

**UNIOESTE – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
MESTRADO E DOUTORADO**

SAMUEL CITON FADANELLI

**PROTOCOLO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO COMO FERRAMENTA DE
SUSTENTABILIDADE**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2021**

SAMUEL CITON FADANELLI

**PROTOCOLO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO COMO FERRAMENTA DE
SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável – Mestrado e Doutorado do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito para conclusão do programa – curso de Mestrado

Orientador:

Prof. Dr. Arlindo Fabrício Corrêa

MARECHAL CANDIDO RONDON

2021

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Fadanelli, Samuel

Protocolo de Agricultura de Precisão como Ferramenta de Sustentabilidade / Samuel Fadanelli; orientador Arlindo Fabrício Corrêia. -- Marechal Cândido Rondon, 2021.
52 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2021.

1. Agricultura de Precisão. 2. Agricultura Familiar. 3. Desenvolvimento Rural Sustentável. I. Corrêia, Arlindo Fabrício, orient. II. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Campus de Marechal Cândido Rondon
Centro de Ciências Agrárias

Programa de pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável
Mestrado e Doutorado

SAMUEL CITON FADANELLI

**PROTOCOLO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO COMO
FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, de forma remota/síncrona, com uso da tecnologia de videoconferência, por meio das diversas opções de software/aplicativos disponíveis para essa modalidade, conforme orientação do Ato Executivo nº 021/2020-GRE, Resolução 052/2020 - CEPE e Portaria Capes nº 36/2020, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável, área de concentração Desenvolvimento Rural Sustentável, linha de pesquisa Inovações Sociotecnológicas e Ação Extensionista, **APROVADO** pela seguinte banca examinadora:

Arlindo Fabrício Corrêia (Orientador)

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Nardel Luiz Soares da Silva (Membro)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Armin Feiden (Membro)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Maurício Guy de Andrade (Membro)

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Marechal Cândido Rondon, PR, 17 de setembro de 2021.

Prof. Dr. Wilson João Zonin
Coordenador Especial do PPGDRS
Portaria nº 4178/2020 – GRE

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 GEOTECNOLOGIAS E AGRICULTURA DE PRECISÃO	12
3.2 AGRICULTURA FAMILIAR E EXTENSÃO RURAL	14
4 METODOLOGIA	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
6 CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40

RESUMO

FADANELLI, M. Sc. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2021. Protocolo de agricultura de precisão como ferramenta de sustentabilidade. Orientador: Arlindo Fabrício Corrêia

Novas configurações na produção de grãos em pequenas propriedades rurais demonstram grandes desafios para agricultores familiares da região oeste do Paraná, como aliar a rentabilidade da produção rural frente ao aumento de custos, tornando a produção de alimentos sustentável. Neste contexto estão inseridos atores que buscam desenvolver novas técnicas e que podem proporcionar incrementos de produtividade por meio da melhoria das características físico-químicas dos solos. Por meio de ferramentas de agricultura de precisão e das experiências dos técnicos do Instituto Emater de Tupãssi (atualmente IDR - Instituto de Desenvolvimento Rural), buscou-se desenvolver um protocolo de agricultura de precisão para pequenas propriedades rurais utilizando a metodologia de amostragem por células. Portanto, foi possível construir um diagrama do fluxo das atividades realizadas pelo programa, desde o início de sua criação até os processos operacionais, que apresentou uma estimativa de retorno sobre o investimento de 26,30% para o município com dados de incremento de produtividade de 3 propriedades monitoradas durante 3 safras de soja e milho, portanto o projeto de AP apresenta uma perspectiva positiva de promover sustentabilidade e uso racional dos recursos naturais.

Palavras chaves: Agricultura Familiar, Agricultura de Precisão

ABSTRACT

FADANELLI, M. Sc. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2021. Precision Agriculture Protocol as a Sustainability Tool. Orientador: Arlindo Fabrício Corrêia

New configurations in grain production in small rural properties provide great challenges for family farmers in the western region of Paraná. In this context, actors who seek to develop new techniques that can provide greater sustainability to the use of natural resources with the objective of improving the physicochemical characteristics of soils are included. In this context is precision agriculture, a technological package developed for large properties however, through the experiences of technicians from the Emater Institute of Tupãssi, Paraná, it was possible to develop a precision agriculture protocol for small properties through the methodology of grids by cells. Therefore, it was possible to build a flow diagram of the activities carried out by the program, from the beginning of its creation to the operational processes, which presented an estimated return on investment of 26.30% for the municipality with productivity increase data for 3 properties monitored during 3 soy and corn harvests, therefore the PA project presents a positive perspective of promoting sustainability and rational use of natural resources.

