

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITECNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA DE PRECISÃO**

**UTILIZAÇÃO DO SISTEMA *JOHN DEERE - SURFACE
WATER PRO* E *CR - CAMPEIRO 7* PARA OBTENÇÃO
DE DADOS ALTIMÉTRICOS PARA O MANEJO DO
ARROZ IRRIGADO (*ORYZA SATIVA*)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marcelino André Brutti

Santa Maria, RS, Brasil

2014

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA *JOHN DEERE - SURFACE WATER PRO* E *CR - CAMPEIRO 7* PARA OBTENÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS PARA O MANEJO DO ARROZ IRRIGADO (*ORYZA SATIVA*)

Marcelino André Brutti

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Área de Concentração em Tecnologias em Agricultura de Precisão, do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luis Santi

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Brutti, Marcelino André

Utilização do Sistema *John Deere - Surface Water PRO* e CR - CAMPEIRO 7 para obtenção de dados altimétricos para o manejo do arroz irrigado (*Oryza Sativa*) / Marcelino André Brutti. - 2014.

62 p.; 30cm

Orientador: Antônio Luis Santi

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, RS, 2014

1. *Surface Water PRO* 2. CR Campeiro 7 3. Gerenciamento de água 4. Arroz irrigado I. Santi, Antônio Luis II. Título.

© 2014.

Todos os direitos autorais reservados a Marcelino André Brutti. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

End. Eletrônico: brutti01@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Colégio Politécnico da UFSM
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Dissertação de Mestrado

**UTILIZAÇÃO DO SISTEMA *JOHN DEERE - SURFACE WATER PRO E*
CR - CÂMPEIRO 7 PARA OBTENÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS
PARA O MANEJO DO ARROZ IRRIGADO (*ORYZA SATIVA*)**

Elaborado por
Marcelino André Brutti

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agricultura de Precisão

Comissão Examinadora:

Antônio Luis Santi, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Enio Giotto, Dr. (UFSM)

Daniel Boemo, Dr. (IFFARROUPILHA)

Santa Maria, 24 de Janeiro de 2014.

Dedico este trabalho a toda minha família e as pessoas que acreditaram que este momento seria possível, obrigado a todos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais este momento ímpar em minha vida, por ter alcançado com saúde e plena capacidade de desenvolver as tarefas que venho realizando.

Também a toda equipe do Sistemas Mecanizados Verdes Vales, concessionário John Deere, em especial aos Diretores Guilherme Chemale Kessler e Dorildo Berger, e ao Gerente da loja Santa Maria, Eliandro Gonçalves Soares, por ter colocado toda a estrutura da empresa a minha disposição para realização dos meus trabalhos a campo, agradeço a eles e toda a família Verdes Vales.

Um agradecimento a Agropecuária Predebom, em especial ao Tiago Predebom, por ter disponibilizado a propriedade e toda sua infraestrutura para realização do trabalho.

Ao professor Enio Giotto, por ter contribuído diretamente no desenvolvimento da ferramenta para o CR Campeiro 7 apresentada neste trabalho, sem sua ajuda e sua genialidade esse trabalho não seria possível.

Ao professor Antônio Luis Santi pelo apoio e compreensão no desenvolvimento e contribuição para à conclusão deste trabalho.

Também a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão (PPGAP), entre eles, Alexandre Russini, Jackson Ernani Fiorin, Catize Brandelero, Claire Delfini Viana Cardoso, Luciano Zucuni Pes, Rudiney, Soares Pereira, Vanderlei Rodrigues da Silva os quais tive a satisfação de ter sido aluno.

Um agradecimento todo especial aos professores Telmo Jorge Carneiro Amado e Elódio Sebem, por terem sido idealizadores deste mestrado, e terem conduzido de forma magnífica os trabalhos desde os primeiros dias do programa.

Ao servidor Juliano, secretário do curso de pós-graduação em Agricultura de Precisão, por todo auxílio e dedicação.

Agradeço também ao professor Daniel Boemo, do Instituto Federal Farroupilha, por ter aceito o convite em fazer parte da Comissão Examinadora desta trabalho.

Os colegas de mestrado que tive a alegria de conhecer, amigos que para a vida toda ficarão na memória.

Minha família que sempre me apoiou em minhas decisões. Com imenso amor a minha mãe Maria Ivani, motivadora e incansável, ajudando-me em toda essa jornada e a meu pai, Antonio Liberato Brutti, que mesmo *in memoriam*, certamente me ilumina a tomar as decisões mais corretas.

A vocês todos, ofereço todo meu respeito e carinho.

Obrigado a todos.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão
Universidade Federal de Santa Maria

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA *John Deere - Surface Water PRO* e CR - CAMPEIRO 7 PARA OBTENÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS PARA O MANEJO DO ARROZ IRRIGADO (*Oryza Sativa*)

AUTOR: MARCELINO ANDRE BRUTTI
ORIENTADOR: DR. ANTÔNIO LUIS SANTI
Santa Maria, 24 de Janeiro de 2014.

A agricultura de precisão, tem hoje papel decisivo na gestão da agricultura, tem ação direta tanto na diminuição dos custos de produção quanto nos impactos ambientais a partir da gerenciamento localizada da lavoura. A conservação da água e do solo é de grande importância para a gestão dos recursos hídricos. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar o Sistema *John Deere Surface Water PRO*, quanto a melhor maneira de fazer o trabalho altimétrico, levando em consideração a rotina da propriedade, como semeadura e colheita em lavoura de arroz irrigado. Também foi testado a utilização da ferramenta JD - APEX criada no *Software CR CAMPEIRO 7* para o processamento dos dados obtidos no campo, em conjunto com *Software John Deere APEX* para o gerenciamento da água no solo. A ferramenta JD – APEX oferece a funcionalidade de conversão do mapa gerado no APEX em arquivo *shapefile* de linhas, que posteriormente é utilizado no monitor *John Deere GS3 2630*. Os mapas gerados a partir das pesquisas, foram testados a campo e avaliado seu potencial visando identificar se os dados coletados em diferentes trabalhos, podem ser utilizadas para gerenciamento de água no manejo do arroz irrigado. Concluiu-se que as ferramentas criadas, com poucos ajustes, serão adequadas e eficientes para a demarcação e implantação de curvas de nível para o manejo da água na cultura do arroz irrigado.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. controle de água. *Oriza sativa*. CR CAMPEIRO 7. *John Deere*.

ABSTRACT

Master's degree dissertation
Master Course in Precision Agriculture
Federal University of Santa Maria

Using the System *John Deere - Surface Water Pro* and CR - 7 Campeiro to obtain altimetric data for the management of rice (*Oryza Sativa*)

AUTHOR: MARCELINO ANDRE BRUTTI
SUPERVISOR: DR. ANTÔNIO LUIS SANTI
Santa Maria, January, 24th, 2014.

Precision agriculture, have a determinant role in the management of agriculture, has a direct effect in the reduction of production costs as the environmental impacts from the management of localized farming. The conservation of water and soil is of great importance to the management of water resources. Thus, this study aimed to analyze the system John Deere Surface Water Pro, as the best way to make the altimeter work, taking into account the routine of the property, as sowing and harvesting the rice paddy. Was also tested using the tool JD - APEX created in Software CAMPEIRO CR 7 for processing the data obtained in the field, together with John Deere APEX Software for managing soil water. JD Tool - APEX provides the functionality of converting the generated map in APEX shapefile of lines, which is subsequently used for the monitor John Deere 2630 GS3. The maps generated from the research were tested in the field and evaluated its power to identify whether the data collected in different studies may be used for water management in irrigated rice management. It was concluded that the tools created with few adjustments are appropriate and effective for the demarcation and establishment of contour lines for the management of water in irrigated rice.

Keywords: Precision agriculture. Water control. *Oryza sativa*. CR CAMPEIRO 7. John Deere.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Detalhe da área experimental - São Gabriel, RS, 2014.	34
Figura 2 –	Preparação para a gravação do limite da área, 2014.....	35
Figura 3 –	Configuração do modo de pesquisa, 2014.....	36
Figura 4 –	Rotina para o início do mapeamento, 2014.....	37
Figura 5 –	Detalhes do início da semeadura da soja e coleta de dados na safra 2012/13, 2014.	38
Figura 6 –	Mapa com os pontos coletados durante a semeadura da soja, safra 2012/13, 2014.	39
Figura 7 –	Detalhes da colheita da safra de soja, safra 2012/13 e coleta de dados, 2014.	40
Figura 8 –	Mapa com os pontos coletados na colheita da soja, Safra 2012/13, 2014.	41
Figura 9 –	Ilustração do tamanho da célula e raio de pesquisa utilizado nesse estudo, 2014.	42
Figura 10 –	Dados obtidos durante a semeadura após processamento no APEX, 2014.....	43
Figura 11 –	Dados obtidos durante o processo de colheita após processamento no APEX, 2014.....	44
Figura 12 –	Dados obtidos durante a semeadura (a esquerda) e dados obtidos durante a colheita (a direita), 2014.....	45
Figura 13 –	Sobreposição entre os mapas processados com os dados obtidos na semeadura comparado com os obtidos durante a colheita, 2014. ..	46
Figura 14 –	Detalhe da sobreposição entre os mapas com os dados obtidos na semeadura comparado com os obtidos durante a colheita, 2014.	47
Figura 15 –	Detalhe da ferramenta <i>John Deere</i> (JD) – APEX desenvolvida dentro do programa CR CAMPEIRO 7, 2014.....	49
Figura 16 –	Detalhe do processamento dos dados coletados com o programa APEX, 2014.....	49
Figura 17 –	Detalhe da exportação dos dados coletados a campo e processado no programa, 2014.....	50
Figura 18 –	Visualização dos dados no programa CR CAMPEIRO 7, 2014.	50
Figura 19 –	Mapa já processado e detalhe da ferramenta específica criada, 2014.	51
Figura 20 –	Conversão de arquivo <i>Shapefile</i> no GLC, para leitura no monitor <i>John Deere</i> GS3, 2014.....	52
Figura 21 –	Mapa original exportado do APEX para o CR CAMPEIRO 7, 2014.	52

Figura 22 – Mapa processado no CR CAMPEIRO 7, importado para o APEX, 2014.	53
Figura 23 – Diferença entre os arquivos após processamento no CR CAMPEIRO, 2014.	53
Figura 24 – Visualização do mapa de isolinhas (curvas de nível) sobreposto em imagem do <i>Google Earth</i> , 2014.	54
Figura 25 – Detalhe da divisão da área utilizando na parte norte dados de altimetria durante a colheita e, na parte sul, dados obtidos durante a semeadura, 2014.	55
Figura 26 – Detalhe da diferença no campo entre os dois modos de pesquisa, 2014.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Precipitação pluviométrica na área durante o experimento.....	34
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMS	Agricultural Management Solutions
ANA	Agencia Nacional de Aguas
AP	Agricultura de precisão
ARH	Agências de Região Hidrográfica
CGBH	Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica
CR	Ciências Rurais
DRH	Departamento de Recursos Hídricos
EAD	Educação a Distância
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
GLONASS	<i>Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GO	Goias
GS3	<i>Green Star 3</i>
GSDNet	Geo - Spatial Data Network
GPS	<i>Global Positioning System</i> - Sistema de Posicionamento Global
INMARSAT	<i>International Maritime Satellite Organization</i>
iTC	Compensador de Terreno Integrado
MSAS	<i>Multi-Functional Satellite Augmentation System</i>
MT	Mato Grosso
PUP	Princípio Usuário Pagador
RS	Rio Grande do Sul
RTK	<i>Real Time Kinematic</i>
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SERH	Sistema Estadual de Recursos Hídricos
SF1	<i>Star Fire 1 (L1)</i>
SF2	<i>Star Fire 2 (L2)</i>
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
STS	<i>Single Tine Separator</i>
TCM	Modulo Compensador de Terreno
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria
WAAS	<i>Wide Area Augmentation System</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Água doce no mundo.....	17
2.2 Legislação para uso da água no Brasil	18
2.3 Legislação da água no Rio Grande do Sul.....	19
2.4 Outorga	21
2.4.1 Regulamentação geral da lei.....	22
2.5.1 Uso da água no cultivo do arroz.....	24
2.6 Agricultura de precisão e o cultivo de arroz.....	25
2.7 Construindo as curvas de nível	26
2.8 <i>John Deere - Surface Water PRO</i>	27
2.8.1 Utilizando informações de satélite.....	28
2.8.2 Correção RTK	29
2.8.3 Vantagens do sistema John Deere - Surface Water PRO.....	30
2.9 CR CAMPEIRO 7	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Configurações	34
3.3 Processando os dados no APEX	41
3.3.1 Processando os dados de semeadura	43
3.3.2 Processando os dados de colheita.....	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
4.1 Comparação dos mapas	45
4.2 <i>Softwares</i>	48
4.3 Utilizando o CR CAMPEIRO 7.....	48
4.4 Rotina <i>Surface Water PRO – CR CAMPEIRO 7</i>	49
4.5 Análise dos resultados	54
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente número de adeptos a agricultura de precisão (AP), no Brasil e no mundo, tem requerido que este tema também seja, a cada dia, aprofundado em estudos técnicos e científico. A AP não é uma prática exata, que se aplica prescritivamente da mesma forma a todos os casos e, desta forma, junto com a popularização do tema, ainda falta preparo de quem leva o tema até o produtor rural.

A AP se encontra em constante desenvolvimento, capaz de modificar as técnicas existentes e incorpora novas técnicas que fornecem ferramentas aos especialistas em manejo agrícola. Integra significativamente, computação, eletrônica e elevados níveis de controle e, desta forma, deve ser compreendida como uma forma de manejo sustentável, na qual as mudanças ocorrem sem prejuízos para as reservas naturais, ao mesmo tempo em que os danos ao meio ambiente são minimizados e este objetivo não significa, necessariamente, a obtenção de máxima produtividade, mas a otimização do retorno financeiro dentro de restrições impostas pelo meio ambiente (MANTOVANI et al., 1998).

AP pode ser definida como uma tecnologia moderna para o manejo do solo, dos insumos e das culturas, de modo adequado e considerando as variações espaciais e temporais dos fatores que afetam a produtividade, visando portanto, o gerenciamento mais detalhado do sistema de produção agrícola como um todo, não somente das aplicações dos insumos ou de mapeamentos diversos, mas de todos os processos envolvidos na produção e até mesmo o plantio mecanizado da cultura utilizando algum sistema de orientação via satélite (ANTUNIASSI et al., 2007).

A AP, com suas ferramentas e com o Sistema de Posicionamento Global (GPS), foi possível associar a variabilidade da produtividade das culturas com os vários atributos que regem seu potencial, mapas de produtividade e de atributos de solo ajudam a gerar informações de manejo ou delimitar diferentes áreas de potencial produtivo, possibilitando integrar, em vários pontos da lavoura, dados de solo e planta, reorientando a forma tradicional de se buscar as causas da expressão do potencial produtivo (SANTI, 2007).

Neste sentido, durante um cultivo, são necessárias várias aplicações, operações ou atividades que exigem algum tipo de orientação, onde uma prescrição

incorreta pode interferir no decorrer de todo o ciclo da cultura e de uma maneira geral há grandes dificuldades em implementação de tecnologias em grande escala para resolver ou evitar problemas, ou para estabelecer programas de manejo; Um exemplo, bem conhecido, são as práticas de irrigação que visam o uso mais eficiente da água, determinação de uso, de consumo e de preparar programas irrigação no sentido de evitar a salinização e a erosão, mas o que não se sabe é como estruturar e implementar procedimentos eficientes a partir do conhecimento disponível para garantir a continuação da execução desse tipo de prática de maneira a permitir uma agricultura sustentável (ALFARO & MARIN, 1991).

Pensando neste conceito, surgem a cada ano, novos equipamentos destinados a otimização do tempo e dos recursos disponíveis nas propriedades rurais, e entre eles, o *Surface Water PRO*, equipamento desenvolvido pela multinacional John Deere, destinado inicialmente a construção de terraços nas lavouras, mas que no Brasil, se está buscando aperfeiçoar para a construção das taipas em lavouras de arroz irrigado, conjugado com o auxílio do piloto automático.

Desta forma, o objetivo deste trabalho visa identificar a melhor metodologia para utilização do sistema *John Deere - Surface Water PRO* para coleta de dados de altimetria e geração de curvas de nível na cultura do arroz irrigado e também avaliar em conjunto com o software *John Deere APEX* a utilização do software *CR - CAMPEIRO 7* para processamento dos dados altimétricos coletados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Água doce no mundo

A água é um elemento imprescindível à vida no planeta, mesmo assim é um recurso que muitas vezes não é lhe dado a importância merecida e muitas vezes considerado um recurso natural inesgotável. No entanto, o planeta é ocupado por 71% de água, destes, cerca de 0,63% é água doce e grande parte dela imprópria para consumo humano (PLANETA ORGÂNICO, 2011).

