo Veiga e Antuniassi (2008) a taxa de aplicação média para os mesmos estados foi de 103,42 L ha^{-1}, 131,67 L ha^{-1}, 121,20 L ha^{-1} e RS 115,38 L ha^{-1}, respectivamente. Estes dados evidenciam que a taxa de aplicação utilizada é uma característica regional. A diferença observada entre os dados citados pela autora e os obtidos por Siqueira (2009) e Santos (2010) devem ser creditados às diferenças nas épocas de levantamento de dados e no tipo de aplicação que foi alvo da coleta de dados.

Gazziero (2015) encontrou taxas de aplicação semelhantes ao utilizado neste trabalho. O autor destaca que 55% das pulverizações agrícolas são realizadas com taxas de aplicação entre 100 e 180 L ha^{-1} e em 26% dos casos as pulverizações são realizadas com taxas superiores a 180 L ha$^{-1,}$ evidenciando que as aplicações de agroquímicos são realizadas com alto volume de calda.

Quanto ao volume médio de água consumido nas aplicações, a soja é a cultura de maior consumo, representando 52,66% de toda a água consumida para este fim (Tabela 3.2). Esta demanda está relacionada principalmente por ser a cultura cultivada em maior área no país (CONAB, 2015).

A cultura do milho representa 23,97% do total de agua consumida, seguida da soma de cana de açúcar com 14,36%, trigo com 5,15% e algodão com 3,86%.

Tabela 3.2. Culturas, áreas cultivadas, volumes utilizado de água por área e volume total necessário atual nas pulverizações convencionais no ano safra 2014/2015 e ano estimativa para 2024

Cultura	Ano 2014/2015				Ano 2024		
	Área cultivada (Mha)	Volume (L ha^{-1})	Volume total (Mm^3)	Volume consumido (%)	Área cultivada (Mha)	Volume (L ha^{-1})	Volume total (Mm^3)
Soja	32,09	684,62	21,97	52,66	34,30	684,62	23,48
Cana-de-açúcar	9,00	665,79	5,99	14,36	11,50	665,79	7,66
Algodão	0,99	1.623,12	1,61	3,86	1,36	1.623,12	2,21
Milho	15,69	637,27	10,00	23,97	17,00	637,27	10,83
Trigo	2,50	860,08	2,15	5,15	2,60	860,08	2,24
Total	60,27	-	41,72		66,76	-	46,42

O volume de água consumido nas pulverizações agrícolas só não é maior devido a mistura de tanque ser uma prática frequente nas propriedades rurais. Gazziero (2015) relata que 97% dos produtores realizam mistura de produtos em tanque de pulverização, em alguns casos, utilizando mais de 7 produtos em uma única vez. Neste contexto, a mistura de tanque pode ser um fator de redução no consumo de água nas pulverizações de agroquímicos, pois diminui o número de vezes que se executa a pulverização na mesma área.

Outras técnicas agrícolas vem sendo trabalhadas com a intenção de elevar a eficiência do uso dos recursos necessários na agricultura, tal como a água. Este é o caso da biotecnologia que vem atuando no melhoramento genético de variedades para resistência a pragas e doenças, reduzindo a necessidade da utilização de produtos químicos nas lavouras (CARRER et al., 2010).

É possível constatar o crescimento de 10,6% da área cultivada na estimativa para o ano de 2024, proporcionando aumento no consumo de água de 11,15% do total consumido em 2014/2015.

Nas aplicações em TBV, a Tabela 3.3 mostra que a proporção do volume de água consumida representa uma pequena modificação nos percentuais, sendo que a soja continua sendo a cultura de maior demanda de água na aplicação com 57,08%, seguida também pela cultura do milho com 21,96%, cana-de-açúcar com 11,85%, algodão com 4,77% e trigo com 4,34%. Porém, ao comparar o consumo total de água das pulverizações convencionais ao consumo total da TBV, obtém-se uma redução do consumo total em 83,5% (Tabelas 3.2 e 3.3).

Tabela 3.3. Culturas, áreas cultivadas, volumes utilizado de água por área e volume total necessário atual nas aplicações em TBV no ano de safra 2014/2015 e estimativa para o ano de 2024

Cultura	Ano 2014/2015				Ano 2024		
	Área cultivada (Mha)	Volume (L ha^{-1})	Volume total (Mm^3)	Volume consumido (%)	Área cultivada (Mha)	Volume (L ha^{-1})	Volume total (Mm^3)
Soja	32,09	123,0	3,95	57,08	34,30	123,0	4,22
Cana-de-açúcar	9,00	91,0	0,82	11,85	11,50	91,0	1,05
Algodão	0,99	331,0	0,33	4,77	1,36	331,0	0,45
Milho	15,69	97,0	1,52	21,96	17,00	98,0	1,65
Trigo	2,50	118,0	0,30	4,34	2,60	118,0	0,31
Total	60,27	-	6,92		66,76	-	7,67

Supondo que todas as aplicações fossem realizadas com a tecnologia que admite o menor consumo de água dentre as utilizadas na agricultura (TBV), o consumo de água poderia representar no ano de 2024, apenas 18,38% do que se consome hoje nestas aplicações com o sistema convencional (Tabela 3.2). A economia a ser obtida superaria 34,05 Mm^3 de água.