Key Words: Precision agriculture, Family farmers.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a partir da década de 1980, ocorreu uma mudança drástica em relação ao pensamento da sociedade na utilização de recursos naturais, o aumento na preocupação da conservação dos agroecossistemas contemplando o uso do meio ambiente. Este cenário favoreceu uma série de avanços nas pesquisas sobre agricultura de precisão, já que os métodos tradicionais de levantamento de informações tornaram-se ineficientes e o monitoramento, assim como o levantamento de dados dos recursos do solo iniciaram uma nova era com o uso de tecnologias em função da qualidade de informação que é possível levantar utilizando agricultura de precisão (MERMUT e ESWARAN, 2001).

No cenário da agricultura brasileira estão inseridos produtores rurais da agricultura familiar que exercem atividades no ambiente rural, essencialmente agrícolas ou não. A gestão da propriedade, nestes casos, é compartilhada pela família, além de que a diversidade produtiva é característica marcante desse segmento.

A Lei 11.326 de julho de 2006 (BRASIL, 2006) definiu as diretrizes para formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e os critérios para identificação desse público. Segundo dados do Censo 2006 a agricultura familiar constitui base econômica de 90% dos municípios com até 20 mil habitantes, responde por 35% do produto interno bruto nacional e absorve 40% da população economicamente ativa no país. Portanto, a agricultura familiar é responsável pelo abastecimento do mercado interno e controle da inflação dos alimentos consumidos pelos brasileiros.

Desta maneira, devido à importância da agricultura familiar no contexto brasileiro, a aplicação da agricultura de precisão e suas tecnologias podem agregar melhoria do desenvolvimento deste setor. Tendo em vista que, com esta nova concepção de captar, analisar, manipular e disponibilizar essas informações, que tem como princípios a espacialização referenciada tende a reduzir os custos de produção, utilizar os recursos naturais de forma racional e melhorar a qualidade de vida do produtor rural (CALIJURI e RÖHM, 1995).

Um dos principais problemas encontrados nos cultivos é o manejo do solo realizado de maneira homogênea, o que implica na exclusão da variabilidade na fertilidade do solo, sem considerar a existência de sítios específicos (ESSER;

ORTEGA BLU, 2002). Sendo assim, definir estratégias para aplicação da Agricultura de Precisão (AP) em pequenas e médias propriedades agrícolas possibilita explorar a potencialidade da produção de alimentos e diminuir o impacto causado ao meio ambiente, proporcionando maior eficiência no processo produtivo. Conhecendo as ações desenvolvidas pela Emater de Tupãssi – Paraná (atualmente IDR - Instituto de Desenvolvimento Rural), buscou-se aprofundar os conhecimentos e disseminar o trabalho destes profissionais para que o mesmo possa vir a dar maior viabilidade ao uso destas tecnologias em outras regiões, com o intuito de gerar valor e promover desenvolvimento rural sustentável.

Portanto, um estudo mais aprofundado em relação ao uso destas tecnologias nas propriedades rurais como ferramenta para sustentabilidade, pode ser uma oportunidade para auxiliar na promoção do desenvolvimento rural sustentável da região e do Brasil, já que com a obtenção de dados mais específicos, tende a melhorar a tomada de decisões, redução de custos e melhoria de produtividade, garantido que estes produtores mantenham suas tradições socioeconômicas, culturais e permanência das atividades.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Elaborar um protocolo de agricultura de precisão, a partir dos dados do programa de agricultura de precisão realizado pelo IDR (Instituto de Desenvolvimento Rural - antes denominado Instituto Emater) do município de Tupãssi, PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar, organizar e tabular dados e informações em planilha eletrônica do programa de agricultura de precisão realizado pelo instituto IDR do município de Tupãssi, PR.
- Propor uma estimativa de retorno sobre o investimento para o município com base nas informações da produtividade de três propriedades monitoradas pelo programa de agricultura de precisão.
- Gerar um protocolo de agricultura de precisão com base nos dados coletados e propor também ferramentas gratuitas e alternativas que possam ser utilizadas.
- Gerar uma matriz de identificação das *Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças*, com base nos dados gerados das entrevistas realizadas com os técnicos do programa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GEOTECNOLOGIAS E AGRICULTURA DE PRECISÃO

Considera-se na agricultura tradicional que o solo apresenta-se como homogêneo para práticas agrícolas na relação do uso e manejo dos solos, porém na realidade, o solo possui características heterogêneas e manejos considerando apenas médias pode ser insuficiente e não ser realista, por isso a importância da agricultura de precisão para considerar a variabilidade espacial e temporal dos atributos do solo (GIOTTO; CARDOSO e SEBEM, 2013).