A América do Sul é o continente onde se encontra o maior potencial hídrico do planeta, e o Brasil encontra-se destacado quanto a oferta disponível de água doce, apesar de uma política anda não muito eficiente em termos de manutenção deste potencial, tanto disponível na superfície, quanto no subsolo. Cerca de 80% da água doce do Brasil, está concentrada na Amazônia, restando apenas os outros 20%, para ser distribuídas as demais regiões do país (GRASSI, 2001).

Com a maior demanda de água doce do planeta encontra-se na América do Sul, o Brasil se torna valioso perante o resto do planeta, onde até 2025, um a cada cinco países sofrera com escassez de água, afetando a vida de três bilhões de pessoas (FERNANDES, 2009).

O crescimento da população, reflete, diretamente em uma maior demanda de energia e alimentos, alavancando o consumo de água doce disponível no planeta. O alto nível tecnológico disponível ao homem, o disponibiliza a utilizar esta tecnologia para drenar grandes reservatórios de água subterrânea, desvios de rios, canalização de nascentes e toda qualquer utilidade que o mesmo considerar que a água possa ter, em benefício próprio ou coletivo, entretanto muitas destas medidas é feita de forma indiscriminada, sem levar em consideração os efeitos que isto irá proporcionar num futuro muitas vezes próximo (BARROS & AMIN, 2007).

O Brasil atua de forma tímida, em termos de políticas eficientes na utilização dos recursos hídricos, e de forma negligente na fiscalização da aplicação das mesmas, ficando a cargo do bom senso da população a preservação dos recursos hídricos. O país aprovou a primeira lei que trata do uso da água em 1934, o qual por

sua vez tratava a água como bem de domínio privado, sendo alterado na constituição de 1988, passando a água a ser considerada bem de domínio público (GROSZEK, 1998).

2.2 Legislação para uso da água no Brasil

Após a aprovação da lei n.º 9.433/97, foi criada a Política Nacional de Recursos Hídricos e um sistema nacional para gerenciá-la, o chamado Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), o qual é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais e Comitês de Bacias Hídricas.

A implementação do (SINGREH), se deu através da Lei n.º 9.984/00, a qual criou a Agência Nacional de Água (ANA), e que em seu Artigo 1º dizia:

Esta Lei cria a Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos (Brasil, Lei Federal n.º 9.984 de 17 de julho de 2000, Art. 1º).

Esta lei serviu então, para a criação de uma agência o qual fica responsável por gerenciar todos os temas referentes a água no Brasil, desde a esfera locais até a Federal, no qual no seu Artigo 2º, apresenta a competência do Conselho Nacional de Recursos Hídricos:

Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos promover a articulação dos planejamentos nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários elaborados pelas entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e formular a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Brasil, Lei Federal n.º 9.984 de 17 de julho de 2000, Art. 2º).

Ainda seguindo esta ordem cronológica, o novo Código Civil de 2002 reformulou o que dizia na lei de 1916, no seu Artigo n.º 526, desta forma, o responsável pela posse de uma propriedade, pode explorá-la, tanto o seu subsolo quanto parte aérea, como diz o Artigo n.º 1.229:

A propriedade do solo abrange a do espaço aéreo e subsolo componentes até a altura e profundidade úteis ao seu exercício, e restrito ao interesse legítimo do proprietário (Brasil, Lei Federal n.º 10.406 de 10 de janeiro de 2002, Art. 1.229).

Se compararmos o texto deste artigo, com o do Código Civil de 1916, vamos observar que se trata do mesmo texto, contudo a principal diferença encontra-se no Artigo n.º 1.230, então presente neste novo Código Civil:

A propriedade do solo não abrange as jazidas, minas e demais recursos minerais, os potenciais de energia hidráulica, os monumentos arqueológicos e outros bens referidos por leis especiais (Brasil, Lei Federal n.º 10.406 de 10 de janeiro de 2002, Art. 1.230).

Diversas outras leis poderiam ser citadas aqui, como a Artigo n.º 1.290, a qual expressa os deveres dos detentores de posse das terras, quanto as nascentes que estão dentro da propriedade, onde o texto diz que após satisfeitas as necessidades de consumo, o mesmo não pode impedir ou desviar o curso natural das águas. As águas das chuvas, pertencem à União ou ao Estado, dependendo do local onde forem armazenadas, uma vez que o seu represamento impede o curso normal. (Viegas, 2007).

2.3 Legislação da água no Rio Grande do Sul

Após a Constituição Federal de 1988, os estados reformularam também suas constituições para se adequar a que entrara em vigor. Não diferente, o Rio Grande do Sul, em 1989 apresentou a sua Constituição Estadual, que entre os primeiros Artigos, o de n.º 7 já apresentava a importância de tal tema, e em seu Inciso III diz:

São do Estado, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União, situadas em terrenos de seu domínio (Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, 1989).

Ou seja, toda e qualquer água encontrada dentro dos limites do estado, são de posse do estado, incluindo ai, águas subterrâneas, represas, açudes, poços, etc, salvo se estas forem em áreas federais ou alguma obra realizada com recurso Federal.

Antes porém da lei brasileira ter sido aprovada, em 1997, em 1994 o Rio Grande do Sul já possuía uma legislação mais avançada quando comparada a Lei Federal. Em 1994, foi aprovada no estado, a Lei Estadual n.º 10.350, a então chamada “lei da águas gaúcha”. Cánepa & Grassi (2000), cita como principal fundamentação da lei, o do Princípio Usuário Pagador (PUP), o pilar básico da Lei, bem como do seu caráter inovador na política ambiental brasileira, na medida em que introduz instrumento econômico de indução, em complementação à velha política de mandato - e - controle.

Este mecanismo segue uma tendência mundial, e o Brasil se alinhou a esta tendência a partir de 1988, com a Constituição Federal, desta forma segundo Cánepa & Grassi (2000), o PUP passou a ter um papel de destaque no leque de instrumentos de gestão e assim, tem um razoável conjunto de leis que incorporam esse instrumento: Lei Estadual n.º 10.350/94, do Rio Grande do Sul, Lei Federal n.º 9.433/97, entre outras.

No estado do RS, a Constituição Estadual de 1989, no seu Artigo n.º 171, instituiu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, (SERH):

Fica instituído o sistema estadual de recursos hídricos, integrado ao sistema nacional de gerenciamento desses recursos, adotando as bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento e gestão, observados os aspectos de uso e ocupação do solo, com vista a promover:

I - a melhoria de qualidade dos recursos hídricos do Estado;

II - o regular abastecimento de água às populações urbanas e rurais, às indústrias e aos estabelecimentos agrícolas (Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, 1989, Art. 171).

Desta forma, o SERH, se tornou o órgão responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos no estado, ligado ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Ao SERH, ficou compreendido todo o processo de outorga de uso da água no RS, como consta no Inciso 1º da lei:

O sistema de que trata este artigo compreende critérios de outorga de uso, o respectivo acompanhamento, fiscalização e tarifação, de modo a proteger e controlar as águas superficiais e subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, assim como racionalizar e compatibilizar os usos, inclusive quanto à construção de reservatórios, barragens e usinas hidrelétricas (Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, 1989, Art. 171, Inciso I).

O SERH, também em seu Inciso III, institui a forma como os recursos provenientes de outorgas, deve ser utilizado:

Os recursos arrecadados pela utilização da água deverão ser destinados a obras e à gestão dos recursos hídricos na própria bacia, garantindo sua conservação e a dos recursos ambientais, com prioridade para as ações preventivas (Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, 1989, Art. 171, Inciso III).

Desta forma, fica vedado uma possível alocação dos recursos em outras áreas e em outras bacias que não a de origem do recurso.

O Sistema Estadual de Recursos Hídricos, após implantado, foi dividido em três níveis, como apresentado por Cánepa & Grassi (2000):

- ✓ No topo, tem as instituições orientadoras do sistema: Conselho de Recursos Hídricos, Assembleia Legislativa, Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) e Departamento de Recursos Hídricos (DRH).
- ✓ Na base, tem os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica (CGBH), verdadeiros "parlamentos das águas".
- ✓ Como elo de ligação entre esses dois níveis, colocam-se as Agências de Região Hidrográfica (ARH), órgãos técnicos a serviço do sistema, em geral, e dos Comitês de Bacia, em particular.

2.4 Outorga

Conforme Gerber (2002), a Política Estadual de Recursos Hídricos tem como princípios a prévia aprovação, pelo Estado, de todas as utilizações dos recursos hídricos que afetam sua disponibilidade qualitativa ou quantitativamente, ressalvadas aquelas de caráter individual, para satisfação de necessidades básicas da vida.

Assim a outorga é o ato administrativo mediante o qual o Poder Público outorgante concede o direito de uso dos recursos hídricos, nos termos e condições estabelecidas no referido ato administrativo e é através da Outorga que o Poder Público promove a harmonização entre os múltiplos usos, garantindo a todos os

usuários o acesso aos recursos hídricos, conforme a disponibilidade em cada bacia hidrográfica (SEMA, 2011).

Ainda segundo Gerber (2002), as diversas utilizações da água serão cobradas, com a finalidade de gerar recursos para financiar a realização das intervenções necessárias à utilização e à proteção dos recursos hídricos e para incentivar a correta utilização da água. Desta forma, os recursos seriam usados, focando a preservação da hidrografia do Estado, gerando sua sustentabilidade no decorrer dos anos.

2.4.1 Regulamentação geral da lei

A outorga de água no Rio Grande do Sul, está regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 37.033/96, o qual:

Regulamenta a outorga do direito de uso da água no Estado do Rio Grande do Sul, prevista nos art. 29, 30 e 31 da Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994 (Rio Grande do Sul, Decreto n.º 37.033, de 21 de novembro de 1996).

A grande novidade da lei de outorga, Gerber (2002) apresenta como sendo a descentralização da ação do Estado, ficando a análise para as regiões e bacias hidrográficas, com a participação da comunidade que deve se organizar através da criação de Comitês de Bacias da sua região, congregando usuários de água, representantes políticos e de entidades atuantes na respectiva bacia.

Contudo o Estado, através da criação de Agências de Região Hidrográfica, deverá dar apoio técnico, econômico e ambiental, para os Comitês de Bacia de cada região.

No Artigo 1º, fica expresso como poderá ser usada a água do Estado, a qual deverá ser mediante outorga, dependendo do objeto de seu uso:

As águas de domínio do Estado do Rio Grande do Sul, superficiais e subterrâneas, somente poderão ser objeto de uso após outorga, de que tratam os artigos 29, 30 e 31 da Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, pelo Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria das Obras Públicas, Saneamento e Habitação - DRH - e pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM -, mediante:

I - licença de uso, quando o usuário atender às condições definidas pelos órgãos mencionados no caput, em função da disponibilidade qualitativa e quantitativa de água na Bacia;

II - autorização, nos casos em que não haja definição das condições referidas no inciso I.

Parágrafo único. O uso das águas poderá ser outorgado mediante concessão, nos casos de utilidade pública, conforme previsto no art. 43 do Decreto n.º 24.643, de 10 de julho de 1934 (Rio Grande do Sul, Decreto n.º 37.033, de 21 de novembro de 1996. Art. 1º).

A partir disto, todo usuário deverá solicitar outorga junto ao órgão competente, para que seja regulamentado sua utilização, salvo o previsto na Resolução n.º 001/97, do Conselho de Recursos Hídricos do RS, o qual na sua decisão resolve:

Dispensar da outorga a derivação individual de água para os usos que caracterizam o atendimento das necessidades básicas da vida: higiene, alimentação e produção de subsistência. A este critério devem ser associadas as condições de uso da água em unidade residencial unifamiliar em local onde não haja sistema de abastecimento público, e a não utilização da água para fins econômicos (Rio Grande do Sul, Resolução n.º 001, de 04 de junho de 1997).

2.5 Uso da água na agricultura

Sobre a utilização da água na agricultura, Lima et al (1999), diz que o aumento do custo da terra, aliado ao considerável capital necessário à exploração agrícola, não permite mais que a produção final dependa da ocorrência ou não de um regime de precipitação adequado. Assim sendo, a nova tendência do meio empresarial agrícola tem sido a de aumento do interesse pela prática da irrigação, que, além de reduzir riscos, proporciona outras vantagens significativas ao produtor irrigante.

Segundo Salassier (2008), a irrigação no Brasil, infelizmente, ainda não está sendo praticada com boa eficiência. Todavia, com a demanda crescente por água, pelos vários setores da sociedade, associada aos movimentos ecológicos que conscientiza a população sobre a importância do meio ambiente mais saudável (menos poluído), sem dúvida haverá pressão para que a irrigação seja conduzida com maior eficiência, de modo a causar o mínimo de impacto possível no meio

ambiente, notadamente no que diz respeito à disponibilidade e qualidade de água para as múltiplas atividades

Também Salassier (2008), comenta a importância da irrigação na agricultura brasileira, cujos principais benefícios são:

- ✓ Aumentar a produtividade das culturas (em média, a produtividade nas áreas irrigadas é 2,5 a 3,0 vezes maior do que a das áreas não irrigadas);
- ✓ Aumentar o valor da propriedade e o lucro da agricultura (em média, o valor bruto da produção nas áreas irrigadas é 5,0 vezes maior do que a das áreas não irrigadas);
- ✓ Possibilitar maior eficiência no uso de fertilizantes;
- ✓ Permitir programas de cultivo, isto é, escalonar plantios, tratos culturais e colheitas;
- ✓ Permitir dois ou mais cultivos por ano numa mesma área;
- ✓ Permitir, justificar e incentivar a introdução de culturas com maior valor comercial, minimizando o risco do investimento;
- ✓ Melhorar as condições econômicas das comunidades rurais;
- ✓ Aumentar a demanda de mão de obra, fixando o homem no meio rural, o que minimizará o crescimento de favelas na periferia das cidades.

A irrigação é o setor que mais consome água mundialmente e o menos eficiente, ficando o valor médio mundial das perdas entre 50 e 70%. No Brasil, dos quase três milhões de hectares irrigados, mais de 95% utilizam os métodos menos eficientes, como espalhamento superficial, pivô central e aspersão convencional (TELLES, 1999).

2.5.1 Uso da água no cultivo do arroz

A quantidade de água exigida para o cultivo de arroz segundo SOSBAI (2007), é o somatório da água necessária para saturação do solo, formação da lâmina, reposição das perdas por evapotranspiração, constituição dos tecidos da

planta e compensação de todas as perdas no sistema de condução e distribuição de água na lavoura, somados ainda, o ciclo da cultivar, a época de semeadura, as precipitações ocorridas após a semeadura, o teor de água no solo no início da irrigação e a declividade do terreno.

Quanto a utilização de água para o cultivo do arroz no RS, Júnior et al (2004), diz que a evapotranspiração representa cerca de 70% da necessidade de água para a irrigação, onde a média diária normal do arroz, no período em que é praticada a irrigação por inundação, varia de 6,7 a 7,7 mm, levando em consideração a quantidade de chuva ocorrida e da época de semeadura, variando de 655,4 mm, em Uruguaiana, a 801,6 mm, em Santa Vitória do Palmar, para semeaduras de 15 de setembro e 15 de novembro, respectivamente, em um sistema estático de irrigação por inundação.

O RS caracteriza-se pelo cultivo de grandes áreas de arroz, onde predomina amplamente o sistema de cultivo com taipas em nível, onde o irrigante coloca a água no ponto mais alto e a conduz por gravidade, mantendo uma lâmina de água através de taipas construídas com diferença de nível de 0,05 a 0,10 m (SOSBAI, 2007).

2.6 Agricultura de precisão e o cultivo de arroz

A obtenção de alto rendimento de grãos de arroz irrigado depende de vários fatores, alguns dos quais se tem controle, outros não. A interação desses vários fatores, que atuam no sistema produtivo como um todo, é que determinará o rendimento, a qualidade de grãos e o retorno econômico esperado. Entre os principais fatores destacam-se: a adequação do solo, a época de semeadura, manejo da adubação, controle precoce de plantas daninhas, manejo da irrigação e manejo de pragas e doenças (MENEZES, 2004).

Ceconi et al (2013), diz que na cultura do arroz irrigado, a AP teve um aumento considerável nos últimos cinco anos, sendo que o entrave com maior relevância era equipamentos não adaptados à cultura. Esta cultura abrange, aproximadamente um milhão de hectares no RS, sendo sua produção nacional concentrada nos estados do RS e Santa Catarina.