Sano (2005) estabeleceu que o volume de água utilizada em pivôs centrais na região do Distrito Federal foi 6.000 m^3 ha^{-1} ano^{-1}. Se hipoteticamente utilizássemos a economia gerada pela utilização de tecnologia de menor consumo de água, para irrigar uma área agrícola, poderia abastecer 5.687 ha durante um ano.

Não há no mercado técnicas de redução do consumo de água semelhantes ao sistema de pulverização de baixo volume (TBV) para todas as pulverizações de agroquímicos. No entanto, dado o elevado consumo de água limpa pelo método convencional, quantificado em 41,72 Mm^3 para o ano de 2014/15 e 46,42 Mm^3 para o ano de 2024, entende-se que a busca por técnicas de redução de volume de água necessária para estas aplicações deverá ser incrementada, sobretudo naquelas regiões de grande potencial agrícola com distribuição irregular de água, onde tais técnicas de baixo consumo deverão ser priorizadas a fim de que a falta deste recurso não inviabilize o crescimento econômico da região nem seu potencial produtivo.

3.4 CONCLUSÃO

O Brasil consome 41,72 Mm^3 de água em aplicações de agroquímicos para atender a demanda nas culturas da soja, cana-de-açúcar, algodão, milho e trigo.

A continuidade do uso das mesmas técnicas e frequência nas aplicações de agroquímicos elevará o consumo para 46,42 Mm^3 no ano de 2024.

A utilização de técnica de baixo volume podem reduzir o consumo de água em 34,05 Mm^3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRER, H.; BARBOSA, A. L.; RAMIRO, D. A. Biotecnologia na agricultura. **Estudos avançados**, v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010.

CHRISTOVAM, R. S. ; RAETANO, C. G. ; POGETTO, M. H. F. A. D. ; PRADO, E. P. ; AGUIAR JUNIOR, H. O. ; GIMENES, M. J. ; SERRA, M. E. Effect of nozzle angle and air-jet parameters in air assisted sprayer on biological effect of soybean asian rust chemical protection. **Journal of Plant Protection Research**, v. 50, p. 347-353, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. 2015. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&> 22 Set2015.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; VIDAL, A.; SCHIMIDT, G.; GARDUIÑO, H. A Iniciativa do Programa Sistema Aquífero Guarani - Rumo à Gestão Pratica da Água Subterrânea em um Contexto Transfronteiriço. **Coleção de Perfis de Caso nº 9**. GW-MATE, Banco Mundial. 28p. 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; CARVALHO, R.P.L.; DE BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; L OPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920p.

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**. vol.22, n.63, pp. 83-96, 2008.

MONTEIRO, M.V.M. Tecnologia BVO no tratamento fitossanitário do algodoeiro. 5. In: Congresso Brasileiro de Algodão. **Anais..**Salvador, Bahia, 2005, p. 15-37.

MONTÓRIO, G.; VELINI, E. D.; MACIEL, C. D. G.; MONTÓRIO, T. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 2, p. 8-22, 2005.

OCDE-FAO. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico - Food and Agriculture Organization. **Perspectivas Agrícolas 2015-2024**. 2015. Disponível em:<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>. 05 out 2015.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONCA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.4, n.3, p. 465-473. 2000.

SANO, E.E.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, E. C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002.**Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p. 508-515. 2005.

SANTIN, J. R.; GOELLNER, E. A gestão dos recursos hídricos e a cobrança pelo seu uso. **Sequência**. n.67, p. 199-221. 2013.

SANTOS, J.M.F. Cenários da tecnologia de aplicação de agrotóxicos na agricultura brasileira. **Biológico**, v.72, Suplemento 2, p.15-108, 2010.

SIQUEIRA, J. L. Inspeção periódica de pulverizadores: análise dos erros de calibração e impacto econômico. **Tese**. São Paulo: UNESP, 2009.

TEIXEIRA, E.S; OSIPE, J. B.; GANDOLFO, U. D.; OLIVEIRA, J. F.; GANDOLFO, M. A.; OSIPE, R. Uso de baixo volume oleoso e assistência de ar no controle de plantas daninhas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4Sup1, p. 1229-1234, 2011.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**. v. 55, n.4, p. 31-33, 2003.

VEIGA, C. M.; ANTUNIASSI, U. R. Determinação da eficiência operacional para aplicação de herbicidas na cultura da soja. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.23, n.2, 2008. p.1-5.

4 ARTIGO B:

MORAES, Eder Dias de. **Custo do transporte da água nas aplicações de agroquímicos na cultura de grãos.** 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes - PR. Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo.

Resumo

A água na agricultura é utilizada na irrigação e como veículo de aplicação de agroquímicos. O objetivo deste trabalho foi estimar o custo do transporte da água utilizada nas aplicações de agroquímicos. Foi realizado um levantamento de campo visando reunir informações necessárias para calcular o custo do transporte da água, como: taxa de aplicação utilizada, tamanho da propriedade, frequência de aplicação, tipos de culturas, característica do veículo transportador de água, distância percorrida entre a captação de água e o ponto de abastecimento. Foram efetuadas entrevistas com 60 produtores rurais escolhidos aleatoriamente em listas de clientes de revendas e cooperativas em diversas regiões do país. O aumento do tamanho da área cultivada não é acompanhado pelo crescimento proporcional da capacidade do equipamento para transporte da água utilizada nas pulverizações, refletindo diretamente o menor consumo de água, quando se aumenta a área agrícola da propriedade. À medida que aumenta o tamanho da propriedade rural o custo do m³ da água torna-se menor.