A agricultura de precisão consiste em uma ferramenta que pode auxiliar no manejo da variabilidade do solo, a identificação das áreas com necessidades específicas de correção através do uso da topografia, identificação de terraços, tipo de solo (BASSOI et al., 2019)

Segundo Costa e Guilhoto (2003) analisaram o impacto potencial da adoção das principais técnicas de agricultura de precisão na economia brasileira e observaram resultados consideráveis. Segundo os autores, a utilização da tecnologia proporcionou o aumento de 10% de produtividade nas culturas de soja, milho e cana-de-açúcar. A gestão do conhecimento derivado da agricultura de precisão tem tomado novas fronteiras dentro do contexto de produção e desafios antes não existentes (FRASER, 2018; MILLER, 2019).

Outra contribuição das geotecnologias aplicadas no âmbito da agricultura e no meio ambiente, a possibilidade de caracterizar e amostrar espacialmente locais com incertezas sobre dados pluviométricos e distribuição de chuvas na região. Estudos relacionados aos cursos dos rios, espelhos d'água e a forma do relevo sendo eles imageados por sensores orbitais são dados importantes para o desenvolvimento do georreferenciamento (LIEBE, 2002).

O levantamento de informações sobre os sistemas de produção também podem ser realizadas através do georreferenciamento, de maneira geral, as caracterizações das propriedades rurais muitas vezes são realizadas sem o levantamento de informações espaciais, tal como a localização das propriedades, tipo do solo, relevo, entre outros, por isso a necessidade de obter maiores informações mais específicas das propriedades por meio de checagens numéricas e espaciais (MANGABEIRA, 2002).

Detectar essas mudanças no contexto da agricultura é essencial para melhorar a compreensão na dinâmica das alterações na estrutura desse solo (TURNER e RUSCHER, 2004). Para Silva (2001) o georreferenciamento não pode ser definido apenas como um conjunto de geotecnologias, tendo em vista que a interpretação das técnicas de Sensoriamento Remoto, Cartografia Digital e Sistemas de Posicionamento Global são realizadas de forma correlacionadas através de Sistemas Computacionais e Sistemas de Informações Geográficas, gerando a possibilidade de análises e manipulações estatísticas contribuindo para a integração da humanidade ao crescimento tecnológico.

O conceito de Agricultura de Precisão (AP) está ligado a um processo de gestão produtiva que envolve multidisciplinaridade como segmentos da agronomia, mecatrônica, geometria, informática e meio ambiente, a Agricultura de Precisão teve início com a introdução de GPS (*Global Positioning System*) e mapas de produtividade (INAMASSU et al., 2011).

Neste sentido, muito se fala de *Big Data* como uma das vertentes da agricultura 4.0 (TRIVIELLI et al., 2019), outros termos também vem sendo abordados, como o *Right Data* cujo o desafio é identificar e obter *insights* com a assertividade desejada derivadas de uma grande quantidade de dados através de dados de maneira submétrica a cada segundo de milhões de hectares monitorados (DELGADO et al., 2019).

Entretanto, quando se trata de propriedades rurais de pequeno porte, a agricultura de precisão muitas vezes torna-se praticamente impossível de ser implantada devido à dificuldade de identificar técnicas economicamente viáveis para que o agricultor familiar possa utilizar dentro do seu contexto agrícola, principalmente em um país em desenvolvimento, onde o custo de aquisição de hardwares e serviços associados ainda é caro (VIANA et al., 2019). Contudo, existem técnicos que se dedicam a desenvolver alternativas para realizar AP em áreas com menor porte. Sendo assim, AP torna-se um divisor de águas e vem se destacando a cada dia para uma produção racional, tendo em vista que o mapeamento da propriedade na questão fertilidade de solo pode auxiliar no uso racional de insumos, minimizando perdas e contribuindo para a sustentabilidade dos campos brasileiros (BONGIOVANNI e LOWENBER-DEBOER, 2004).