Diferente do que é encontrado nas áreas de sequeiro no estado do RS, a adoção da AP na cultura do arroz ainda é algo novo para os produtores, porém apesar das poucas informações que existem, os resultados são promissores (DURIGON, 2007).

Também Acosta (2010), diz que apesar de já apresentar inúmeras informações e resultados positivos em áreas de sequeiro, a AP em arroz irrigado ainda é incipiente, além do mais, o sistema de manejo é muito diferente, com grande variabilidade de tipos de solo e em uma nova fase onde os produtores estão buscando investir em novas tecnologias e tendo ainda como alternativa a entrada da cultura da soja em rotação em algumas áreas.

Segundo Cruvinel et al. (1999), as práticas da AP encontram perspectivas que potencializam a tomada de decisão em vários segmentos do manejo do arroz, tais como identificação da melhor prática de manejo de culturas irrigadas, adequabilidade da terra para o arroz através do mapeamento eletromagnético, projeto de irrigação para toda a área da fazenda com balanço da disponibilidade de água e manejo integrado, investigação da sustentabilidade do solo sobre a plantação do arroz, determinação da qualidade do arroz no campo e previsibilidade do ponto de colheita, melhor entendimento do crescimento do arroz em resposta a mudanças nutricionais e temperatura ambiental ou no perfil do solo, melhoramento do manejo em face da presença de pragas e doenças e melhor controle da população de plantas.

2.7 Construindo as curvas de nível

Segundo Bisognin et al. (2013), a irrigação do arroz em superfície com desnível, necessita de barreiras para retenção de uma lâmina de água, para isso são construídas taipas em curvas de nível, sendo que a diferença de cotas depende da inclinação do terreno.

Segundo EMBRAPA (2013), a construção das taipas, em curvas de nível, no sistema convencional de cultivo do arroz, ocorre, anualmente, logo após a semeadura. O desnível vertical, entre uma taipa e outra, pode variar de 0,05 a 0,15 m, dependendo do menor ou maior desnível do terreno. Intervalos menores podem

ser utilizados em solos com superfícies mais planas, visando reduzir o tamanho dos quadros. Em casos especiais, os intervalos verticais podem ser maiores que 0,15 m, de forma que seja mantida condição necessária para que as máquinas e implementos sejam operacionalizadas.

A construção das taipas atualmente é realizado com a utilização de nível laser onde um emissor de raio laser fica instalado em uma base fixa, o qual, dependendo o equipamento, pode cobrir uma área de aproximadamente 700 metros de raio sem obstáculos, após isso, a base fixa deverá ser movimentada e instalada em um novo ponto, para dar continuidade ao trabalho, além disso, o trator deve ser adaptado para ser instalado a régua com o receptor que irá receber o sinal enviado pela base laser, em muitos casos, nem capota este trator deve ter, logo após a régua receber o receptor, ainda este deve ser ligado a um monitor que irá informar ao operador o caminho que ele deve seguir, se é para a esquerda ou para a direita, respeitando o nível no terreno, e até aqui, a lavoura estará somente com um simples risco no solo, devendo ainda, vir outro trator com uma entaipadeira acoplada, que irá efetivamente construir a taipa seguindo a marcação que o trator com o laser deixou, e geralmente, uma segunda passada de entaipadeira é feita para dar mais consistência a mesma (BISOGNIN ET AL. 2013).

2.8 John Deere - Surface Water PRO

Segundo John Deere (2011), o *Surface Water Pro* é um programa com dois módulos: o básico e o avançado. O *Surface Water Pro* (programa básico) foi projetado para que os usuários criem diques e desenvolvam fossos básicos (taipas) em seus talhões. O *Surface Water Pro Plus* é um programa avançado para fossos que permite obter a "drenagem de melhor encaixe".

John Deere (2011) diz que esse sistema calcula a drenagem mais eficiente no talhão com a menor movimentação de terra possível. Essas informações são geradas a partir dos sinais verticais de GPS calculados a partir dos receptores *StarFire 3000* ou *StarFire iTC*. O *Surface Water Pro Plus* requer um receptor de máquina e um de implemento e não pode operar apenas com um receptor de implemento. As aplicações para diques requerem o sinal *John Deere RTK* e as

aplicações para fossos requerem o sinal SF2 ou RTK, sendo o último de maior precisão.

Também segundo John Deere (2011), os recursos do *Surface Water Pro* disponíveis no monitor GS3 e o *software* para Computador APEX fornecem valor oferecendo meios para gerenciar melhor seus dados topográficos e otimizar a distribuição da água para a produção agrícola. Os recursos do *Apex Surface Water Pro* permitem descarregar os dados de pesquisa do GS3 para gerar mapas de depressão, direção de fluxo e drenagem utilizando o GSD Net. Também é possível gerenciar pistas de fosso e dique de um ano para o outro editando corte, declive ou declínio da queda. Além disso, o uso de camadas em pistas de fosso (taipas) e dique sobre os dados de rendimento exhibe os resultados sobre o trabalho concluído.

2.8.1 Utilizando informações de satélite

Para trabalhar com o sistema *Surface water PRO*, um dos primeiros pré requisitos é a disponibilidade de no mínimo, o sinal SF2, onde após isso, o levantamento altimétrico poderá ser realizado.

O receptor de sinais GNSS da *John Deere* hoje no mercado e o *StarFire 3000*, é um receptor multi-bandas e usa os canais de comunicação GPS (L1, L2, L2C não criptografada, L5), GLONASS, WAAS, EGNOS e MSAS, além do sinal diferencial *John Deere* fornecido pelos satélites INMARSAT. Eles possuem 66 canais de satélites, o que proporciona uma melhor acurácia do sistema devido ao maior número de satélites em solução (JOHN DEERE, 2013).

Com isto, três são as opções de sinais disponibilizadas pela *John Deere*:

- ✓ SF1: Sinal de correção com precisão de +/- 23 cm a 65% do tempo.

A antena receptora de sinais SF1 é a opção de menor custo de aquisição. Ela recebe sinais direto da rede GNSS, além dos sinais de correção enviados pelo INMARSAT.

- ✓ SF2: Sinal de correção com precisão de +/- 5 cm a 65% do tempo.

O funcionamento deste receptor é semelhante ao anterior. O Receptor pode ser adquirido pronto para receber sinais SF2 (*SF2 ready*), ou o

receptor SF1 pode receber upgrade para receber sinais SF2. Além de o receptor estar apto a receber este tipo de sinal, para trabalhar em SF2 deve-se pagar a assinatura do sinal de correção, que pode ser trimestral, semestral, anual, bi-anual ou tri-anual.

- ✓ RTK: Sinal de correção com precisão de 2,5 cm a 95% do tempo.

Os receptores RTK (*Real Time Kinematic* – Correção Cinemática em Tempo Real) são antenas *StarFire* 3000, com o acréscimo de um rádio transmissor interno à carcaça da antena. Esteticamente, estes se diferem dos demais por possuírem uma antena de rádio externa. Para o funcionamento de uma rede RTK, deve-se possuir no mínimo 2 receptores. Um para a instalação de uma base de correção e um para o veículo (JOHN DEERE, 2013).

O sistema de correção diferencial da *John Deere* é realizado por 3 bases fixas georeferenciadas na América do Sul, instaladas em Catalão (GO), Sapezal (MT) e Horizontina (RS). Além das bases, aluga um canal no satélite geoestacionário INMARSAT para fazer a comunicação entre os receptores dos veículos, bases de correção e central de processamento. Internamente, os receptores *StarFire* 3000 possuírem internamente, um módulo de compensação de terrenos (TCM) (ROCCO, 2009).

2.8.2 Correção RTK

Uma única antena RTK John Deere, pode controlar simultaneamente até 300 máquinas, dentro do raio de 19 km.

Como citado por Rocco (2009), os sinais RTK nada mais são que ondas de rádio que corrigem o sinal recebido pelo receptor do veículo, através da posição de uma base, georeferenciada. Esta base faz exatamente o mesmo papel das bases de correção da John Deere, porém sua correção é enviada ao veículo via rádio, e não via INMARSAT. Como a estação de correção está mais próxima aos veículos, a correção do erro é mais exata, provendo maior precisão ao sistema. A utilização do sistema RTK não requer assinaturas.

2.8.3 Vantagens do sistema John Deere - Surface Water PRO

Diversas são as vantagens apresentadas pelo sistema, entre elas, a utilização de equipamentos que já existem na propriedade para realização do nivelamento, também outra grande vantagem do sistema, é a diminuição do tempo necessário para nivelar uma lavoura (JOHN DEERE, 2013).

Em comparação ao laser, que hoje é utilizado para marcar as curvas de nível, as vantagens são ainda maior, pois o sistema *Surface Water PRO*, utilizando os sinais de satélites, pode trabalhar com um raio de até 19 km, quando o laser não ultrapassa os 700 metros sem obstáculos, outra vantagem, é não ficar dependente de condições climáticas, como vento, poeira, neblina nem da habilidade do operador para realizar o trabalho com rapidez e precisão, 24 horas por dia (BISOGNIN ET AL. 2013).

2.9 CR CAMPEIRO 7

O sistema de agricultura de precisão CR CAMPEIRO 7 é uma ferramenta que teve a sua origem a partir da década de 1990, dentro de um projeto de extensão e tem como objetivo levar ao produtor, a profissionais e estudantes da área de ciências agrárias, entre outros, tecnologias e aplicativos de informática utilizados na gestão rural, sendo que todo o ciclo da agricultura de precisão pode ser desenvolvido no ambiente de operação do programa, desde o mapeamento da área da lavoura, a estruturação da malha de amostragem de solos, a elaboração de mapas de fertilidade, a geração de arquivos de aplicação de insumos a taxa variada na lavoura e até a interpretação de mapas de produtividades, gerados por colheitadeiras equipadas com monitores de colheita (GIOTTO, 2013).

O CR CAMPEIRO 7 é um *software* nacional, criado em uma universidade federal. Essa formatação permite a transferência da tecnologia para a sociedade interessada, seja pela disponibilidade do programa, através de cursos de treinamento para produtores e profissionais. Este sistema é constituído também por tecnologia móvel com interface de GPS e de transmissão celular GPRS embarcada

em *Pockets - PC, Smartphones e Netbooks*, para levantamento de dados a campo, seja o mapeamento de talhões como a coleta de pontos de amostragem, abertura de mapas e imagens georreferenciadas (GIOTTO, 2013).

Réquia (2013), cita que o CR CAMPEIRO 7 possui os seguintes objetivos:

- ✓ Informatização de produtores rurais no que tange à disponibilidade de sistemas aplicativos de gestão agropecuária através de cursos de treinamento e de capacitação;
- ✓ Informatização de técnicos que atuam em planejamento, consultoria e assistência no meio rural, com sistemas relativos às suas áreas de formação profissional;
- ✓ Disponibilidade de instrumentos de gestão informatizada, em sistema cooperativo, para empresas de fomento, integração agropecuária, cooperativas e agroindústrias;
- ✓ Disponibilidade de sistemas técnicos e gerenciais de aplicação no agronegócio, para professores e alunos de cursos de formação profissional e afins a área rural.

O programa atualmente encontra-se na versão 7.22 e para ter acesso ao CR CAMPEIRO 7, é preciso fazer um curso presencial ou na modalidade a distância (EAD), ministrado pelo Laboratório de Geomática da Universidade Federal de Santa Maria.

O programa é disponibilizado para interessados mediante um curso o treinamento EAD, nessa opção, são repassados materiais didáticos como apostilas e vídeos tutoriais de funções do programa, que ensinam e exemplificam o modo operacional e as aplicações. Esse curso, que tem uma duração de 240 horas, é desenvolvido em um período de cinco meses, a cada semana é disponibilizado novos materiais *online* (GIOTTO, 2013).

Pires et al. (2013), cita que na estrutura operacional do CR CAMPEIRO 7, optou-se por manter suas características originais e adaptá-las ao ambiente virtual de educação – *Moodle*, assim, o sistema permite o mesmo padrão de capacitação que pode acontecer no formato presencial também no virtual e com a efetivação do EAD, o Sistema CR CAMPEIRO 7 destaca-se por ser utilizado no ensino como

material didático de diversas disciplinas curriculares em áreas como agricultura de precisão, geoprocessamento, topografia e gestão rural.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na agropecuária Predebom, no município de São Gabriel, RS, em uma área de 27,98 há (Figura 01), situada no meridiano 51 entre as coordenadas geográficas (WGS84), 30°16'15.68" S, 54°13'20.09" O e 30°16'41.43" S, 54°13'38.70" O, e uma altitude aproximada de 86 metros, sendo utilizado para a coleta de dados, um trator 7225J em conjunto com uma semeadora 2115 de 15 linhas e uma colheitadeira STS 9670 com plataforma de 30 pés, todas as maquinas da marca *John Deere*, mesmo assim, este equipamento pode ser considerado multimarcas, podendo ser instalado em qualquer máquina.

No momento de fazer o trabalho de entaipar, foi utilizado um trator *John Deere* 7515 e uma entaipadeira Semeato TS10 e também um trator *John Deere* 5605 equipado com um nível laser marca TOPCON, juntamente com o responsável pelo trabalho do mesmo na propriedade.

O solo da área do estudo é um Planossolo Háplicos eutróficos típico, com 23% de argila, 54,7% de silte e 22,3% de areia.

No dia em que foi feito a semeadura da cultura da soja, a área apresentava uma condição ideal para o trabalho, tendo a ocorrência da última chuva, de 47mm, nove dias antes.

Já no momento da colheita, o solo também apresentava condições ideais, sendo a última chuva, de 17mm, 14 dias antes.

No intervalo entre a semeadura no dia 16 de novembro, até a colheita, dia 18 de abril, a área recebeu um total de 273 mm de precipitação como mostra a tabela 01.

Tabela 1 – Precipitação pluviométrica na área durante o experimento.

2012/2013	mm chuva
Novembro *	36
Dezembro	87
Janeiro	42
Fevereiro	15
Março	41
Abril **	52
Total	273

* A partir do dia 16.

** Até dia 18.



Figura 1 – Detalhe da área experimental - São Gabriel, RS, 2014.

Fonte: Google (2014).

3.1 Configurações

O primeiro procedimento que deve ser adotado é delimitar a área a ser trabalhada, sem a qual, a gravação do levantamento altimétrico não é liberada no *Surface Water PRO*.

A figura 02 mostra o procedimento de gravação do limite externo da área, antes de iniciar a pesquisa altimétrica.

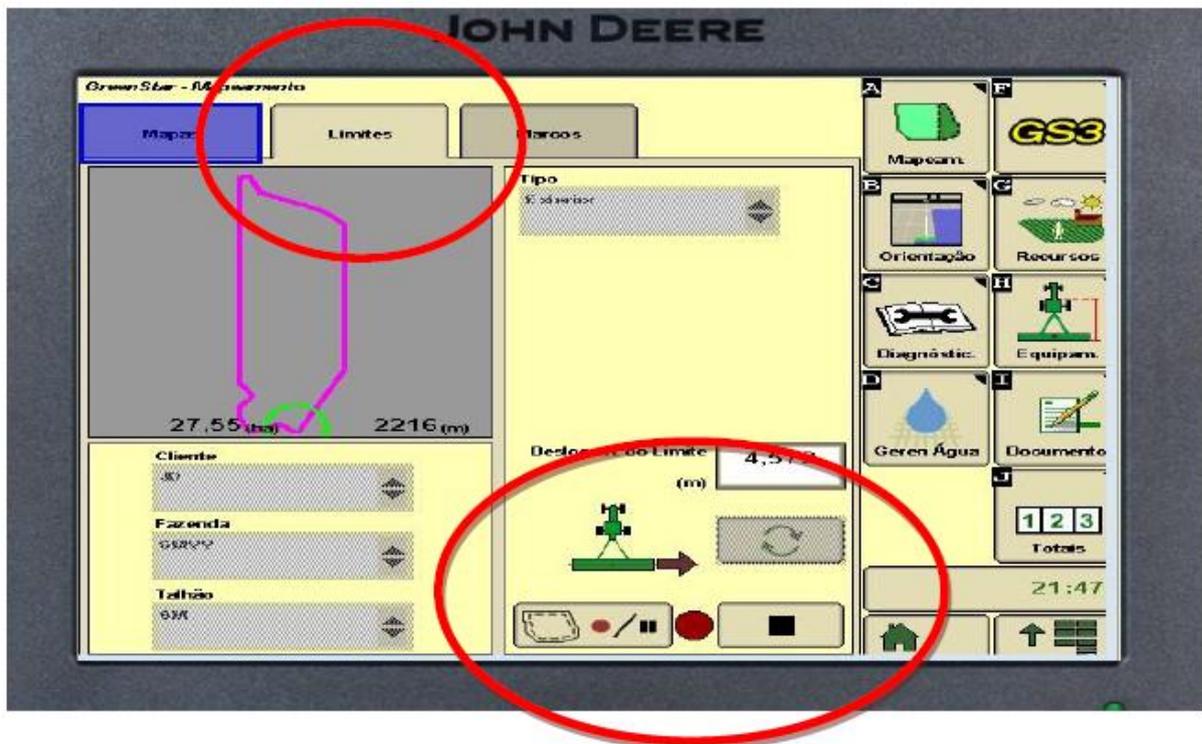


Figura 2 – Preparação para a gravação do limite da área, 2014.