Palavras-chaves: Pulverização; Consumo de água; Custo por m³.

MORAES, Eder Dias de. **Cost of water transport in agrochemical applications in grain crop.** 2016. Dissertation (Masters in Agronomy) Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes - PR. Advisor: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo.

ABSTRACT

The water in agriculture is utilised in irrigation and as vehicles of agrochemicals application. The purpose of this work was to estimate the water transportation cost utilized in agrochemical applications. It was realised a field evaluation seeking to collect necessary information to calculate the water transportation cost, as: application rate utilised, proprietary size, application frequency, kinds of crops, characteristic of the water transportation vehicle, distance travelled between the water capitation and the supply point. There were done interviews with 60 rural producers randomized in lists of resales client and cooperatives in several regions of the country. The size increasing of the cultivated area is not accompanied for the proportional growing of the capacity of the equipment for the water transportation utilized in the sprays, reflecting directly the low water consumption, when it increases the agricultural area of the property. As it increases the size of the rural propriety the cost of m^3 water becomes low.

Keywords: Spray; Water consumption; Cost per m^3.

4.1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de grãos vem aumentando ano após ano, alcançando na última safra 2014/2015 a produção de 209,5 Mt (CONAB, 2015), destaque para soja com 96,2 Mt e milho 84,7 Mt.

Paralelo a este crescimento da produção, é crescente também o uso de agroquímicos. Há alguns anos, o Brasil se tornou o maior consumidor de agroquímicos mundial.

Aliada a isto, as formulações de agroquímicos são pulverizadas utilizando, na maioria dos casos, a água como veículo (MONTÓRIO et al., 2005). A água é captada de poços profundos, lagoas, rios diretamente pelos equipamentos de pulverização ou através de carretas-tanques e transportada até o local de abastecimento do pulverizador.

A quantidade de água transportada está diretamente ligada a taxa de aplicação de agroquímicos. Segundo Santos (2010), a média taxa de aplicação utilizada nas culturas de soja, cana-de-açúcar, algodão, milho e trigo é de 158,89 L ha^{-1}.

O utilização de menor taxa de aplicação reduziria o custo com a logística da água. Segundo Cunha et al. (2006), ainda aumentaria a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores.

O custo decorrente do volume de água utilizado nas aplicações de agroquímicos é um assunto não explorado pelos agricultores e tampouco pela comunidade científica. Diante da necessidade que a agricultura empresarial tem de saber os reais custos sobre a produção agrícola, faz-se necessários estudos sobre o assunto. Portanto, o objetivo deste trabalho foi fazer um levantamento da logística do transporte de água e estimar o custo decorrente da utilização da água nas aplicações de agroquímicos.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período agosto a outubro de 2015. Utilizou-se como instrumento para levantamento das informações necessárias para esta pesquisa um questionário (Anexo A), contendo questões dissertativas.

O questionário foi aplicado para 60 produtores rurais em diferentes regiões produtoras do Brasil, conforme Tabela 1. Os produtores rurais participavam de programa de qualidade em tecnologia de aplicação de agroquímico e foram escolhidos de forma aleatória em cadastro de revendas e cooperativas.

Tabela 4.1: Localização e número de propriedades avaliadas.

Estado	Nº de propriedades
BA	3
GO	15
MA	5
MG	10
MS	8
MT	2
PR	6
RS	4
SC	5
SP	2
Total	60

O custo por metro cúbico da água utilizada nas operações de pulverização foi estimado através da seguinte formula:

$$Custo\ (R\$\ m^{-3}) = \left(\frac{Ct}{\frac{cons\ água}{hta}} \right) \quad (1)$$

Onde:

Ct: Custo total (R$ h^{-1});

Cons água: Consumo total de água utilizada na pulverização (m^3);

hta: horas trabalhadas no ano (hora).

O custo total foi obtido através da somatória do custo fixo e custo variável:

$$Ct = CF + CV \quad (2)$$

Onde:

Ct: Custo total (R$ h^{-1});

CF: Custo fixo (R$ h^{-1});

CV: Custo variável (R$ h^{-1}).

O custo fixo das operações de logística da água foi utilizado a somatória dos custos com depreciação, oportunidade e garagem, conforme a seguir:

$$CF = D + Op + G \tag{3}$$

Depreciação:

$$D = \frac{\left(\frac{Va - Vr}{Vu}\right)}{H\ a} \tag{4}$$

Onde:

D: Depreciação (R$ h^{-1})

Va: Valor de aquisição equipamento (R$);

Vr: Valor final do equipamento após 10 anos (valor residual) (R$);

Vu: Tempo de vida útil do equipamento (Ano);

H a: número de horas no ano comercial (horas).

Para determinação do valor inicial do equipamento foi elaborado uma pesquisa de mercado com diversos modelos de tratores, caminhões e caminhão-trator e chegou-se ao valor de R$ 735,50 por kW, e para tanque-pipa (transportado) e carreta-tanque (acoplado ou rebocado) a pesquisa de mercado revelou R$ 1.500,00 por m³ de capacidade nominal. Os valores incluem custo com aquisição e documentação.