3.2 AGRICULTURA FAMILIAR E EXTENSÃO RURAL

Embora o conceito de agricultura familiar tenha uma discussão relativamente recente, o termo já detinha embasamento normativo no Estatuto da Terra, Lei nº 4.504 de 30 de novembro de 1964 (BRASIL, 1964), ao definir “Propriedade Familiar” como “[...] o imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros”. Mas foi a partir de uma lei que a agricultura familiar teve seu conceito normatizado. A Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006), no Art. 3, considera agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I- não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II- utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III- tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; (Redação dada pela Lei nº 12.512, de 2011).
- IV- dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Sobre este segmento, infere-se que dados do censo agropecuário de 2006 lhe atribuem a geração de 40% do Valor Bruto da Produção Agropecuária, ademais se pode referenciar o resultado desta participação em alguns produtos como: Mandioca (87%), Feijões (70%), Milho (46%), Café (38%), Arroz (34%), Trigo (21%), Soja (16%), Leite (58%), Aves (50%), Suínos (59%) e Bovinos (30%). Esse conjunto de informações reforça a relevância da Agricultura Familiar, especialmente o seu destaque na geração de alimentos em quantidade e diversidade (BRASIL, 2006).

Extrapolando a argumentação de importância do modelo de produção familiar, pode-se também citar o número de pessoas envolvidas na produção

oriunda do segmento, ao passo que a agricultura não familiar emprega 4,2 milhões de pessoas, a Agricultura Familiar proporciona atividade para 12,3 milhões, o correspondente a 74,4% da mão de obra do campo (BRASIL, 2006). Ainda sobre o argumento supracitado, os dados do Censo Agropecuário de 2006 revelam que a cada 100 ha, a agricultura não familiar emprega 1,7 pessoas; em contrapartida, a Agricultura Familiar na mesma área ocupa 15,3 pessoas. Essa informação corrobora a importância da Agricultura Familiar e expande o leque de justificativas.

No que diz respeito ao número de estabelecimentos agrícolas e suas respectivas áreas, faz-se necessário salientar a grande concentração de terra no nosso país, haja vista que mais de 84% dos estabelecimentos agropecuários ocupam apenas 24% das terras, ao passo que aproximadamente 15,5% das propriedades ocupam quase 76% das terras. Nesse sentido, se o tamanho médio das propriedades for considerado uma variável relevante para o desenvolvimento das atividades na Agricultura Familiar, percebe-se que a distribuição de terras é um gargalo considerável o qual com urgência merece esforços para mitigá-lo.

Por fim, para Sachs (2003), é contraditório o fato de que, no Brasil, a Agricultura Familiar possua um grande potencial de desenvolvimento, “de 17,3 milhões de pessoas ocupadas na agricultura brasileira, 13,78 milhões (76,9%) estão na Agricultura Familiar” (SACHS, 2003, p. 31), e, ao mesmo tempo, constitua-se em um dos maiores repositórios de miséria e exclusão. Assim sendo, a Agricultura Familiar é um segmento muito heterogêneo, com diferenciações significativas, principalmente no que concerne ao tamanho das propriedades e de renda conquistada pelas famílias.

No entanto, as mudanças no rural brasileiro, desde a década 70, com o advento da chamada “modernização conservadora”, promoveu uma desigualdade rural e a concentração de riquezas e terras (MOREIRA, 1999). Dados censitários (IBGE, 2006) comprovam que desde 1970 a quantidade de propriedades rurais com menos de 10 hectares diminuiu, em contraponto ao aumento do número de áreas ocupadas por propriedades maiores a 1000 hectares. Esta concentração de capital e terra provoca, de acordo com estudos de Moreira (1999) impactos na pequena propriedade de agricultura familiar, como a perda da propriedade familiar pela possibilidade de reproduzir-se enquanto proprietários, a tecnificação da pequena produção subordinada a agroindústria e a queda do valor excedente retido pelo

agricultor familiar, forçando a migração da família e a diminuição da sucessão familiar rural.

Conforme o Censo Demográfico de 2010, cerca de 2 milhões de pessoas, entre 2000 e 2010, saíram das atividades no meio rural para buscarem oportunidades nos centros urbanos. Embora metade do número da década anterior, o êxodo rural, mesmo perdendo força, ainda proporciona números preocupantes (IBGE, 2010). Destes 2 milhões, a grande maioria são jovens que vislumbram no urbano um local de diversas possibilidades para alcançar uma vida melhor.

Embora não seja mais o contexto atual, alguns jovens ainda mantêm a ideia de que o campo é lugar ultrapassado, incapaz de prover perspectivas de vida e de desenvolvimento e desta forma acabam abandonando a vida no campo para buscar melhores condições de vida na cidade, deixando a propriedade rural familiar à dependência do patrono da família, tendo um fim quando o mesmo envelhece e não tem mais condições de prosseguir com a atividade agrícola.