Após a geração do limite da área é configurado a ferramenta de gerenciamento de água *Surface Water PRO*, como mostra a figura 03.

Existem dois modos de pesquisa presente no *Surface Water PRO*, uma realiza a pesquisa baseada no tempo, onde é possível coletar pontos a partir de um segundo, contudo, uma mudança na velocidade da máquina no momento da pesquisa, aumentara ou diminuirá o número de pontos no talhão, ocasionando um grande número de pontos em áreas de menor velocidade.

O segundo modo, é baseado na distância e neste caso, a partir de 0,80 metros, já podemos coletar pontos, ficando uma pesquisa mais homogênea.

Para cada ponto de pesquisa no solo, três dados são atribuído a cada uma deles, latitude, longitude e altitude.

O modo de pesquisa utilizado no trabalho foi o “Baseado na Distância”, a cada um metro (como mostrado na figura 03), não interferindo a mudança de velocidade da máquina, ficando uma quantidade grande de pontos coletados no talhão, onde este número elevado de pontos, no momento que for processado os dados, nos dará uma qualidade maior no resultado final.

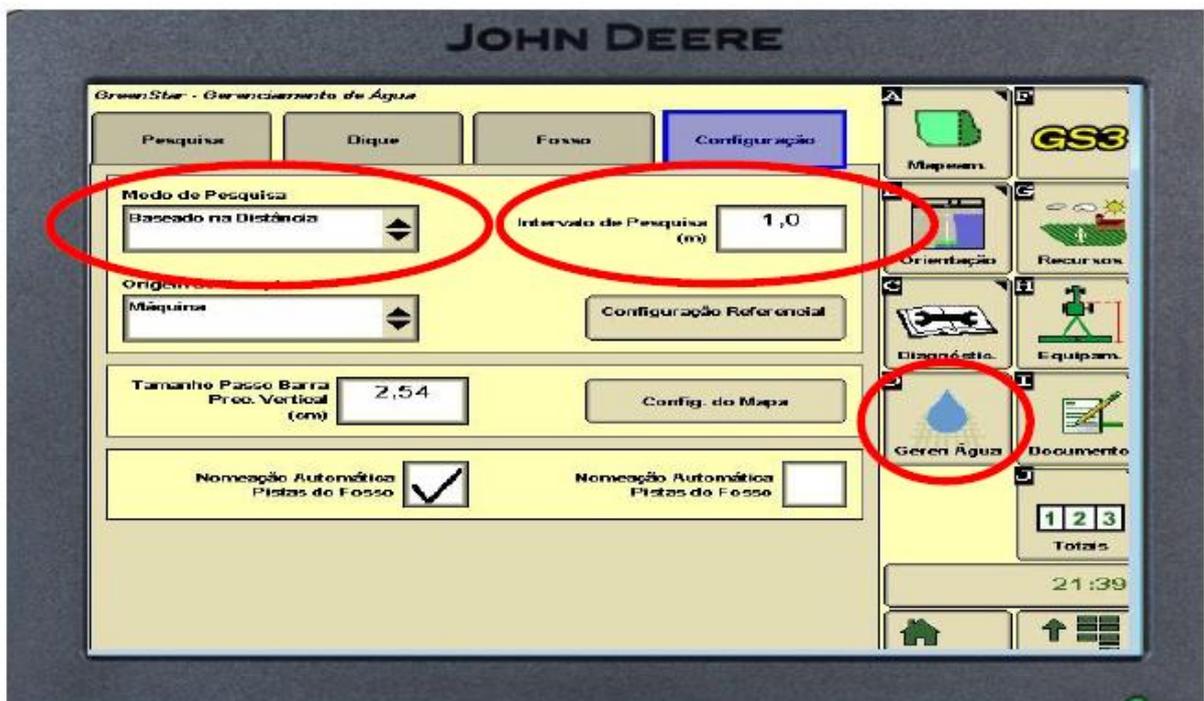


Figura 3 – Configuração do modo de pesquisa, 2014.

Após as configurações, inicia-se a pesquisa, respeitando um limite máximo de 15 km/h, velocidade esta, para que o sistema não identifique excesso de velocidade. Para a coleta dos dados, foi utilizada uma base RTK *John Deere*.

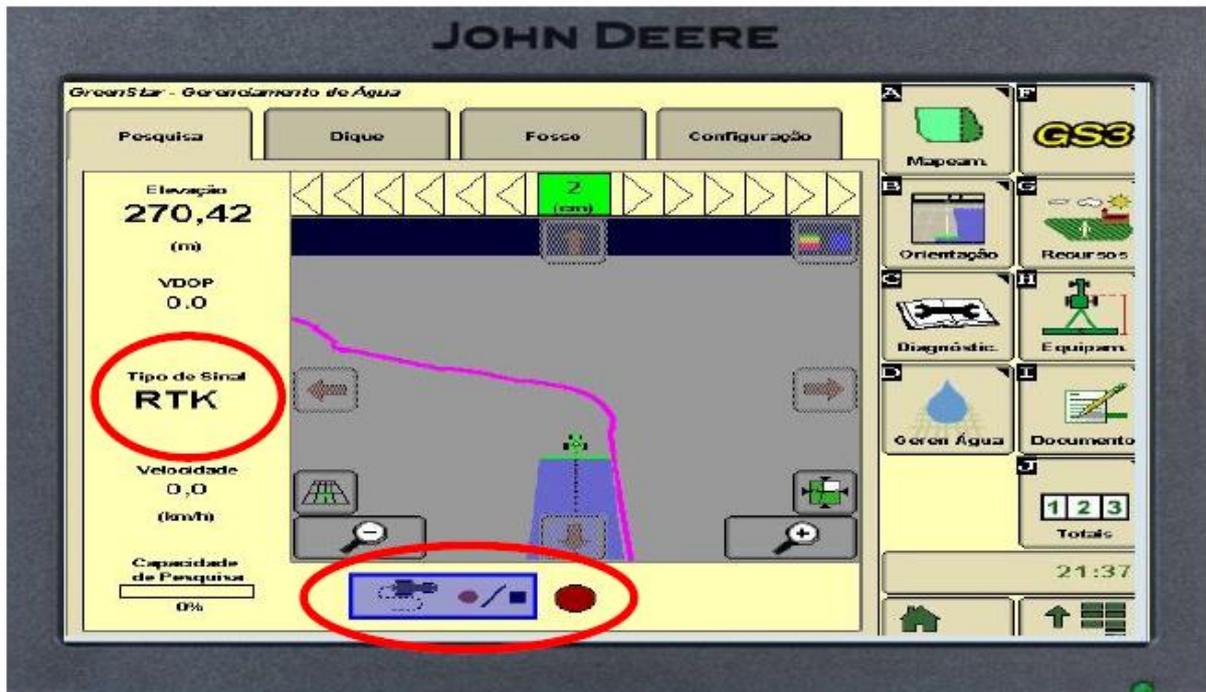


Figura 4 – Rotina para o início do mapeamento, 2014.

3.2 Coleta de dados

Os primeiros dados foram coletados no dia 16 de novembro de 2012, no momento da semeadura da soja, utilizando o conjunto trator mais semeadora, com um espaçamento de 6,75 metros entre passadas, onde 27,98 ha foram mapeados com esta opção na semeadura da soja e em 2013 esta área recebeu a semeadura do arroz, a figura 05 mostra o início dos trabalhos.



Figura 5 – Detalhes do início da semeadura da soja e coleta de dados na safra 2012/13, 2014.

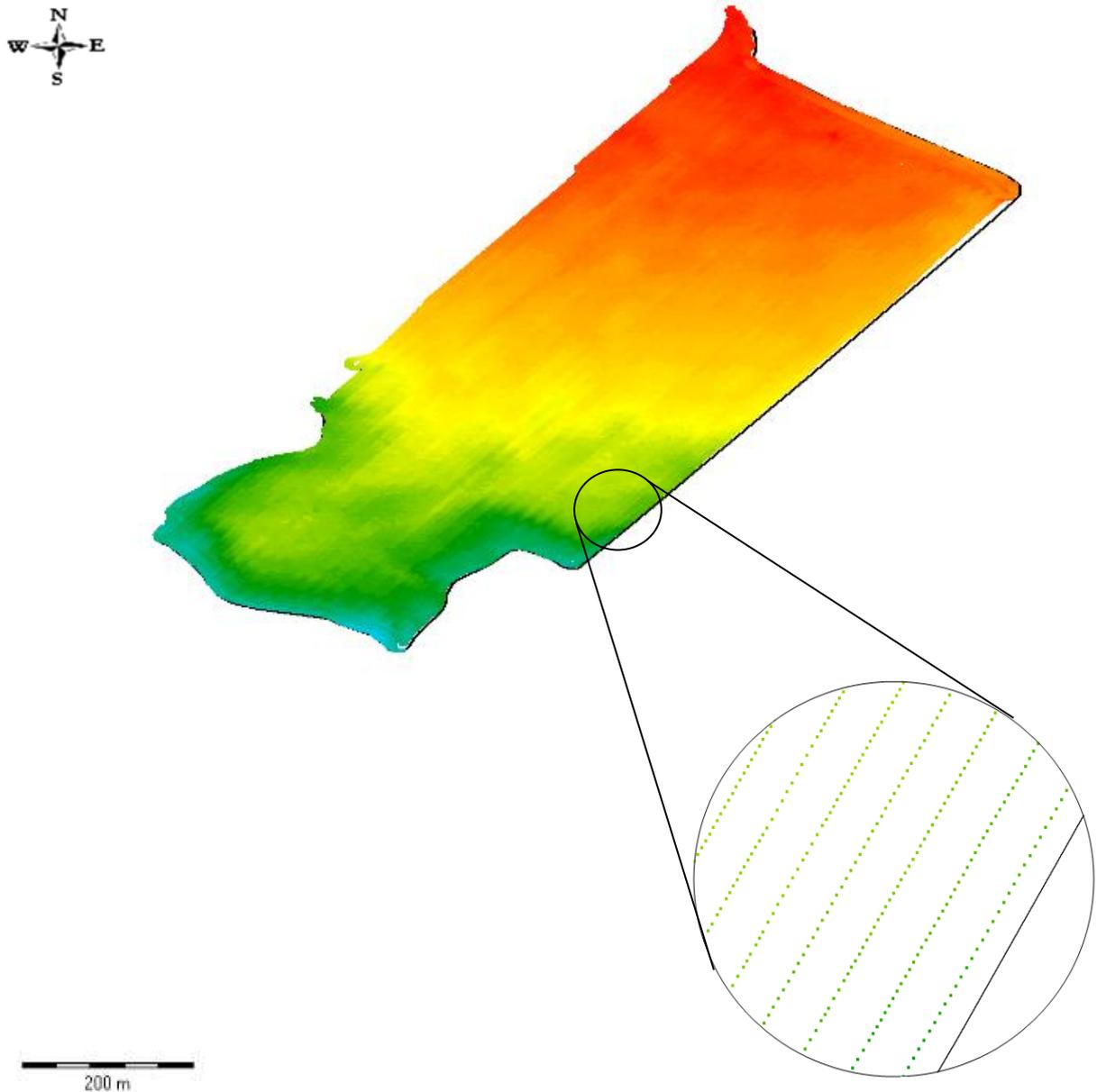


Figura 6 – Mapa com os pontos coletados durante a semeadura da soja, safra 2012/13, 2014.

Nesta mesma área, no dia 18 abril de 2013, foi realizado a colheita e mapeamento da área, utilizando a colheitadeira STS 9670, com uma distância entre passadas de 8,90 m, considerando o tamanho da plataforma da máquina, 35 pés.



Figura 7 – Detalhes da colheita da safra de soja, safra 2012/13 e coleta de dados, 2014.

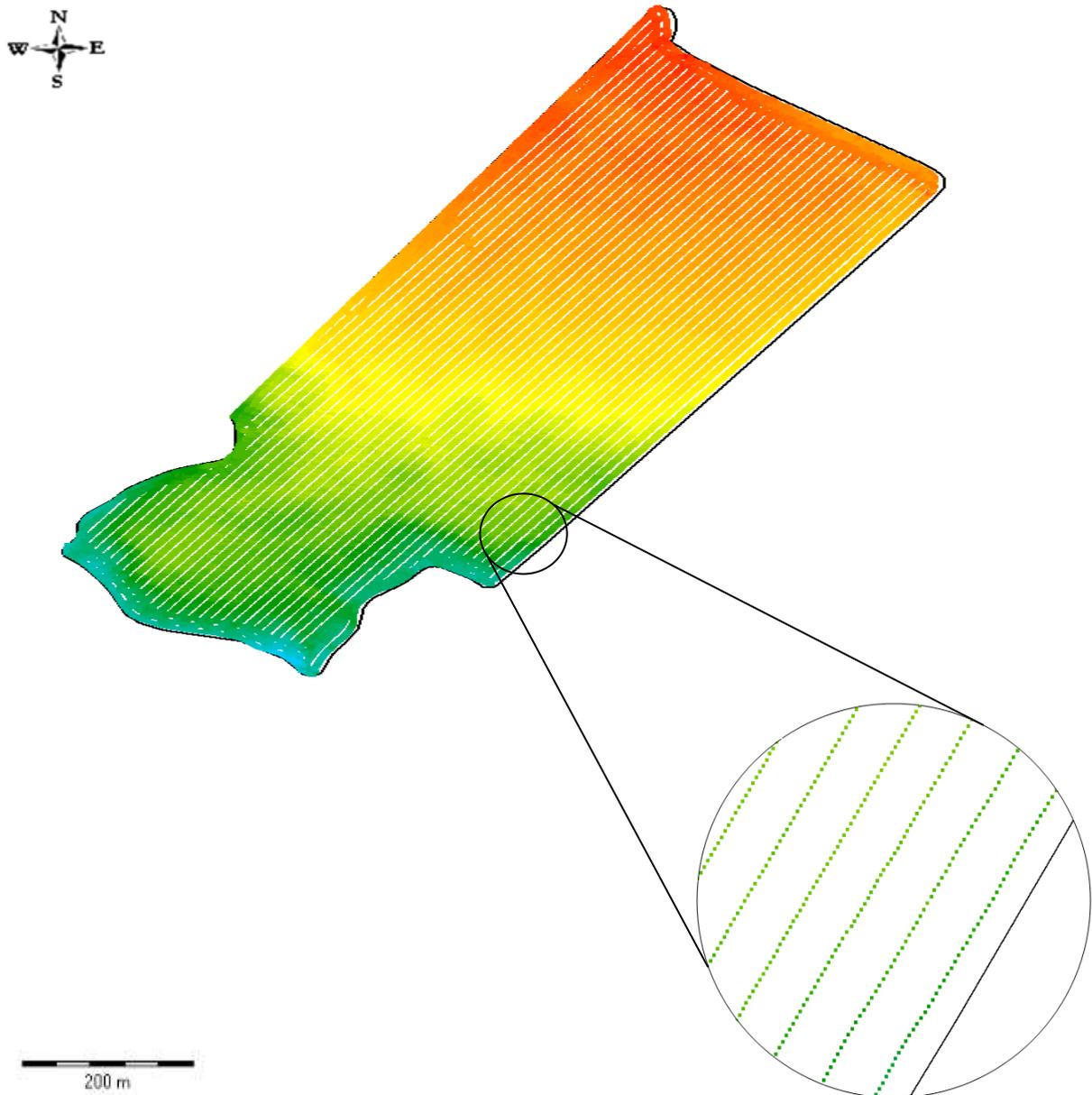


Figura 8 – Mapa com os pontos coletados na colheita da soja, Safra 2012/13, 2014.

3.3 Processando os dados no APEX

Logo após as coletas, os dados foram descarregados no APEX, onde posteriormente foram processados em dois mapas distintos, mapa coletado na semeadura e mapa coletado na colheita.

Os dois mapas foram processados levando em consideração os alguns parâmetros:

- ✓ Tamanho da célula (cada ponto da pesquisa):

Refere-se ao tamanho que cada ponto de altimetria terá no solo.

- ✓ Raio de pesquisa:

É a distância que o valor de cada célula alcançara, desta forma, o valor final será uma média entre os “Raios de Pesquisa” de todas as células.