Oportunidade:

$$Op = \frac{Va * t\ Op}{H\ a} \tag{5}$$

Onde:

Op: custo com oportunidade (R$ h^{-1})

Va: Valor de aquisição equipamento (R$);

T Op: Taxa de oportunidade (10% a.a.)

Garagem:

$$G = \frac{Va * 0{,}0002}{H\ a} \tag{6}$$

Onde:

Va: Valor de aquisição equipamento;

H a: Hora no ano.

Adotou-se uma taxa de 0,02% do valor inicial do equipamento para cálculo do custo como garagem (PACHECO, 2000).

Custo variáveis são a soma do custo com combustível, lubrificantes, salário do operador e peças e manutenção, conforme segue:

Combustível:

$$C = \left(\frac{0{,}1838747 * Pt}{R\$\ diesel}\right) \tag{7}$$

Onde:

C: Combustível (R$/hora);

Pt: Potência do motor (kW);

R$ diesel: preço do diesel (R$).

Adotou-se o valor de 0,1838747 L kW^{-1}, conforme Pacheco (2000).

Lubrificantes:

$$L = C * 0{,}15 \tag{8}$$

Onde:

L: Lubrificante (R$/hora);

C: Combustível (R$/hora).

Adotou-se como referencial 15% sobre o custo com combustível, valor estimado pelo autor, referente ao custo com lubrificantes, óleo do motor, óleo do diferencial, óleo da caixa de câmbio, óleo da caixa de direção, óleo do hidráulico, óleo da redução final e graxa.

Salário do Operador:

$$S = \frac{Sl * 1{,}4656}{htm} \tag{9}$$

Onde:

S: Salário do operador (R$ h^{-1});

Sl: Salário do operador mês (R$);

htm: hora de trabalho mês (horas).

Como salário do operador do “pipa”, adotou-se o valor médio de R$ 1.400,00 segundo o Anexo A e os encargos sociais adotado foi de 46,56% sobre o salário do operador imposto por BRASIL (1943) e INSS (2004). Os encargos sociais incluem INSS (9%), Terceiros (2,7%), FGTS (8%), Provisão para férias (11,11%), Provisão para 13º salário (8,33%), Provisão para Aviso Prévio Indenizado (8,33%), Encargos Sociais sobre Provisão de férias (INSS+FGTS) (1,19%), Encargos Sociais sobre Provisão de 13º salário (INSS+FGTS) (0,89%), Encargos Sociais sobre Provisão de Aviso Prévio Indenizado (INSS+FGTS) (0,89%), Provisão para multa rescisória (40% + 10% Contribuição Social) (5,11%), conforme Anexo B.

Peças e manutenção:

$$PM = \frac{Va * 0{,}8}{Vu * hta} \tag{10}$$

Onde:

PM: Peças e manutenção (R$/hora)

Va: Valor inicial do equipamento (R$);

Vu: Vida útil do equipamento (anos);

hta: horas trabalhadas no ano (hora).

Dentre as despesas de manutenção que devem ser computadas, para o cálculo do custo de operação de máquinas agrícolas, encontram-se aquelas realizadas para a manutenção preventiva e corretiva. Na manutenção preventiva, devem-se computar os gastos com componentes trocados a intervalos regulares, tais como filtros de ar, filtros de óleos lubrificantes, filtros de combustível, correias de polias etc. A manutenção corretiva é bem mais difícil de ser estimada, uma vez que depende de fatores de

difícil controle, como a habilidade do operador, as condições do terreno etc. (PACHECO, 2000).

Para o cálculo da hora trabalhada por ano utilizou-se a seguinte equação.

$$hta = tb + td \tag{11}$$

Onde:

hta: hora trabalhado por ano (horas);

Tb: tempo de uso da bomba d'água acoplada ao equipamento (horas);

Td: tempo de deslocamento do equipamento da fonte de água até o ponto de abastecimento do pulverizador (horas).

$$Tb = \frac{\frac{Cons\ água}{cnb}}{60} \tag{12}$$

Tb: tempo de uso da bomba d'água acoplada ao equipamento (horas);

Cons água: Consumo total de água utilizada na pulverização (m^3);

Cnb: Capacidade nominal da bomba d'água do equipamento ($m^3\ min^{-1}$).

Adotou-se como capacidade nominal da bomba d'água 0,5 $m^3\ min^{-1}$, valor encontrado no modelo de bomba mais utilizado no mercado.

$$Td = \left(\frac{Cons\ água}{Cnt}\right) * \left(2 * \frac{distMax}{v}\right) \tag{13}$$

Td: tempo de deslocamento do equipamento da fonte de água até o ponto de abastecimento do pulverizador (horas).

Cons água: Consumo total de água utilizada na pulverização (m^3);

Cnt: Capacidade nominal do tanque (m^3);

distMax: Distância máxima percorrida pelo equipamento entre a captação de água e o ponto de abastecimento do pulverizador (km);

v: velocidade média de deslocamento do equipamento ($km\ h^{-1}$)

Para o cálculo do tempo de deslocamento, em virtude dos deslocamentos ocorrerem, em sua maioria, em via não pavimentada, e não os dados levantados não foram suficientes para precisar a velocidade de

deslocamentos dos veículos, estimou-se neste trabalho, a velocidade média de deslocamento de 40 km h^{-1} para caminhões e 12 km h^{-1} para tratores.