Segundo Puerta (1996), a concepção da extensão rural agroecológica está baseada no processo de intervenção de caráter educativo e transformador, utilizando metodologias de investigação e ações participativas, em que permitam o desenvolvimento social em relação aos agentes que participam da ação e possam construir conhecimentos em que os leve a ter uma melhor concepção da realidade. Com o objetivo de alcançar um modelo igualitário e ambientalmente equilibrado, respeitando os processos e ciclos naturais, biodiversidade buscando produtividades compatíveis às condições específicas de cada agroecossistema e do sistema cultural das pessoas implicadas nos manejos.

O Instituto Emater – atualmente IDR (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural) tem como missão: promover o desenvolvimento Rural Sustentável, coordenando, articulando e executando Assistência Técnica e Extensão Rural em benefício da sociedade paranaense. Sendo assim, A lei da Ater 17.447 - 27 de dezembro de 2012 do Paraná juntamente com a Lei 1.533/2013 de Tupãssi que institui o programa de incentivo aos agricultores do município de Tupãssi através do subsídio de 50% do valor de horas máquinas terceirizadas, um conjunto de benefícios para a comunidade produtora permitindo o desenvolvimento de projetos com caráter sustentável. Desta forma, a lei da Ater 17.447 - 27 de Dezembro de 2012 do Paraná define assistência técnica como: serviço de educação não formal, de caráter continuado, que promove processos rurais de

gestão, organização, produção, beneficiamento, agroindustrialização e comercialização de produtos e serviços agropecuários e não agropecuários, inclusive das atividades agro florestais, agroextrativistas, florestais, pesqueiras, artesanais, sociais e ambientais, para o desenvolvimento rural sustentável; e tem como princípios básicos:

- I - O desenvolvimento rural sustentável;
- II - a redução das desigualdades territoriais, regionais, municipais e locais;
- III - A segurança e soberania alimentar e nutricional;
- IV - A equidade nas relações de gênero, geração e etnia;
- V - A atuação em consonância com as políticas e diretrizes nacionais, estaduais e municipais de desenvolvimento rural sustentável;
- VI - A gratuidade, qualidade e acessibilidade aos serviços de assistência técnica e extensão rural, priorizando a diversidade das atividades na UPF;
- VII - As metodologias participativas, com enfoque multidisciplinar, interdisciplinar e intercultural, buscando promover o exercício da cidadania e a democratização da gestão das políticas públicas;
- VIII - Os fundamentos da agricultura com base ecológica para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis.

Esta lei além dos princípios básicos tem como alguns de seus objetivos:

- Ampliar e qualificar a ATER no Paraná;
- Assistir e apoiar iniciativas econômicas, sociais e ambientais que promovam as vocações territoriais, regionais e locais;
- Aumentar a renda dos beneficiários pela agregação de valor aos produtos e pela integração nos mercados local, estadual, nacional e internacional;
- Melhorar a qualidade de vida de seus beneficiários;
- Contribuir com a implementação de sistemas de produção sustentáveis;
- Contribuir com a expansão do aprendizado e da qualificação profissional à realidade do meio rural paranaense;

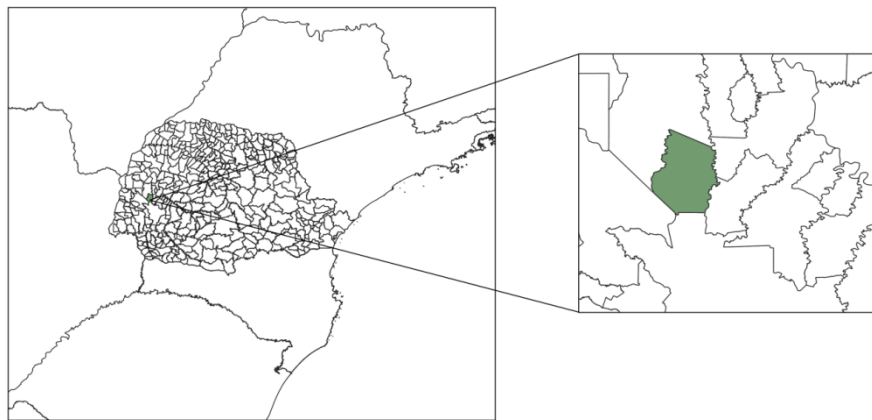
- Difundir políticas públicas apropriadas ao desenvolvimento rural sustentável;
- Promover a integração da ATER às redes de ensino e pesquisa, proporcionando o acompanhamento, a análise, a proposição de demandas de pesquisas e ensino e o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis.

4 METODOLOGIA

O estudo realizou uma pesquisa exploratória descritiva por meio de um estudo de caso, a partir de entrevistas com os técnicos do IDR – Tupãssi, com o objetivo de desenvolver um protocolo de agricultura de precisão para agricultores familiares como ferramenta de sustentabilidade por meio de coleta de dados das ações realizadas nas propriedades rurais do município.