- ✓ Desnível entre faixa (taipas):

Valor pretendido para a diferença entre uma taipa e outra no momento, ajustável conforme o desejo do produtor.

Para este trabalho, e pelo relevo do terreno, os dados foram processados com 1 metro o tamanho das células, 20 metros para o raio de pesquisa e quatro cm de diferença entre as curvas.

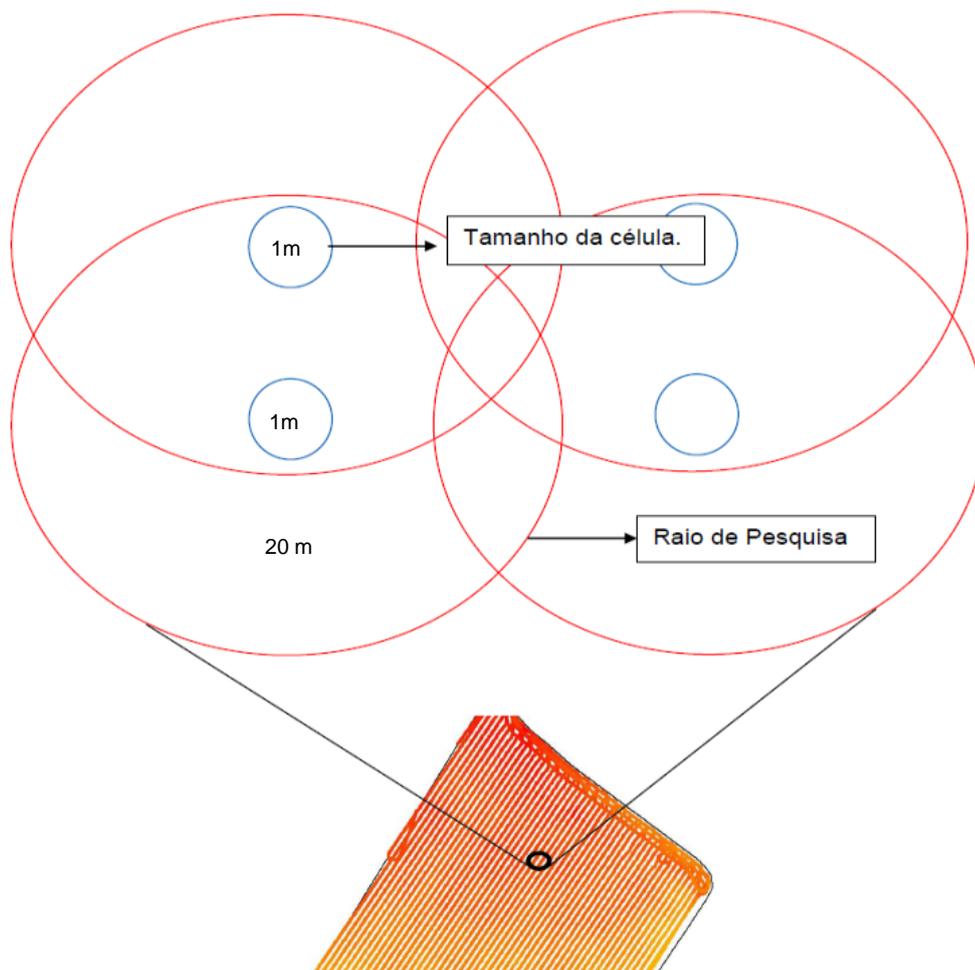


Figura 9 – Ilustração do tamanho da célula e raio de pesquisa utilizado nesse estudo, 2014.

3.3.1 Processando os dados de semeadura

Os primeiros dados processados foram os dados de semeadura, utilizando o conjunto de maquinas já citado.

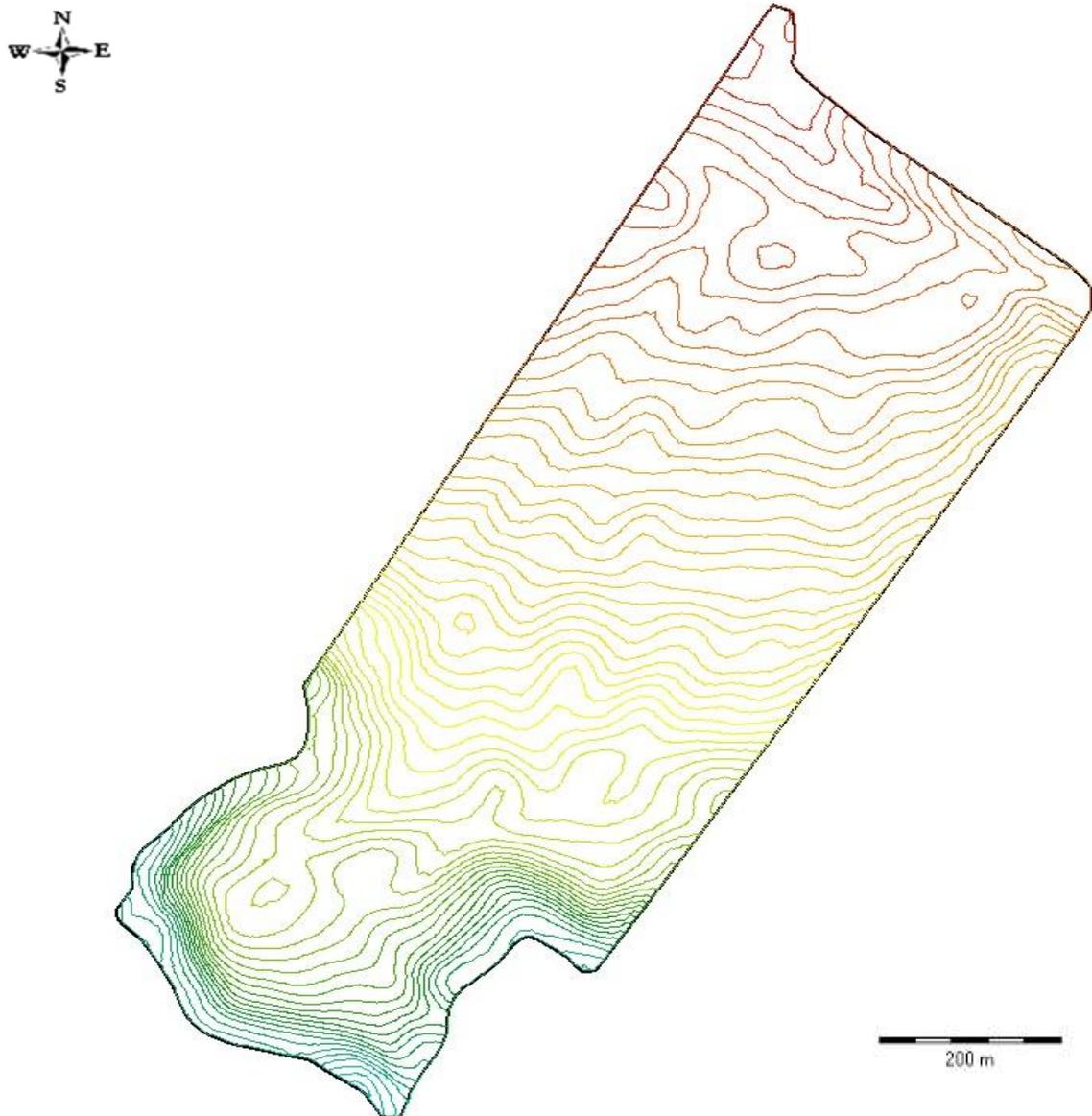


Figura 10 – Dados obtidos durante a semeadura após processamento no APEX, 2014.

3.3.2 Processando os dados de colheita

Os dados obtidos durante a colheita foram processados usando os mesmos parâmetros e procedimentos adotados durante a semeadura.



Figura 11 – Dados obtidos durante o processo de colheita após processamento no APEX, 2014.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Comparação dos mapas

A primeira análise que foi feita, é se há diferença nos mapas após processamento, levando em consideração o método que foi utilizado para coleta de dados, semeadura e colheita.

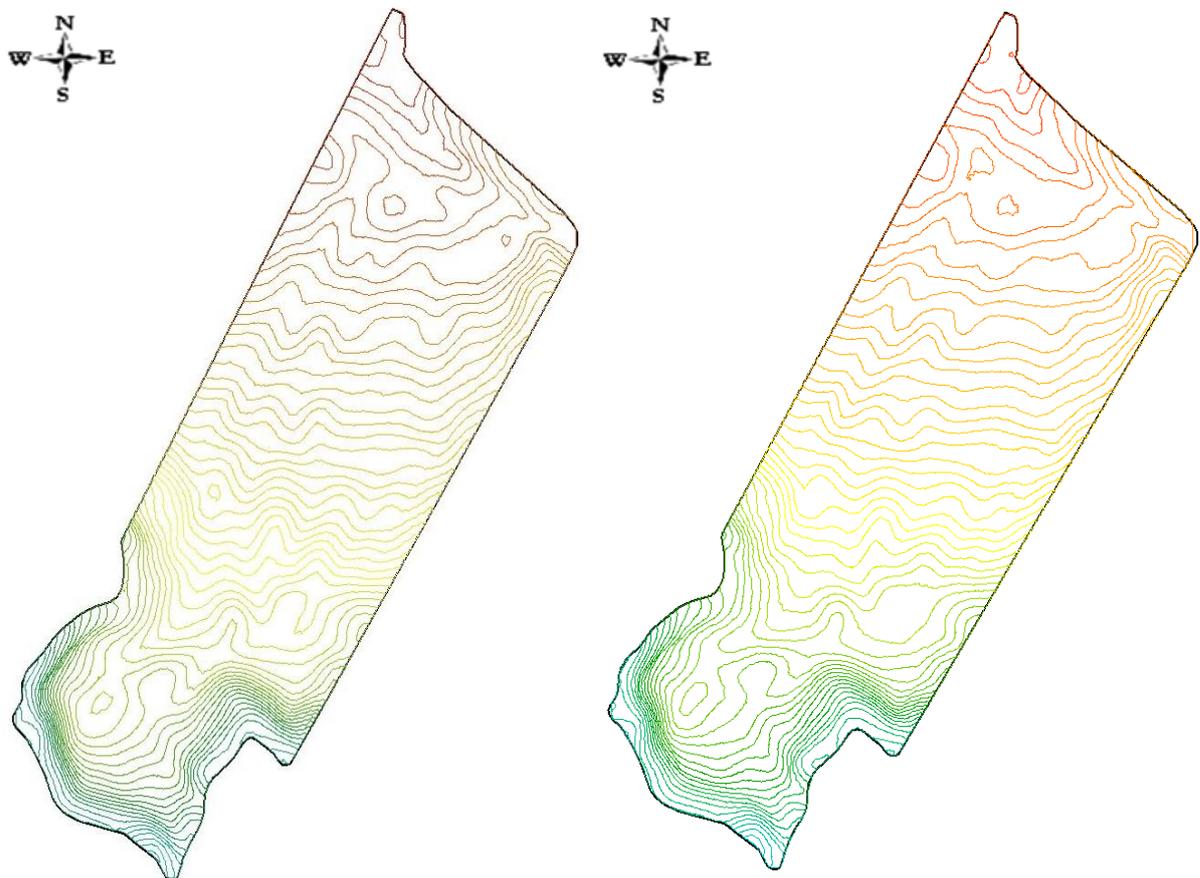


Figura 12 – Dados obtidos durante a semeadura (a esquerda) e dados obtidos durante a colheita (a direita), 2014.

Uma das primeiras características que foi possível notar, é que quanto mais plana for a área, maior é a diferença entre os métodos de coleta.

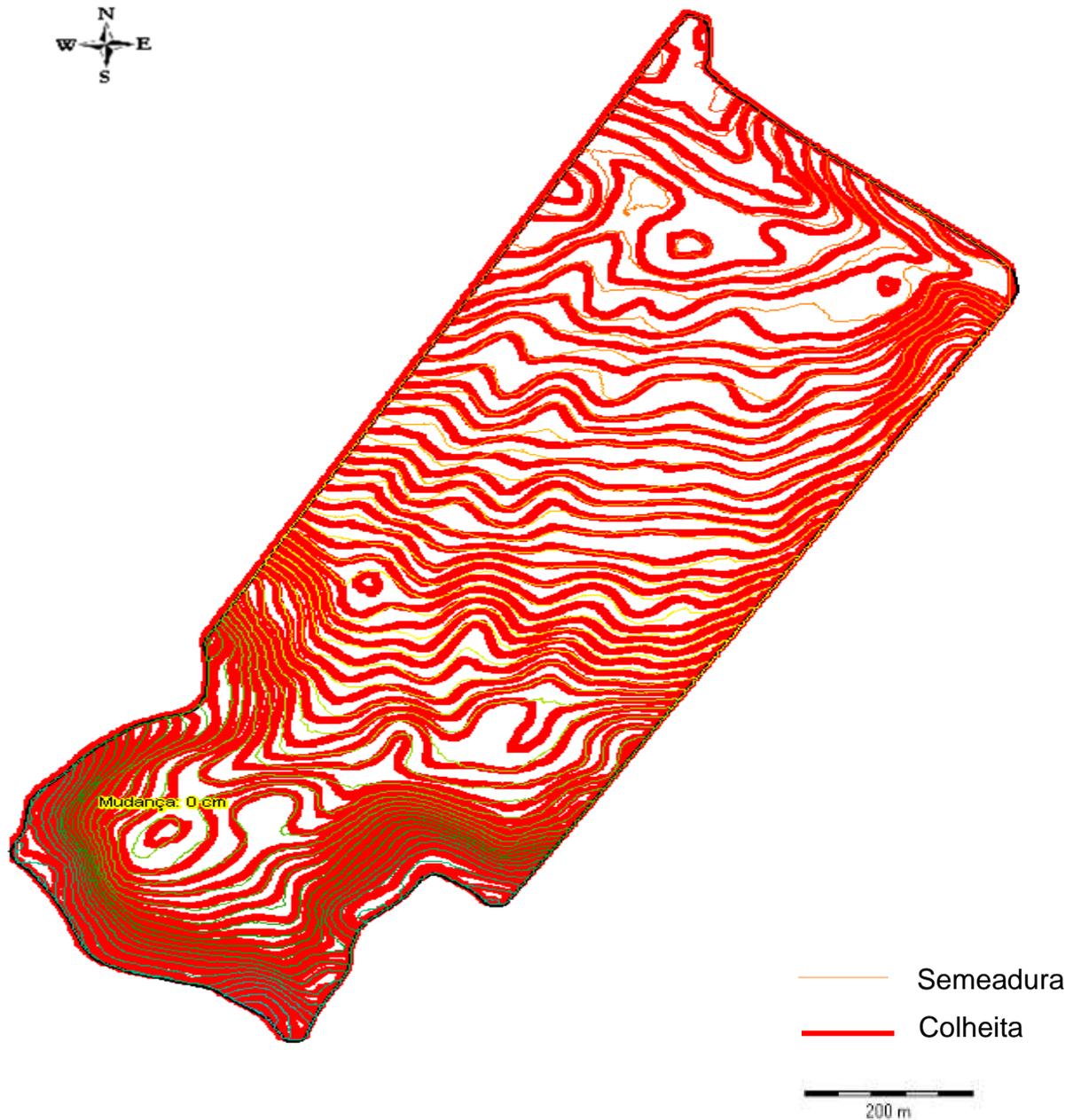


Figura 13 – Sobreposição entre os mapas processados com os dados obtidos na semeadura comparado com os obtidos durante a colheita, 2014.

Como pode ser observado na imagem acima, as maiores diferenças estão na área mais plana.

Analisando os dois mapas, observa-se que o mapa criado a partir dos dados de colheita tiveram diferenças quando comparados ao mapa de semeadura, esta diferença ocorreu pelos seguintes motivos:

- ✓ Espaçamento entre as passadas da máquina mais longo.

- ✓ A colheitadeira apresenta um comportamento variável durante a coleta de dados, quando a máquina está vazia, faz menos pressão no solo, aumentando esta pressão conforme vai ficando com seu graneleiro cheio, é uma diferença de 7500 kg para a máquina em questão.
- ✓ O solo recebeu um total de 273 mm de chuva durante o período de avaliação.
- ✓ Na área experimental o sistema de manejo adotado envolve sucessão soja/arroz e, dois meses antes da coleta realizada na semeadura, a área recebeu duas passagens de grade niveladora e duas passadas de lamina niveladora.

Na figura abaixo, a sobreposição dos dois mapas.