O consumo total de água utilizado nas operações de pulverização foi obtido pela multiplicação da taxa de aplicação e número de aplicações utilizadas em operações de aplicação de herbicida e fungicidas/inseticidas e a área cultivada em cada cultura, conforme fórmula:

$$\text{Cons água} = \frac{(Q_{11} * n^o\ a_{11} * A_1) + (Q_{12} * n^o\ a_{12} * A_1)}{1000} + \frac{(Q_{n1} * n^o\ a_{n1} * A_n) + (Q_{n2} * n^o\ a_{n2} * A_n)}{1000} \quad (14)$$

Onde:

Cons água: Consumo total de água utilizada na pulverização (m^3);

Q_{11}: taxa de aplicação de herbicida na cultura da soja (L ha^{-1});

Nº a_{11}: número de aplicação de herbicida na cultura da soja;

A_1: área cultivada com a cultura da soja (ha);

Q_{21}: taxa de aplicação de fungicida/inseticida na cultura da soja (L ha^{-1});

Nº a_{21}: número de aplicação de fungicida/inseticida na cultura da soja;

A_2: área cultivada com a cultura da soja (ha);

Q_{n1}: taxa de aplicação de herbicida com *n* cultura (L ha^{-1});

Nº a_{n1}: número de aplicação de herbicida na *n* cultura;

A_n: área cultivada com a *n* cultura (ha);

Q_{n2}: taxa de aplicação de fungicida/inseticida com *n* cultura (L ha^{-1});

Nº a_{n2}: número de aplicação de fungicida/inseticida na *n* cultura;

A_n: área cultivada com a *n* cultura (ha);

O volume de água processamento por hora de trabalho ano foi utilizado a seguinte equação:

$$VP = \frac{Cons\ água}{hta}$$

Onde:

VP: Volume processamento de água (m^3 h^{-1});

Cons água: Consumo total de água utilizada na pulverização (m^3);

hta: hora trabalhado por ano (horas);

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades com área agrícola até 500 ha, cuja média da área encontrada foi 396,57 ha, apresentam consumo de água de 403,41 m³, com 4,27 km de distância entre o ponto de captação de água até o local de abastecimento do pulverizador (Tabela 4.1). Para transportar este volume de água, são utilizados carreta-tanque de 6,5 m³ e o custo estimado do m³ de água foi de R$ 33,36.

Tabela 4.2: Custo do m³ de água em propriedade com área agrícola de até 500 ha.

Amostra	Área	Cons água[1] (m³)	D[2] (km)	TP[3] (m³)	Custo total (R$ h^{-1})	TU[4] (h a^{-1})	VP[5] (m^3 h^{-1})	Custo (R$ m^{-3})
1	460,0	213,44	2,0	6,0	809,81	10,67	20,00	40,49
2	421,0	327,8	8,0	6,6	422,37	30,79	10,65	39,68
3	365,0	351,18	2,0	5,0	618,56	18,73	18,75	32,99
4	363,0	639,54	1,0	6,5	511,64	26,24	24,38	20,99
5	290,4	412,34	11,0	5,0	247,79	59,10	6,98	35,52
6	480,0	476,16	1,6	10,0	735,06	19,68	24,19	30,38
Média	396,57	403,41	4,27	6,5	557,54	27,54	17,50	33,36

[1] Consumo de água utilizada na pulverização (m³); [2] Distância entre o ponto captação da água ao ponto de abastecimento do pulverizador (km); [3] Tamanho do reservatório de água do equipamento (m³); [4]Tempo de uso do equipamento (h ano^{-1}); 5 Volume processado de água (m^3h^{-1}).

As propriedades rurais com área 501 a 1000 ha, apresentam em média o custo estimado de R$ 23,70 por m³ (Tabela 4.3). Pelo volume de água consumido durante o ano, em média 1066,51 m³. Estas propriedades utilizam equipamento para transportar a água com tamanho médio de 11,3 m³.

Tabela 4.3: Custo do m³ de água em propriedade com área agrícola até 501 a 1.000 ha.

Amostra	Área (ha)	Cons água (m^3)	D (km)	TP (m^3)	Custo total (R$ h^{-1})	TU (h a^{-1})	VP (m^3h^{-1})	Custo (R$$m^{-3}$)
1	800,0	848,0	2,0	12,0	695,36	35,33	24,00	28,97
2	1000,0	898,0	5,0	15,0	890,51	44,90	20,00	44,53
3	1000,0	446,4	4,0	20,0	703,98	19,34	23,08	30,51
4	600,0	672,0	1,2	10,5	746,96	26,24	25,61	29,17
5	800,0	941,6	1,5	6,0	254,42	43,16	21,82	11,66
6	1000,0	1799,0	4,0	15,0	291,31	83,95	21,43	13,59
7	1000,0	3716,25	15,0	15,0	246,82	309,69	12,00	20,57
8	800,0	632,8	2,5	10,0	436,04	29,00	21,82	19,99
9	640,0	950,4	3,0	8,0	361,17	49,50	19,20	18,81
10	726,0	508,2	3,0	6,0	335,47	29,65	17,14	19,57
11	550,0	319,0	1,5	6,5	518,91	14,31	22,29	23,28
Média	810,55	1066,51	3,89	11,3	498,23	62,28	20,77	23,70

A maioria das propriedades rurais visitadas (51,6%) apresentam área agrícola de 1.001 a 5.000 ha, com média de 2.422 ha (Tabela 4.4). Com o aumento da área agrícola, houve acréscimo no volume de água consumido (2.296,79 m^3), distância entre a fonte de água e o ponto de abastecimento do pulverizador (8,17 km), tamanho do equipamento transportador da água (13,2 m^3) e diminuição no custo estimado por m^3 (R$ 20,43).