A pesquisa foi realizada no município de Tupãssi/PR, localizada na microrregião de Toledo, oeste do Paraná (Figura 1). O clima é subtropical, úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22 graus centígrados e dos meses mais frios é inferior a 18 graus centígrados (IAPAR – classificação climática de Wladimir Koeppen, 1990).

Figura 1 - Localização da cidade de Tupãssi.



Fonte: Autor, 2021.

O município conta com o forte viés agrícola, em que a produção de grãos é um dos principais elementos econômicos como fonte de renda, em que a área total é de 31.095 ha, dos quais possui 26.420 ha de lavouras e a ocupação dos solos está representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados referentes às áreas de Tupãssi, PR.

Item	Área (ha)
Lavouras anuais	26.423,00
Lavouras Permanentes	10
Matas Naturais (outras)	50
Matas Naturais (Preservação Permanente)	140
Outras áreas	1.817,00
Pastagens cultivadas	1.730,00
Reflorestamento e cultivos florestais	925
TOTAL	31.095,00

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Neste cenário insere-se grande parcela de produtores da agricultura familiar que são assistidos pelos extensionistas do IDR, os quais desenvolvem o trabalho de auxiliar estes produtores na tomada de decisão. Na Tabela 2 encontram-se descritos, de maneira categórica, como estão distribuídos os atores do segmento agrícola no município de Tupãssi, em que 76% dos mesmos são compostos por agricultores familiares.

Tabela 2 - Atores da agricultura familiar de Tupãssi, PR.

Categoria	Número
Agricultor Familiar (Lei Federal)	944
Agricultor Patronal	134
Jovens Rurais	20
Mulheres Rurais	40
Trabalhador Rural	100
TOTAL	1.238

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

O trabalho de pesquisa foi realizado durante os meses de março de 2019 a maio de 2021, iniciando com reuniões com os profissionais do IDR - Tupãssi/PR. Foram realizadas entrevistas e coleta de informações sobre a aplicação dos trabalhos de AP no município a fim de compreender as etapas para sua efetivação.

As informações referentes ao número de famílias atendidas, histórico de áreas corrigidas, número de mapas disponibilizados e dados de incremento de

produtividade disponibilizados e tabulados em planilha eletrônica de maneira que pudessem ser alocadas em uma linha do tempo, de maneira organizada e estruturada, possibilitando a geração de resultados destinados à compreensão do histórico do trabalho de AP, além da entidade responsável, métodos de coleta de análises de solo, geração dos mapas de fertilidade do solo e suas respectivas correções foi possível construir o fluxo de trabalho operacional através de um diagrama criado no software gratuito *app.diagramas.net* que representa o protocolo de agricultura de precisão realizado no município de Tupãssi.

A partir das informações coletadas da relação de material, valores e quantidade de equipamentos necessários para realização do projeto e posteriormente através da equação do ROI (*Return On Investment*) foi possível calcular uma estimativa de retorno sobre o investimento do programa para o município de Tupãssi utilizando os valores de incremento de produtividade em sacas de soja e milho como referência de aumento de receita, utilizando os valores de comercialização obtidos no CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) durante o período de quatro anos. Não foi possível obter os dados de incremento da safra 2017/2018, desta maneira, utilizou-se uma estimativa da metade do valor de incremento de produtividade de 2016/2017 para compor o estudo de viabilidade econômica do programa para o município.

Equação do ROI.

$$ROI = \frac{(\text{Retorno Obtido} - \text{Custo do Investimento})}{\text{Custo do Investimento}} \times 100$$

Fonte: Andru & Botchkarev, 2011

As entrevistas e diálogos realizados com os técnicos contribuíram para a criação de uma matriz FOFA - *SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats)* que segundo Fagundes (2010), a análise e identificação das Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças pode auxiliar no planejamento das ações futuras e contribuir para a continuidade de projetos.

Para confecção da Matriz SWOT utilizou-se os seguintes parâmetros definidos por Oliveira (2007,p. 37):

- I. I. Ponto forte é a diferenciação conseguida pela empresa – variável controlável – que lhe proporciona uma vantagem operacional no ambiente empresarial (onde estão os assuntos não controláveis pela empresa).
- II. II. Ponto Fraco é a situação inadequada da empresa – variável controlável – que lhe proporciona uma desvantagem operacional no ambiente empresarial.
- III. III. Oportunidade é a força ambiental incontrolável pela empresa, que pode favorecer sua ação estratégica, desde que conhecida e aproveitada, satisfatoriamente, enquanto perdura.
- IV. IV. Ameaça é a força ambiental incontrolável pela empresa, que cria obstáculos à sua ação estratégica, mas que poderá ou não ser evitada, desde que reconhecida em tempo hábil.