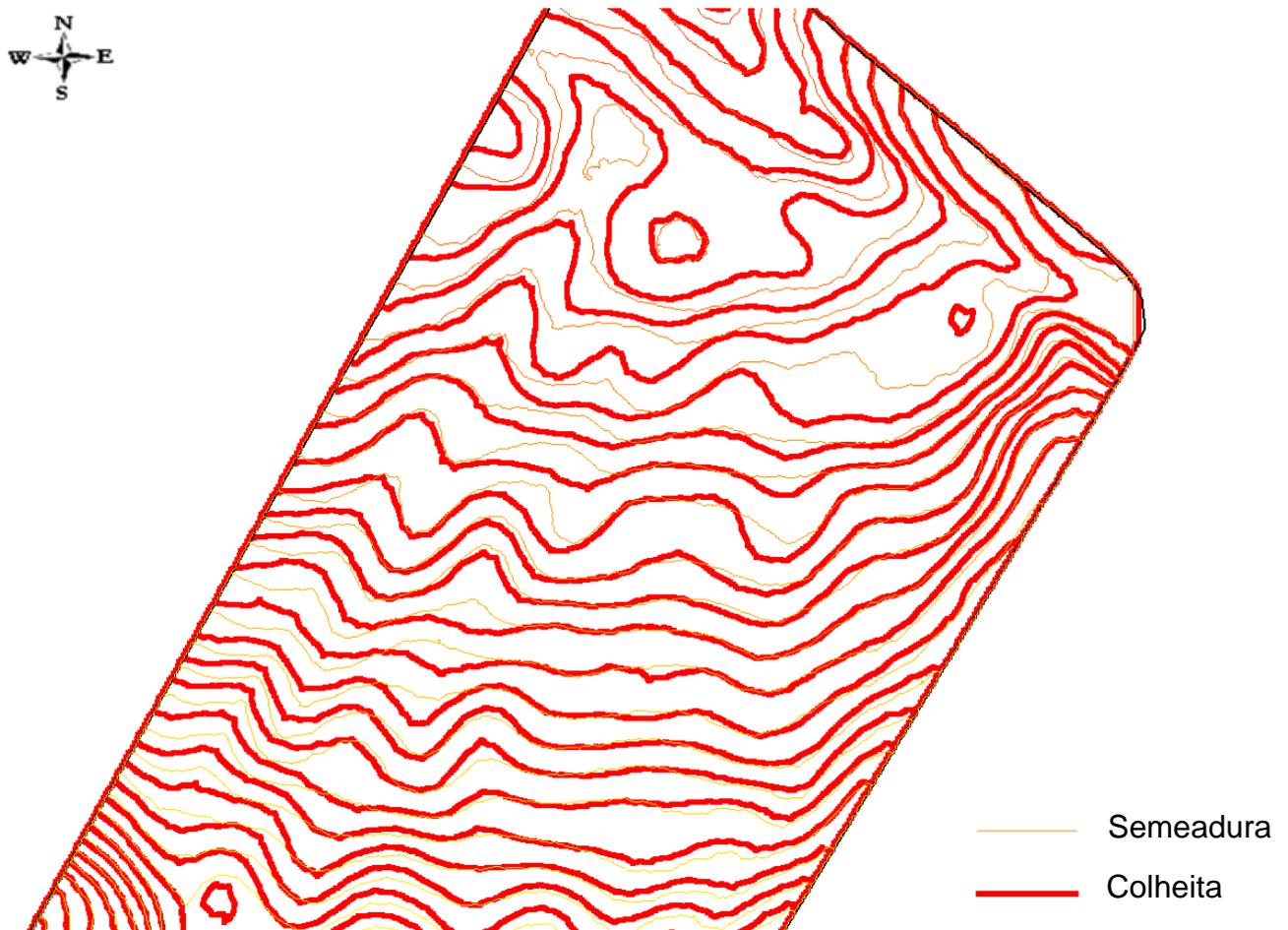


Figura 14 – Detalhe da sobreposição entre os mapas com os dados obtidos na semeadura comparado com os obtidos durante a colheita, 2014.

4.2 Softwares

Após o processamento dos dados no programa APEX, conforme o desnível escolhido é necessário a utilização de um segundo *Software* para a conversão das curvas de nível num formato que o monitor *John Deere* GS3 2630 consiga reconhecer.

Entre os *softwares* existentes no mercado, diversos podem ser utilizados para esta conversão, como o ArcGIS e o plug-in Agrocad do AutoCAD, entre outros.

Os programas acima citados desempenham muito bem a função de conversão dos mapas, contudo, são programas complexos e com um valor alto para comercialização junto aos produtores, desta forma, o CR CAMPEIRO 7 surgiu como uma excelente alternativa para suprir esta lacuna.

4.3 Utilizando o CR CAMPEIRO 7

Para consolidação do sistema *Surface Water PRO*, o principal gargalo era a construção das curvas de nível no APEX, uma vez que as curvas de nível deveriam ser todas construídas manualmente, demandando um excessivo trabalho e tempo.

O programa CR CAMPEIRO 7 possui as características para se trabalhar com arquivos no formato *Shapefiles* pois é um programa preparado para o trabalho com tecnologias da AP, apresenta baixo custo de investimento para aquisição, há treinamento aos usuários aliado ao suporte dentro da Universidade Federal de Santa Maria. Dessa forma o programa surgiu como uma possibilidade de utilização como parte da rotina do *Surface Water PRO*.

Uma das grandes vantagens de se ter o programa CR CAMPEIRO 7 como ferramenta de trabalho em tecnologias envolvendo AP é que como foi desenvolvido com tecnologia nacional e ajustado para as demandas regionais, foi possível desenvolver no Laboratório de Geomática da UFSM, modulo específico para a conversão e comunicação entre esse programa e o *Surface Water PRO* como mostra a figura 17.

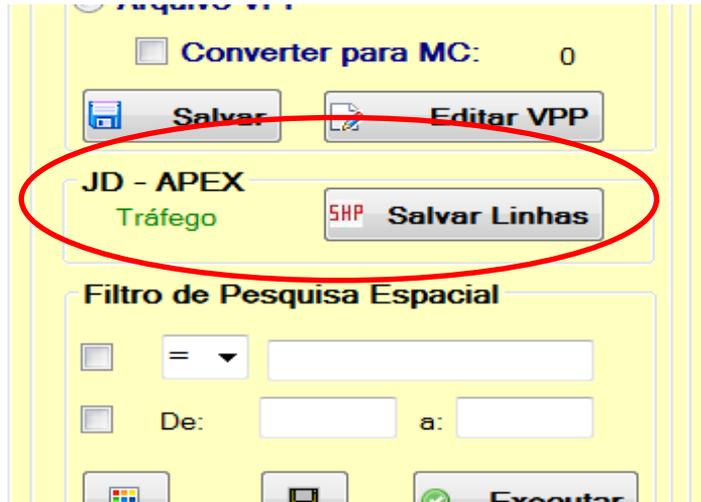


Figura 15 – Detalhe da ferramenta *John Deere* (JD) – APEX desenvolvida dentro do programa CR CAMPEIRO 7, 2014.

4.4 Rotina *Surface Water PRO* – CR CAMPEIRO 7

Primeiramente, após fazer o levantamento dos dados a campo, os dados são processados utilizando o programa APEX. O arquivo que vem do campo no formato FDSHAPE e é utilizado nessa etapa para definir o desnível em que serão construídas as curvas de nível.

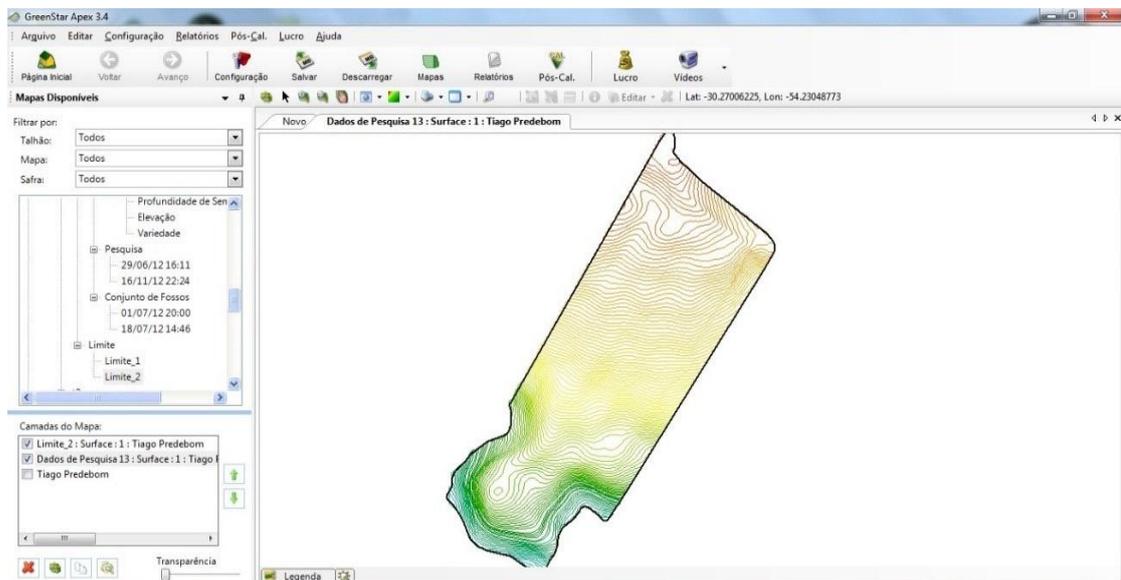


Figura 16 – Detalhe do processamento dos dados coletados com o programa APEX, 2014.

Após a definição do desnível, é exportadas as curvas de nível em formato *Shapefile* para serem trabalhadas no programa CR CAMPEIRO 7.

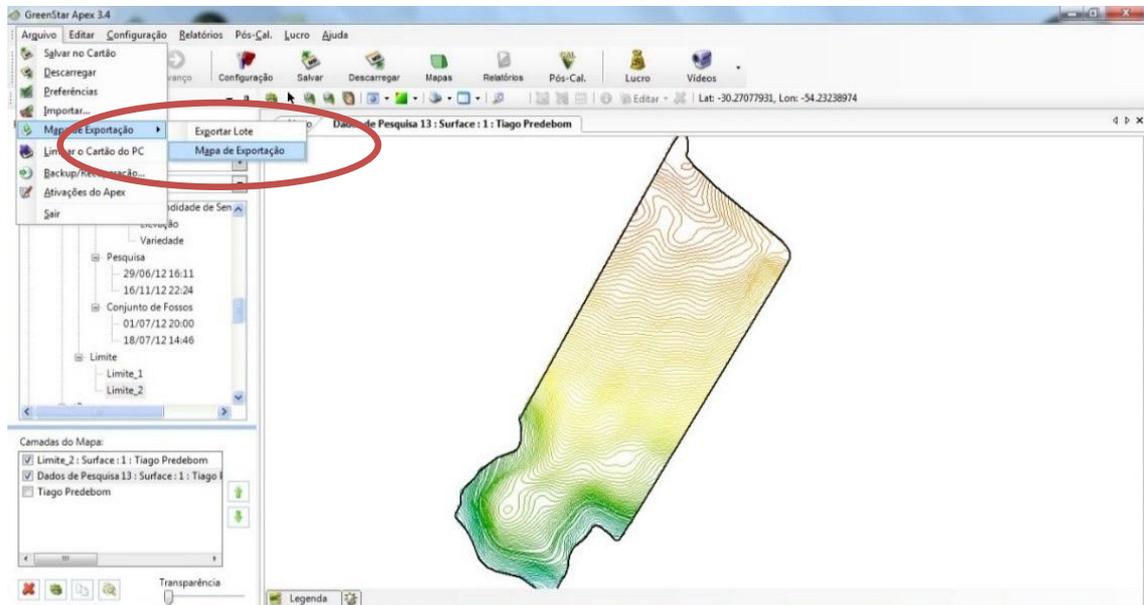


Figura 17 – Detalhe da exportação dos dados coletados a campo e processado no programa, 2014.

Após isto, deve-se abrir o mapa das curvas no programa CR CAMPEIRO 7.

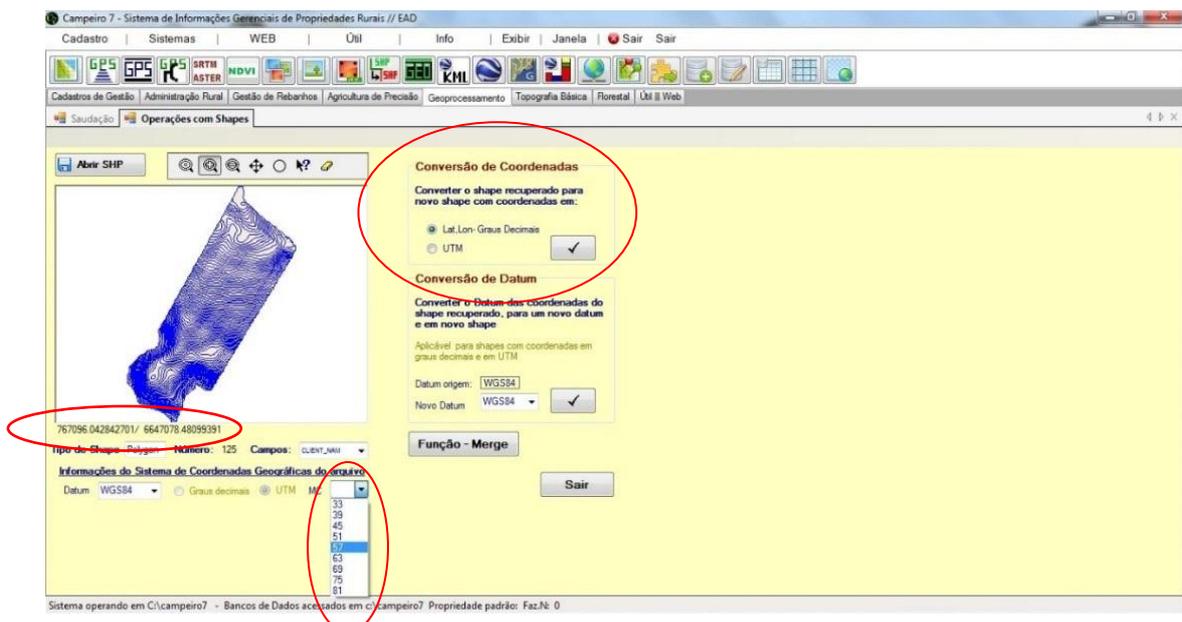


Figura 18 – Visualização dos dados no programa CR CAMPEIRO 7, 2014.

Após abrir o mapa, pode-se observar que o mesmo está em UTM, formato este que o APEX exporta.

Neste caso, há necessidade de converter as coordenadas para “graus decimais”, para isto, deve ser escolhido o meridiano central (MC) do local do referido mapa, e selecionar “Graus Decimais” na conversão de coordenadas.

Após a conversão das coordenadas, o mapa é aberto em outra janela.

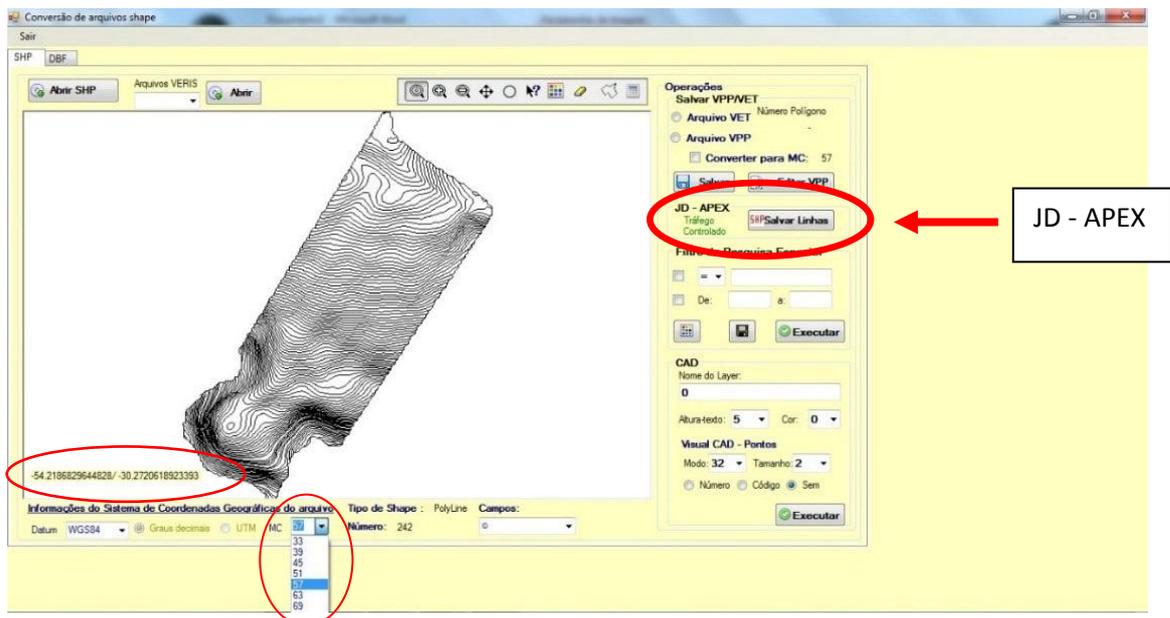


Figura 19 – Mapa já processado e detalhe da ferramenta específica criada, 2014.