A diminuição no custo estimado do m^3 de água está relacionada a diminuição do custo total e o aumento do tempo de uso do equipamento. Este grupo de propriedades apresentam equipamentos para transportar a água maiores, isto também representa equipamentos mais caros, no entanto, este custo acaba sendo diluído pelo tempo de uso.

Tabela 4.4: Custo do m^3 de água em propriedade com área agrícola entre 1.001 e 5.000 ha.

Amostra	Área (ha)	Cons água (m^3)	D (km)	TP (m^3)	Custo total (R$ h^{-1})	TU (h a^{-1})	VP (m^3h^{-1})	Custo (R$ m^{-3})
1	3900	4930,0	5,0	15,0	263,35	246,50	20,00	13,17

2	3400	1182,0	5,0	10,5	399,80	67,54	17,50	22,85
3	3600	3787,2	5,0	15,0	385,06	189,36	20,00	19,25
4	1996	1277,4	6,0	15,0	365,91	68,13	18,75	19,52
5	1093	996,0	5,0	15,0	368,24	49,80	20,00	18,41
6	1760	2775,5	8,0	10,5	141,93	198,25	14,00	10,14
7	3000	2250,0	7,0	12,5	188,25	138,00	16,30	11,55
8	1400	1436,0	4,0	10,0	212,88	76,59	18,75	11,35
9	1600	1612,8	3,0	10,5	311,89	76,80	21,00	14,85
10	2550	895,1	9,0	12,5	266,85	62,06	14,42	18,50
11	1740	1144,0	5,0	9,0	243,46	69,91	16,36	14,88
12	3700	1776,0	6,0	16,0	338,99	92,50	19,20	17,66
13	2750	11962,5	10,0	11,0	133,27	942,50	12,69	10,50
14	1400	460,0	3,0	5,0	429,04	29,13	15,79	27,17
15	1800	1656,0	4,0	5,0	195,61	121,44	13,64	14,34
16	3200	4267,2	5,0	16,0	314,24	208,92	20,43	15,38
17	1090	1030,8	9,0	5,0	202,45	127,13	8,11	24,97
18	1200	1320,0	2,0	12,0	494,38	55,00	24,00	20,60
19	1035	1076,4	3,0	30,0	1.161,56	41,26	26,09	44,53
20	1500	948,0	4,0	12,0	364,15	47,40	20,00	18,21
21	2020	2997,0	9,0	15,0	308,75	189,81	15,79	19,55
22	1700	2036,0	15,0	15,0	344,18	169,67	12,00	28,68
23	2500	1440,0	5,0	15,0	373,75	72,00	20,00	18,69
24	4300	1720,0	7,0	10,0	197,94	117,53	14,63	13,53
25	3500	7425,0	40,0	30,0	341,70	742,50	10,00	34,17
26	1400	985,6	6,0	10,0	565,40	62,42	15,79	35,81
27	3870	936,0	6,0	12,0	489,29	54,60	17,14	28,54
28	3500	2700,0	36,0	20,0	327,29	333,00	8,11	40,37
29	1080	880,0	4,0	6,0	179,53	58,67	15,00	11,97
30	3500	1750,0	5,0	15,0	389,07	87,50	20,00	19,45
31	4000	1548,0	12,0	12,5	179,03	125,90	12,30	14,56
Média	2422,1	2296,79	8,17	13,2	337,98	158,77	16,70	20,43

As propriedades rurais com área agrícola entre 5.001 e 10.000 ha representam 13,33% do total observado (Tabela 4.5). Estas propriedades têm

em média 6.600 ha, com consumo de 3578,22 m³ de água, e para transportar toda esta água são utilizados equipamentos com capacidade nominal de 18,8 m³. Em média a distância do ponto de captação de água e o ponto de abastecimento foi de 9,5 km. O custo estimado do m³ foi de R$ 19,45.

Tabela 4.5: Custo do m³ de água em propriedade com área agrícola entre 5.001 e 10.000 ha.