Desta maneira, possibilitando uma análise referente ao futuro das atividades e ações desenvolvidas, quais as oportunidades e desafios que podem ser decisivos para a continuidade do programa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município teve participação efetiva no Programa de Manejo Integrado dos Solos e Água – PROSOLO Paraná em 1985, a partir disso ocorreu uma grande iniciativa para a conscientização quanto a erosão dos solos que proporciona a perda do ativo solo na propriedade e conseqüentemente também diminuía a renda do produtor, além de outras iniciativas com o objetivo de proporcionar melhoria na qualidade de vida do produtor rural bem como, preservação dos recursos naturais.

Desta maneira o IDR de Tupãssi, a partir da interpretação de que estes programas deveriam avançar para uma nova esfera, e, utilizando tecnologias mais avançadas para proporcionar melhor rentabilidade e maiores produtividades, com o menor impacto ambiental possível.

Neste contexto, as principais atividades desenvolvidas pelos técnicos Eng. Agrônomo Ênio Bragagnolo e o Técnico Agrícola Vanderlei Mariussi, destacaram como prioritário a melhoria da qualidade da fertilidade dos solos na região e optaram por realizar um programa de agricultura de precisão para os produtores da agricultura familiar de Tupãssi.

O projeto de realizar AP para agricultores familiares teve início em 2013 por meio da iniciativa Eng. Agrônomo Ênio Bragagnolo que, pela Lei N.º 1.533/2013 (Anexo A) instituiu o programa de incentivo aos agricultores do município de Tupãssi, indicando subsídio de horas máquinas terceirizado, e outras providências, elaborando um programa com a finalidade de disponibilizar esta tecnologia para os atores deste segmento agrícola. O Programa Municipal “Tupãssi Fazendo Agricultura de Precisão” foi concebido a partir da parceria da Unidade Municipal do Instituto Emater (atual IDR) com a Prefeitura do Município de Tupãssi e implantado com o apoio da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB.

No início das atividades do programa realizado pelos técnicos da Emater - Tupãssi, para viabilizar a gestão do programa, formou-se uma Associação de Agricultores, a “Associação dos Agricultores de Tupãssi – AGRITU”, entidade criada com a função de coordenar e viabilizar o trabalho, administrando e aplicando os recursos auferidos com a prestação dos serviços junto aos beneficiários, bem como, proporcionar o respaldo legal para administrar os recursos repassados pelo estado e município para a finalidade exclusiva do programa.

Implantação de um programa municipal possibilitando o ingresso da agricultura familiar nas tecnologias de agricultura de precisão de forma a utilizar os insumos principalmente corretivos e adubações equilibradas aumentando as produtividades diminuindo os custos de produção e obtendo uma maior renda líquida na produção de grãos buscando a sustentabilidade econômica e ambiental da produção de grãos.

Neste sentido, o programa buscou como princípios, os seguintes objetivos:

- a) Possibilitar o acesso do agricultor familiar à tecnologia da agricultura de precisão;
- b) Fomentar em nível de município o interesse da assistência técnica local nos processos de agricultura de precisão para a pequena propriedade;
- c) Redução do uso de insumos;
- d) Aumentar a produtividade;
- e) Melhorar a qualidade do produto;
- f) Aumentar a lucratividade da atividade;
- g) Produzir buscando a sustentabilidade ambiental;
- h) Possibilitar estudantes de ciências agrárias ao conhecimento e prática das tecnologias de agricultura de precisão.

Neste contexto, os agricultores receberam o apoio na contratação dos serviços da Associação Municipal de Agricultura de Precisão para a realização de amostragens georreferenciadas da fertilidade dos solos em grade e elaboração dos mapas de correção e adubação, via aplicação a taxa variável de: calcário, potássio, fósforo, gesso, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco.

Para execução do trabalho foi necessário à criação de uma Associação de Agricultura de Precisão em que a Emater (IDR) junto a parceiros da iniciativa privada, em que os beneficiários priorizados deste programa foram os agricultores menores, até 12 hectares, os quais foram atendidos pela assistência técnica da Emater, sendo que, os outros foram atendidos por firmas parcerias.

Foram definidas metas de atendimento no período de 2013 até 2016 para essas propriedades, apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Famílias atendidas pelo programa entre 2013 e 2016 em Tupãssi, PR.