A partir daqui, o mapa já está em Graus Decimais, neste caso somente seleciona-se o mesmo Meridiano Central (MC), e clica-se no botão “**JD - APEX**”, criada exclusivamente para processar os mapas para o sistema *Surface Water PRO*, agora disponível no CR CAMPEIRO 7.

Logo após, o arquivo já vai estar no formato *Shapefile* pronto para ser trabalhado no campo, devendo somente ser convertido pelo *Guidance Line Creator* (GLC), fornecido pela *John Deere*.

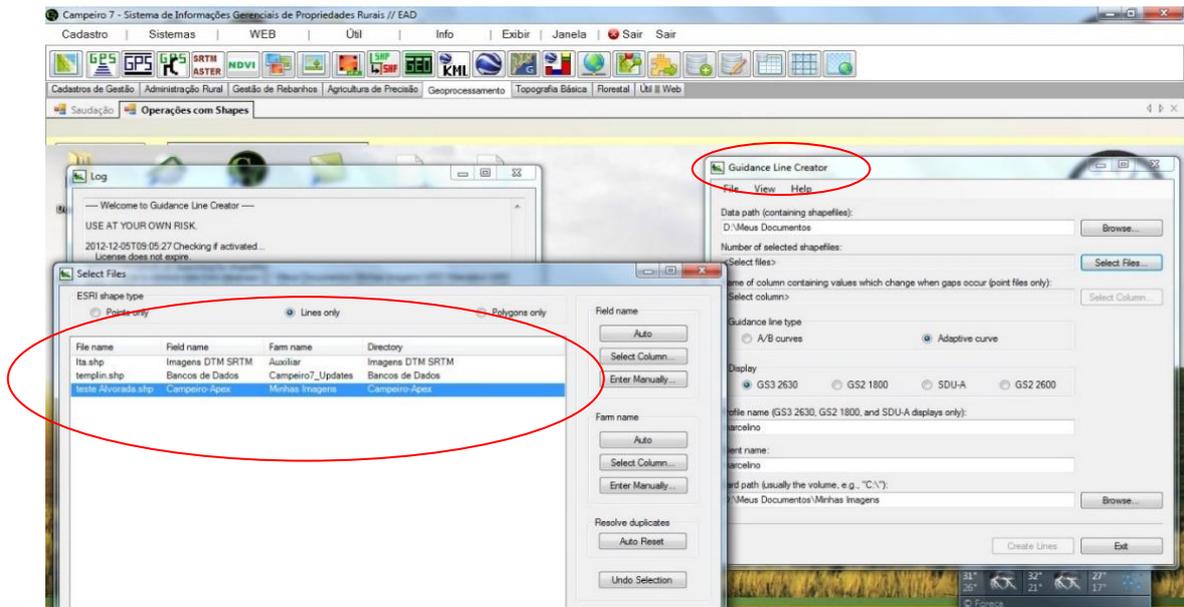


Figura 20 – Conversão de arquivo *Shapefile* no GLC, para leitura no monitor *John Deere GS3*, 2014.

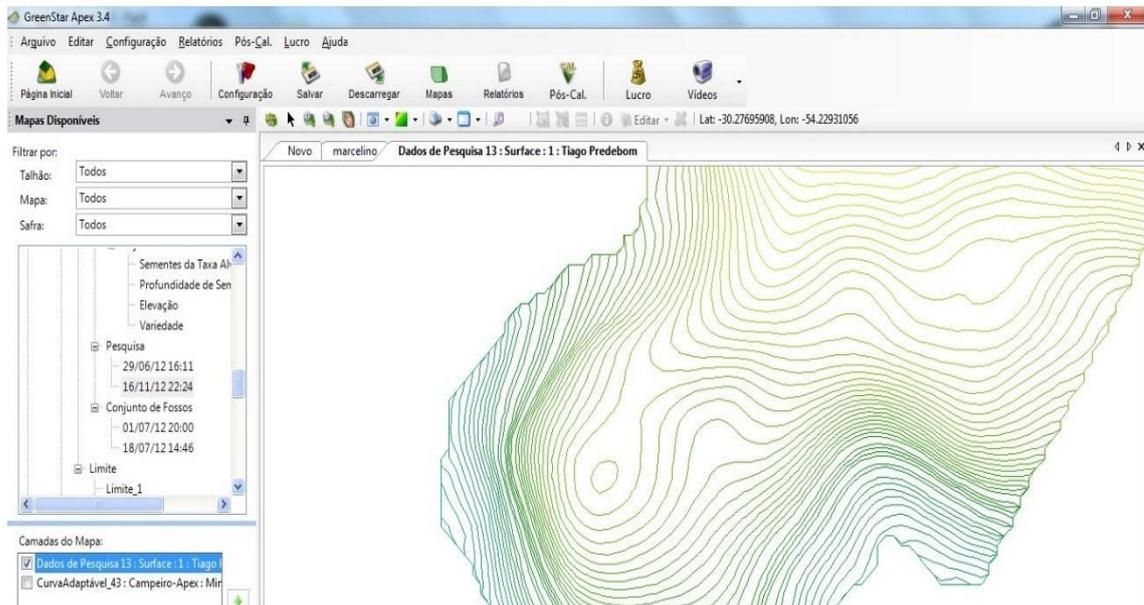


Figura 21 – Mapa original exportado do APEX para o CR CAMPEIRO 7, 2014.

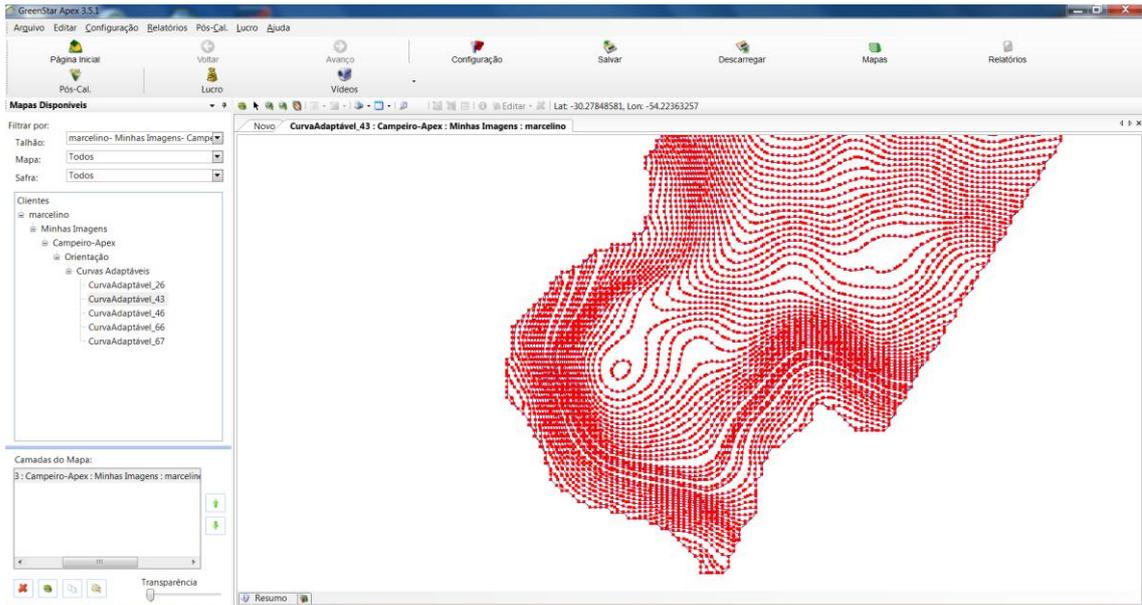


Figura 22 – Mapa processado no CR CAMPEIRO 7, importado para o APEX, 2014.

Sobrepondo os dois mapas, é possível encontrar uma diferença insignificante de menos de um centímetro, lembrando que os dois mapas foram gerados com a mesma metodologia.

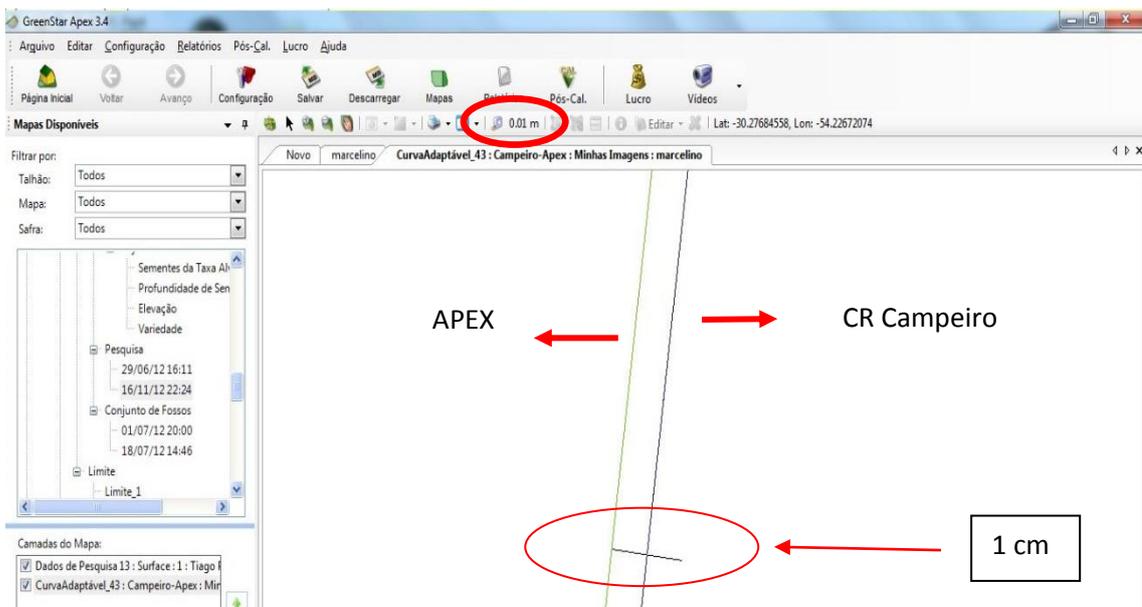


Figura 23 – Diferença entre os arquivos após processamento no CR CAMPEIRO, 2014.

Após definir o mapa que vai ser trabalhado no campo, pode-se visualizar o mesmo através do *Google Earth*.

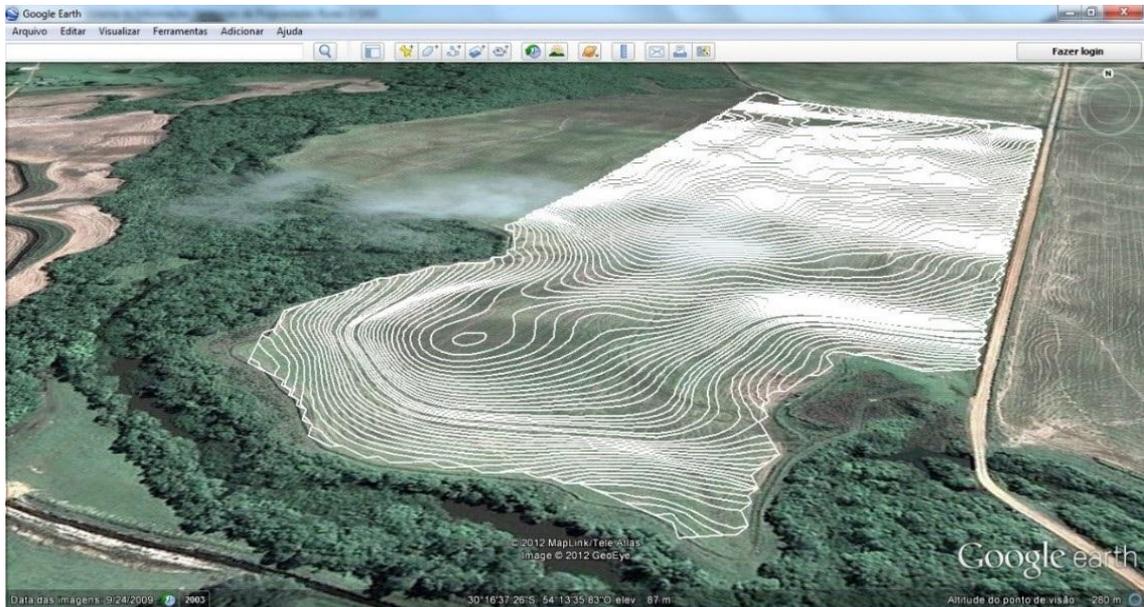


Figura 24 – Visualização do mapa de isolinhas (curvas de nível) sobreposto em imagem do *Google Earth*, 2014.

4.5 Análise dos resultados

No dia 04 de setembro de 2013, toda a área foi entaipada, para isso, a área foi dividida em duas partes, levando em consideração a declividade do terreno, para a área mais inclinada, média de 5,2 cm a cada 10 metros, foi utilizado o mapa gerado pelo levantamento realizado durante a semeadura, e para a área mais plana, média de 2,3 cm a cada 10 metros, foi utilizado o mapa gerado pelo levantamento realizado durante a colheita.

Esta decisão foi tomada em conjunto com o proprietário da lavoura e o responsável pela irrigação da fazenda, levando em consideração que como na área mais inclinada a diferença era entre os dois modos de pesquisa era menor, preferiu-se utilizar o levantamento que continha o maior número de pontos e o espaçamento entre passadas menor.

Para a área mais plana, foi decidido utilizar o mapa que apresentava a maior diferença, pois esta poderia ser compensada somente elevando a lamina d'água.

Abaixo a figura 28 apresenta como a área foi dividida.

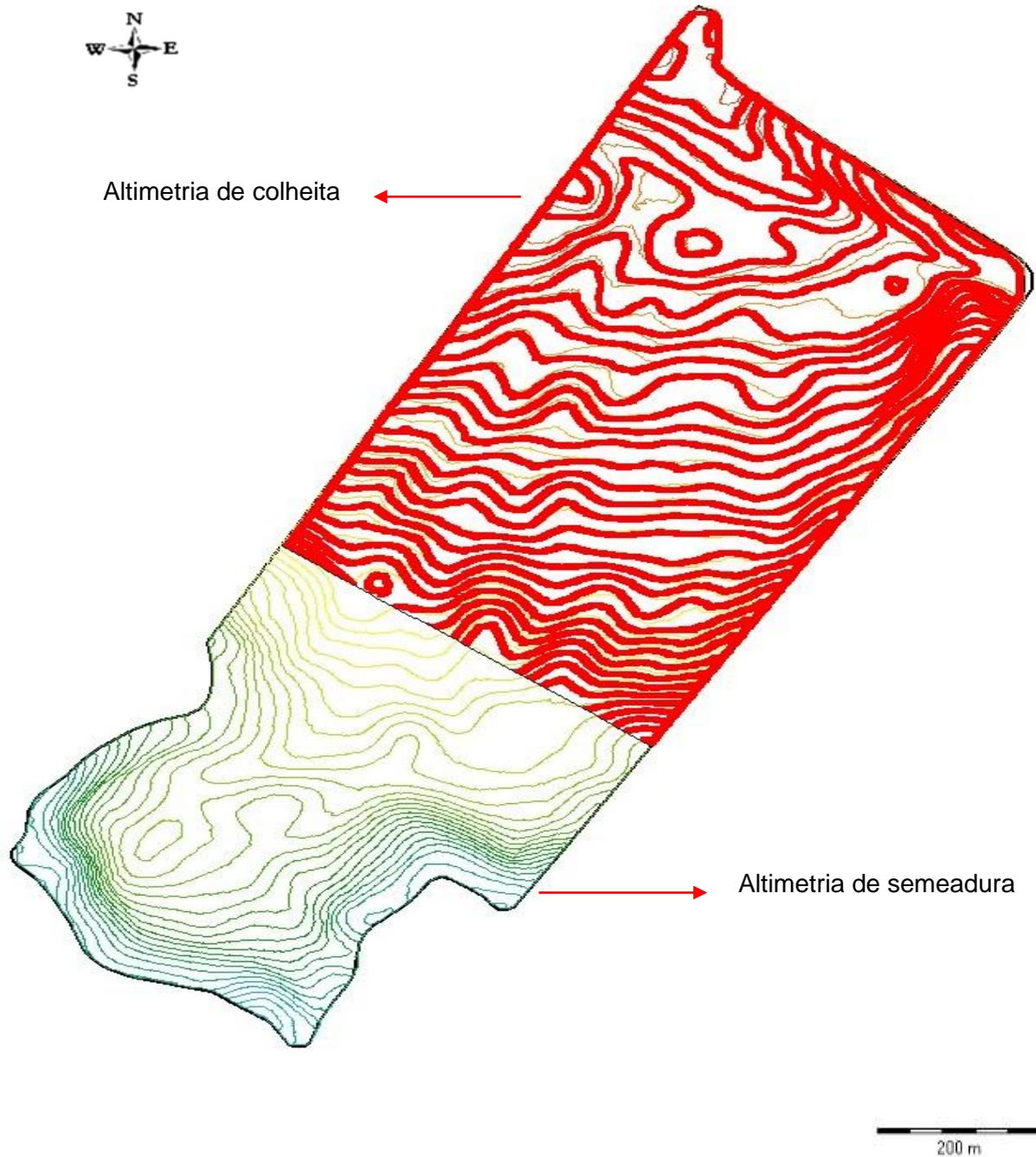


Figura 25 – Detalhe da divisão da área utilizando na parte norte dados de altimetria durante a colheita e, na parte sul, dados obtidos durante a semeadura, 2014.