Amostra	Área (ha)	Cons água (m³)	D(km)	TP (m³)	Custo total (R$ h^{-1})	TU (h a^{-1})	VP (m³ h^{-1})	Custo (R$ m^{-3})
1	9300	10936,0	10,0	30,0	323,29	546,80	20,00	16,16
2	5578	2625,0	8,0	18,0	409,37	145,83	18,00	22,74
3	5222	2190,0	8,0	18,0	461,77	121,67	18,00	25,65
4	5750	3162,5	15,0	12,5	144,59	295,17	10,71	13,50
5	7000	2182,5	10,0	12,0	304,65	163,69	13,33	22,85
6	5050	3034,6	10,0	15,0	376,41	202,31	15,00	25,09
7	6200	2090,0	5,0	15,0	366,03	104,50	20,00	18,30
8	8700	2405,1	10,0	30,0	223,26	120,26	20,00	11,16
Média	6600	3.578,22	9,5	18,8	326,17	212,53	16,89	19,45

Quatro propriedades (6,7%) apresentaram área agrícola maiores que 10.000 ha, com média de 12.319 ha (Tabela 4.6). O consumo de água foi de 7.302,6 m³, sendo que o equipamento para transporte desta água apresentou em média ter 18 m³ de capacidade nominal de tanque e percorre em média 15,5 km entre o ponto de captação de água e o ponto de abastecimento do pulverizador. O custo estimado por m³ ficou em R$ 16,97.

Tabela 4.6: Custo do m³ de água em propriedade com área agrícola maior que 10.000 ha.

Amostra	Área (ha)	Con água (m³)	D (km)	TP (m³)	Custo total (R$ h^{-1})	TU (h a^{-1})	VP (m³ h^{-1})	Custo (R$ m^{-3})
1	11600	8000,0	6	15,0	201,45	426,67	18,75	10,74
2	16000	9296,0	25	30,0	244,22	697,20	13,33	18,32
3	10877	4810,4	19	12,0	185,75	541,17	8,89	20,90

4	10800	7104,0	12	15,0	244,45	520,96	13,64	17,93
Média	12.319	7.302,6	15,50	18,0	218,97	546,50	13,65	16,97

A relação do consumo de água por área das propriedades apresenta a queda de aproximadamente 50%, quando se compara as grandes propriedades (5.001 a 10.000 ha e > 10.000 ha) e as pequenas propriedades (<500 ha) (Tabela 4.7).

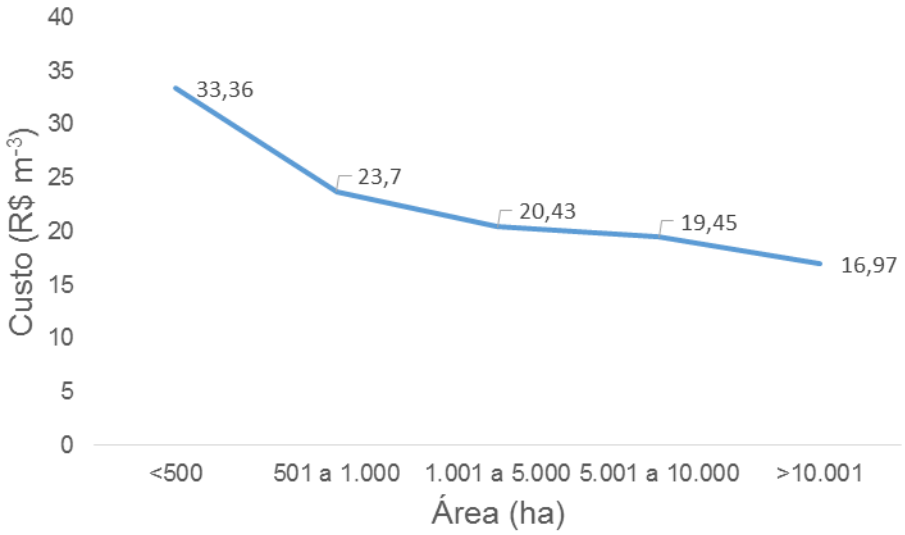
Tabela 4.7: Amostras estratificadas e as médias de área, consumo de água (C), distância entre o ponto de captação de água e o ponto de abastecimento do pulverizador (D), tamanho do pipa (TP), Custo total, tempo de uso do equipamento (TU), m^3 h^{-1} e custo do m^3 de água.

Amostra	Área (ha)	Cons água (m^3)	D (km)	TP (m^3)	Custo total (R$ h^{-1})	TU (h a^{-1})	VP (m^3h^{-1})	Custo (R$$m^{-3}$)
<500	369,27	403,41	4,27	6,5	557,54	27,54	17,50	33,36
501 a 1.000	810,55	1.066,51	3,89	11,3	498,23	62,28	20,77	23,70
1.001 a 5.000	2.422,1	2.296,79	8,17	13,2	337,98	158,77	16,70	20,43
5.001 a 10.000	6.600,0	3.578,22	9,50	18,8	326,17	212,53	16,89	19,45
>10.001	12.319	7.302,60	15,50	18,0	218,97	546,50	13,65	16,97

O aumento da área agrícola não é acompanhado pelo crescimento da capacidade do equipamento para transporte da água utilizada nas pulverizações, evidenciando maior emprego de tecnologia para redução do volume aplicado por ha.

Em relação ao custo por m^3 de água, à medida que aumenta o tamanho da propriedade rural, diminui-se os custos inerentes com o transporte da água (Figura 4.1). A redução do custo está associado a quantidade de horas trabalhada no ano, ou seja, maior utilização do equipamento transportador, diluindo os custos.

Figura 4.1: Curva de tendência do custo do m³ da água em função do tamanho da área.



4.4 CONCLUSÃO

Propriedade maiores apresentam menor custo estimado do transporte da água, comparada a propriedades menores.

Propriedade rural com menos de 500 ha apresenta quase o dobro do custo estimado com o transporte da água para uma propriedade rural com mais de 10.000 ha.

O consumo de água por ha, em uma propriedade rural com mais de 10.000 ha, é 45,6% menor em relação ao consumo de uma propriedade rural com menos de 500 ha.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) 1943**. Lei nº 5452, de 01 de maio de 1943.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. 2015. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&> 22 Set2015.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; OLIVEIRA SANTOS, R. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

INSS. Instituto Nacional do Seguro Social. **Manual de orientação da Previdência Social na Área Rural**. 3 ed. Brasília: INSS/SENAR, 2004.

MONTÓRIO, G.; VELINI, E. D.; MACIEL, C. D. G.; MONTÓRIO, T. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 2, p. 8-22, 2005.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p.

SANTOS, J.M.F. Cenários da tecnologia de aplicação de agrotóxicos na agricultura brasileira. **Biológico**, v.72, Suplemento 2, p.15-108. 2010

5 APÊNDICE

5.1 ANEXO A

Formulário

Diagnóstico da logística da água

Formulário nº____

Nome do proprietário:_____
Nome da propriedade:_____
Município: _____ Estado: _____

1. Área cultivada:_____ha.

2. Cultura:
   2.1. Soja: _____ha nº de aplicações: _____
   2.2. Milho: _____ha nº de aplicações: _____
   2.3. Trigo: _____ha nº de aplicações: _____
   2.4. Cana-de-açúcar: _____ha nº de aplicações:____
   2.5. Outros: _____ha nº de aplicações: _____

3. Taxa de aplicação utilizada:
   3.1. Herbicida
      3.1.1. Dessecação: _____ L ha^{-1}
      3.1.2. Pós-inicial: _____ L ha^{-1}
   3.2. Fungicida e Inseticida:
      3.2.1. Taxa utilizada: _____ L ha^{-1}

4. Tipo do equipamento transportador de água:

4.1. ( ) Tanque (carreta agrícola). Capacidade: _____m³.

4.2. ( ) Caminhão pipa. Capacidade: _____ m³.

4.3. ( ) Carreta (rodoviária). Capacidade: _____m³.

5. Potência do motor do equipamento transportador de água: __cv.
6. Preço do óleo diesel: R$ _____ L^{-1}
7. Salário do operador do “pipa”: R$ _____
8. Distância máxima entre a fonte de captação de água e o ponto de abastecimento do pulverizador: _____ km.

5.2 ANEXO B

Planilha de Cálculo do Custo Mensal com Mão-de-Obra

			CUSTO MENSAL		%
(+)	Salário Bruto	.....	R$	1.400,00	100,00
(+)	Adicional noturno 20% (média de 205,72 h/m)	.....	R$	0,00	0,00
(+)	Reflexo do Adic. Noturno no DSR	.....	R$	0,00	0,00
(+)	Adicional Risco de função	.....	R$	0,00	0,00
(+)	Assiduidade	.....	R$	0,00	0,00
(+)	Intrajornada indenizada (50% e 100%)	.....	R$	0,00	0,00
1	**Total bruto a pagar p/ empregado**	**.....**	**R$**	**1.400,00**	**100,00**
(-)	INSS - Empregado	.....	R$	126,00	9,00
(-)	IRRF	.....	R$	0,00	0,00
(-)	Outros	.....	R$	0,00	0,00
2	**Total de descontos**	**.....**	**R$**	**126,00**	**9,00**
3	**Total líquido a pagar p/ empregado (= 1 + 2)**	**.....**	**R$**	**1.274,00**	**91,00**
(+)	INSS da Entidade - 20%	.....	R$	0,00	0,00
(+)	INSS do Segurado	.....	R$	126,00	9,00
(+)	SAT (3,0%)	.....	R$	0,00	0,00
(+)	Terceiros (2,7%)	.....	R$	37,80	2,70
(-)	Deduções FPAS	.....	R$	0,00	0,00
4	**Total de Encargos com INSS**	**.....**	**R$**	**163,80**	11,70
5	**Encargos com FGTS (8%)**	**.....**	**R$**	**112,00**	8,00
(+)	Provisão p/ férias	.....	R$	155,56	11,11
(+)	Provisão p/ 13º Salário	.....	R$	116,67	8,33
(+)	Provisão p/ Aviso Prévio Indenizado	.....	R$	116,67	8,33
(+)	Enc. sociais s/ Provisão de férias (INSS + FGTS)	.....	R$	16,64	1,19
(+)	Enc. sociais s/ Provisão de 13º Salário (INSS + FGTS)	.....	R$	12,48	0,89
(+)	Enc. sociais s/ Prov. de Aiso Prév. Ind. (INSS + FGTS)	.....	R$	12,48	0,89
(+)	Provisão p/ Multa Rescisória (40% + 10% Contr. Soc.)	.....	R$	71,56	5,11
(+)	Vale Transporte	.....	R$	0,00	0,00
(+)	Vale Alimentação	.....	R$	0,00	0,00
6	**Total líquido das Provisões**	**.....**	**R$**	**502,06**	**35,86**
8	**Custo total**	**.....**	**R$**	**2.051,86**	**46,56**