Após o trabalho realizado, algumas diferenças já podiam ser notadas no campo, principalmente no ponto de separação entre os dois modos de trabalho, como mostra a figura 29:

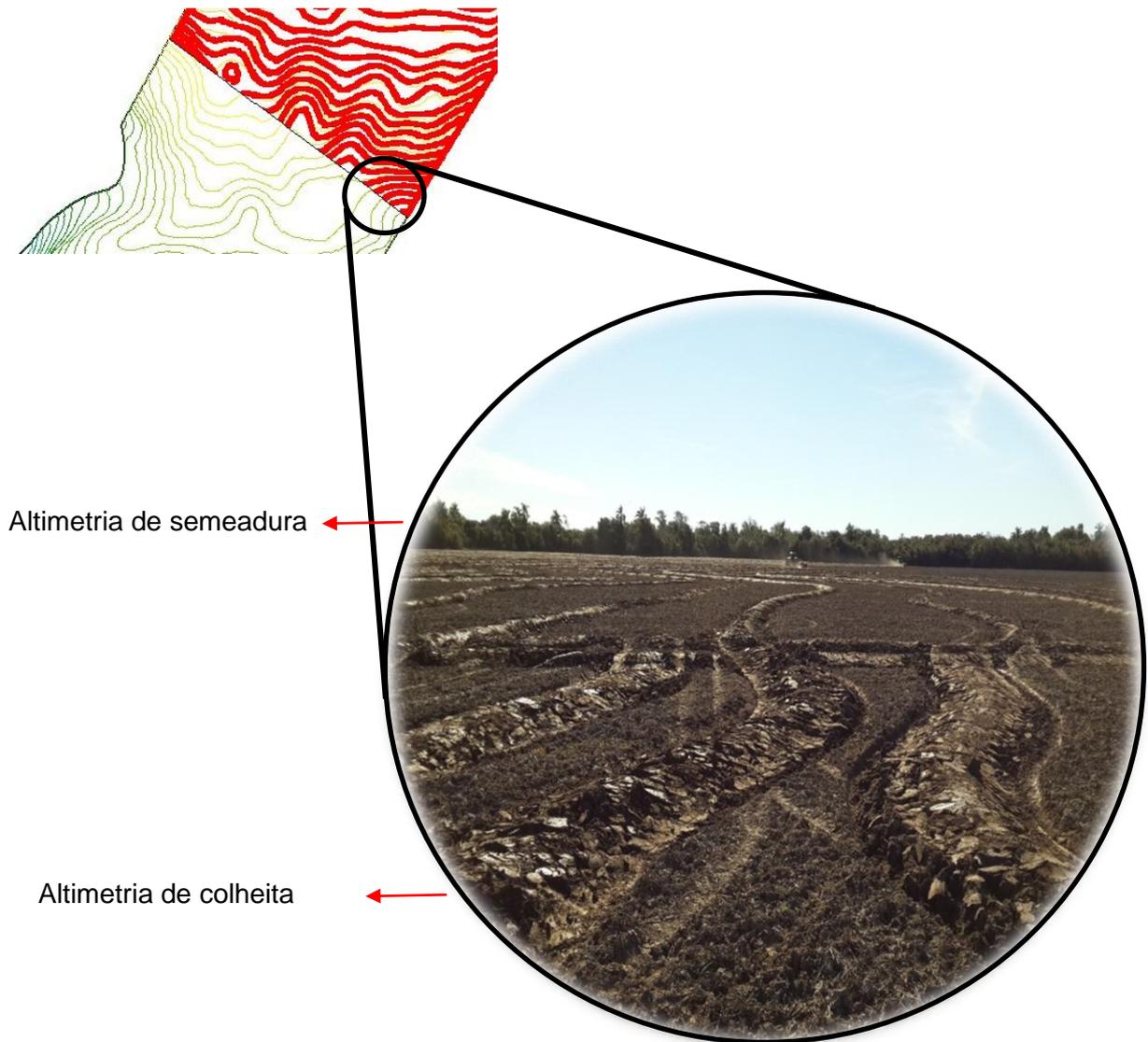


Figura 26 – Detalhe da diferença no campo entre os dois modos de pesquisa, 2014.

Todo o trabalho final foi “aferido” pelo nível laser que a fazenda possuía, ficando ambos os mapas aceitáveis pelo proprietário, após vistoria pós irrigação

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Por se tratar de um equipamento novo no Brasil, e as pesquisas sobre o tema não existirem no país, e também por ser um equipamento que está em constante evolução, algumas questões já foram respondidas com a realização deste trabalho, entre elas a melhor forma de obter o levantamento altimétrico da área.

O processo de captação de pontos da área, pode interferir no resultado final do trabalho, dependendo do *Software* que é usado, para este trabalho em que o APEX foi utilizado para o primeiro processamento dos dados, ocorreu esta interferência.

Também o espaçamento entre as passadas da máquina que irá fazer o levantamento altimétrico interfere no resultado final, quanto mais próxima for essas passadas, mais preciso será o trabalho.

Também o relevo da área deve ser levado em consideração para captação dos pontos, quanto mais “dobrada”, for a área, mais próximo deveria ser as passadas, diminuindo a chance de a máquina utilizada não copiar um micro relevo.

O programa CR CAMPEIRO 7, após o desenvolvimento da ferramenta JD – APEX, desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento do trabalho e após, contudo dependendo do tamanho da área mapeada, pode gerar um arquivo excessivamente grande, dificultando a leitura pelo monitor, o qual trabalha com arquivos de no máximo 800 kb.

Este deverá ser o próximo passo na integração do CR CAMPEIRO 7 ao *Surface Water PRO*, inclusive criando a ferramenta de processamento dos pontos de altimetria também.

Conclui-se então, que é possível fazer o mapeamento das áreas tanto na semeadura como na colheita, desde que se tome alguns cuidados, e o CR CAMPEIRO 7 poderá desempenhar a função de integração deste sistema com o cliente final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, A.; LEMAINSKI, C.; BUSATO, M.; LONDERO, G.; SANTI, G., Agricultura de precisão, precisão expandida, **Revista Cultivar Maquinas**. n. 99, Agosto de 2010, p. 14 - 18, Disponível em: http://drakkarsolos.com.br/upload/anexos_noticias/down_59_1.pdf, Acessado em: 16 de Dezembro de 2013.

ALFARO, J. F. & MARIN, V. **Uso de água y energia para Riego en América Latina**. (1991). Disponível em: <http://www.fotossintese.net/pdf/Agua%20para%20la%20agricultura.pdf>. Acessado em: 22 de Julho de 2013.

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R.; SHARP, T. C. **Agricultura de precisão**. (2007) Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba6/palestras/1622.pdf>. Acessado em: 17 de Agosto de 2013.

BARROS, F. G. N.; AMIN. M. M. **Água**: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo (2007). Disponível em: www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/download/116/106. Acessado em: 17 de Agosto de 2013.

BISOGNIN, B. P.; BATISTELLA, B. F.; LOPES, T. G.; AURELIO, M. A.; DIAS, V. O. No nível, **Revista Cultivar Maquinas**. n. 134 Outubro de 2013, p. 06-08, 2013.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.984** - de 17 de julho de 2000 - Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm. Acessado em: 12 de Setembro de 2013.

BRASIL. **Lei Federal n. 10.406** - 10 de janeiro de 2002 - Código Civil, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/2002/L10406.htm>. Acessado em: 12 de Setembro de 2013.

CANEPA, E. M. & GRASSI, L. A. T. **A lei das águas no Rio Grande do Sul**: no caminho do desenvolvimento sustentável. *Ciência & Ambiente*, n. 21, Jul./Dez., 2000.

CECONI, D. L.; DURIGON, R.; NÖLLER, D. G.; LIBERALESSO, V.: **Correlações entre atributos químicos do solo e a produtividade de arroz irrigado em lavouras sistematizadas e não sistematizadas**. Disponível em: <http://www.cbai2013.com.br/cdonline/docs/trab-3939-458.pdf>. Acessado em: 13 de Janeiro de 2014.

CRUVINEL, P. E.; TORRE-NETO, A., **Agricultura de Precisão: Fundamentos, aplicações e perspectivas para a cultura do arroz**. Comunicado técnico 30, EMBRAPA. São Carlos, SP, Julho 1999.

DURIGON, R. **Aplicação de técnicas de manejo localizado na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*)**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Disponível em: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2193. Acessado em: 19 de Setembro 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: **Manejo da Água em Arroz Irrigado**. 2013. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap10.htm>. Acessado em: 21 de Setembro de 2013.

FERNANDES, L. **A água doce no Brasil**. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/28259/1/A-AGUA-DOCE-NO-BRASIL/pagina1.html>. Acessado em: 05 de Agosto de 2013.

GERBER. L. M. D. **Outorga e direito do uso da água**. disponível em: www.estig.ipbeja.pt/~ac_direito/leda.pdf, acessado em: 12 de Setembro de 2013.

GIOTTO, E.: O futuro da terra: CR Campeiro possibilita gestão tecnológica no campo. **Jornal do Comercio**, Notícia da edição impressa de 19/08/2013, Disponível em: <http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=132185>. Acessado em: 14 Janeiro de 2014.

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. In: GIORDAN, M. JARDIM, W. F. (Eds.). **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Meio Ambiente)** n. 1, p. 31-40, 2001.

GROSZEK, F. A deficiência na fiscalização, **Revista Saneamento Ambiental**, n. 54 Nov.-Dez. de 1998. Disponível em: <http://www.riosvivos.org.br/Noticia/A+deficiencia+na+fiscalizacao/3224>. Acessado em: 17 Agosto 2013.

JOHN DEERE. Surface Water Pro, **Manual do operador**, Junho de 2011, p. 10-1, Disponível em: http://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompfp11801_swp_2630.pdf, Acessado em: 21 de Novembro de 2013.

JOHN DEERE. **Receptor GNSS SF3000**, 2013, Disponível em: http://www.deere.com/pt_BR/ag/products/ams/receptor_sf3000.html. Acessado em: 21 de Novembro de 2013.

JÚNIOR, A. M. M., GOMES, A. S., SANTOS, A. B., Sistema de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil, **Sistemas de produção 03**, EMBRAPA. Pelotas, RS, Dezembro 2004.

LIMA, J. E. F. W., FERREIRA, R. S. A., CHRISTOFIDIS, D., **O uso da irrigação no Brasil**. (1999). Disponível em: http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000fl7vsa7f02wyiv80ispcrr5frxoq4.pdf. Acessado em: 14 de Dezembro de 2013.

MANTOVANI, E. C.; QUEIROZ, D. M.; DIAS, G. P. Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão. In: SILVA, F. M. da. (Coord.). **Mecanização e agricultura de precisão**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p.109-157.

MENEZES, V. G.; MACEDO, V. R. M.; ANGHINONI, I.; **Projeto 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de pesquisa, 2004, 32p.

PIRES, F. S.; CARDOSO, P.; CARDOSO, C. D. V.; KARSBUR, A. F.; STEINMETZ, C.; CASSENOTE, V.; GIOTTO, E.; MOREIRA, C. M.; **Anais... 2º Congresso Sul-Americano de Agricultura de Precisão e Máquinas Precisas: GESTÃO RURAL APLICADA NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**, 2013. Disponível em: <http://www.apsulamerica.net/2013/anais/32.pdf>. Acessado em: 17 de Janeiro de 2014.

PLANETA ORGÂNICO: **A água do planeta e seu uso na agroecologia**. Disponível em: <http://planetaorganico.com.br/site/index.php/a-agua-do-planeta-e-seu-uso-na-agroecologia/>. Acessado em: 24 de Julho de 2013.

RÉQUIA, G. H. **Desenvolvimento de aplicativos CR Campeiro móbile - Caso de teste**: Sistema operacional Android. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2013. Disponível em: http://200.132.36.199/ppgap/downloads/Requia_2013.pdf. Acessado em: 02 de Janeiro 2014.

RIO GRANDE DO SUL. **Constituição do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul. Companhia Rio-grandense de Artes Gráficas, 1989.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto n.º 37.033**, de 21 de novembro de 1996. Regulamenta a outorga do direito de uso da água no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=99688&inpCodDispositive=&inpDsKeywords=>. Acessado em: 20 de Setembro de 2013.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução n.º 001**, de 04 de junho de 1997. Regulamenta os casos da dispensa de outorga no RS. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6lysRP-EhisJ:www.upf.br/coaju/index.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D136%26Itemid%3D24+%&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acessado em: 21 Setembro de 2013.

ROCCO, G. C., **Benefícios obtidos pelo uso da Agricultura de Precisão**. Relatório Final de Estágio, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009. Disponível em: <http://www.ler.esalq.usp.br/download/gmap/estagio/Rocco.pdf>. Acessado em: 25 Novembro de 2013.

SALASSIER, B., **Impacto ambiental da irrigação no Brasil** (2008). Disponível em: http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008.pdf. Acessado em: 13 de Dezembro de 2013.

SANTI, A. L.; **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão**. 2007. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: http://coralx.ufsm.br/laserg/admin/biblio/1706081812_TESE_SANTI_DR2007.pdf. Acessado em: 17 de Janeiro de 2014.

SEMA, Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Departamento de Recursos Hídricos - **Manual de outorga de direito do uso da água**. Disponível em: www.sema.rs.gov.br/upload/Manual%20de%20Outorga%20de%20Água.pdf, acessado em: 27 de Abril de 2011. Acessado em: 20 de Setembro de 2013.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado:** recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. V Congresso brasileiro de arroz irrigado. XXVII Reunião da cultura do arroz irrigado. Pelotas, RS, Agosto de 2007, Disponível em:

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Recomendacoes_Tecnicas_Arroz_2007_000fzrbdd8b02wx5ok0cpoo6adaexge2.pdf. Acessado em: 15 Dezembro de 2013.

TELLES, D. A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. & TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. São Paulo, Acad. Bras. Cien./IEA-USP, 1999. p. 325-369. Disponível em:

[http://books.google.com.br/books?hl=pt-](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=T954AkW_2RQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=%C3%81gua+na+agricultura+e+pecu%C3%A1ria+%C3%81guas+doces+no+Brasil:+capital+ecol%C3%B3gico,+uso+e+conserva%C3%A7%C3%A3o&ots=9v5W876YgU&sig=h4RscNKZ6mstgJR_ey42PtY9ymc#v=onepage&q&f=false)

[BR&lr=&id=T954AkW_2RQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=%C3%81gua+na+agricultura+e+pecu%C3%A1ria+%C3%81guas+doces+no+Brasil:+capital+ecol%C3%B3gico,+uso+e+conserva%C3%A7%C3%A3o&ots=9v5W876YgU&sig=h4RscNKZ6mstgJR_ey42PtY9ymc#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=T954AkW_2RQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=%C3%81gua+na+agricultura+e+pecu%C3%A1ria+%C3%81guas+doces+no+Brasil:+capital+ecol%C3%B3gico,+uso+e+conserva%C3%A7%C3%A3o&ots=9v5W876YgU&sig=h4RscNKZ6mstgJR_ey42PtY9ymc#v=onepage&q&f=false). Acessado em: 14 de Dezembro de 2013.

VIEGAS, E. C. **Gestão dos recursos hídricos:** Uma análise a partir dos Princípios ambientais. (2007). Disponível em: http://tede.uces.br/tde_arquivos/2/TDE-2007-09-21T101346Z-137/Publico/Dissertacao%20Eduardo%20C%20Viegas.pdf. Acessado em: 13 Setembro de 2013.