Atividade	2013	2014	2015	2016	Total
	Famílias	Famílias	Famílias	Famílias	Famílias
Divulgação do Programa	413	413	412	-----	1238
Propriedades com levantamento executado	150	200	225	225	800
Mapa com taxa variável de aplicação discutido com o produtor	150	200	225	225	800
Propriedades com a correção executada	-----	100	200	200	500

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Para realização dos trabalhos de mapeamento e aplicação da adubação foram utilizadas as linhas de crédito do Pronaf para custear as operações e aquisição dos insumos.

O projeto também apresentou uma tabela de custos previstos para realização dos trabalhos e recursos necessários para elaboração dos mapas de fertilidade e adubação em taxa variável (Quadro 1).

Quadro 1 - Relação de material, valores e quantidade de equipamentos necessários para realização do projeto, além da entidade responsável.

Equipamento/serviços/materiais	Valor Unitário	Qtd	Total	Ano	Entidade
1. Softwares para Escritório					
Software	R\$ 5.500,00	1	5.500,00	2013	Prefeitura
Módulo Impressão de Livretos	R\$ 2.000,00	1	2.000,00	2013	Prefeitura
Atualização Anual Software (Opcional)	R\$ 1.500,00	1	1.500,00	2013	Prefeitura
Total			9.000,00		
2. Softwares para Campo					
Software Mobile*	R\$ 1.350,00	2	2.700,00	2013	Prefeitura
Total			2.700,00		
3. Treinamento					
Suporte online por 1 ano	R\$ 900,00	4	3.600,00	2013	Prefeitura
Curso Agricultura de Precisão ¹	R\$ 2.400,00	1	2.400,00	2013	Prefeitura
Total			6.000,00		
4. Equipamentos para elaboração do mapa de taxa variável					
Amostrador de Solo Hidráulico SACI ***	R\$ 24.500,00	1	24.500,00	2013	Prefeitura
Quadriciclo	R\$ 25.000,00	1	25.000,00	2013	Prefeitura
Computador	R\$ 2.000,00	2	4.000,00		Prefeitura
Impressora	R\$ 700,00	1	700,00		Prefeitura
Carreta para transporte do quadriciclo.	R\$ 5.000,00	1	5.000,00	2013	Prefeitura
GPS (JUNO 3D)	R\$ 3.800,00	2	7.600,00		
Total			66.800,00		
5. Análises de Solos (Laboratório)					
Análises de Solos Simples NPK	R\$ 20.00 Simples	6000	120.000,00	2013 a 2017	SEAB
Análises de Solos NPK e Micro	R\$ 40,00	6000	240.000,00	2013 a	SEAB

				2017	
	Total		360.000,00		
6 Equipamento para aplicação de corretivos em taxa variável					
Equipamento 7,00 Ton distribuição taxa variável de corretivos Hercules da Stara	R\$ 122.000,00		122.000,00	2013	SEAB
Caminhão para distribuição taxa variável de corretivos	R\$ 400.000,00	1	400.000,0	2013	SEAB
Distribuidor taxa variável de corretivos para caminhão capacidade 15 t (Sem caminhão)	R\$ 170.000,00	1	170.000,00	2013	SEAB
Total	R\$ 692.000,00		692.000,00		
7. Equipe técnica necessária					
Técnico Instituto EMATER Tempo Integral				2013	
Estagiários (Faculdades)					Prefeitura
Técnico de apoio em informática		2			Prefeitura /Emater

Fonte: Emater – Tupãssi 2019.

Os produtores interessados em aderir ao programa dirigem-se até a sala de agricultura de precisão e fazem a sua inscrição passando a fazer parte de uma lista de espera que é atendida de acordo com a ordem de inscrição, compatibilizada com o período entressafra quando a área estará apta para a realização dos levantamentos de campo.

No momento de inscrição ao programa o produtor é informado dos custos da execução dos levantamentos de campo e recebimento dos resultados materializados por um compêndio de mapas de fertilidade e correção, além da cópia do resultado das análises de solos. O custo da contrapartida dos beneficiários varia de acordo com o tamanho da área total de sua propriedade (Tabela 4).

Tabela 4 - Custos de implantação da AP em Tupãssi, PR.

Área da Propriedade (ha)	Apoio (%)	Valor/ha	
		Programa (R\$)	Mercado Regional (R\$)
Até 12,10	80	10,33	50,00
12,20 a 24,20	71	14,46	50,00
24,30 a 48,40	63	18,60	50,00
Acima de 48,40	59	20,67	50,00

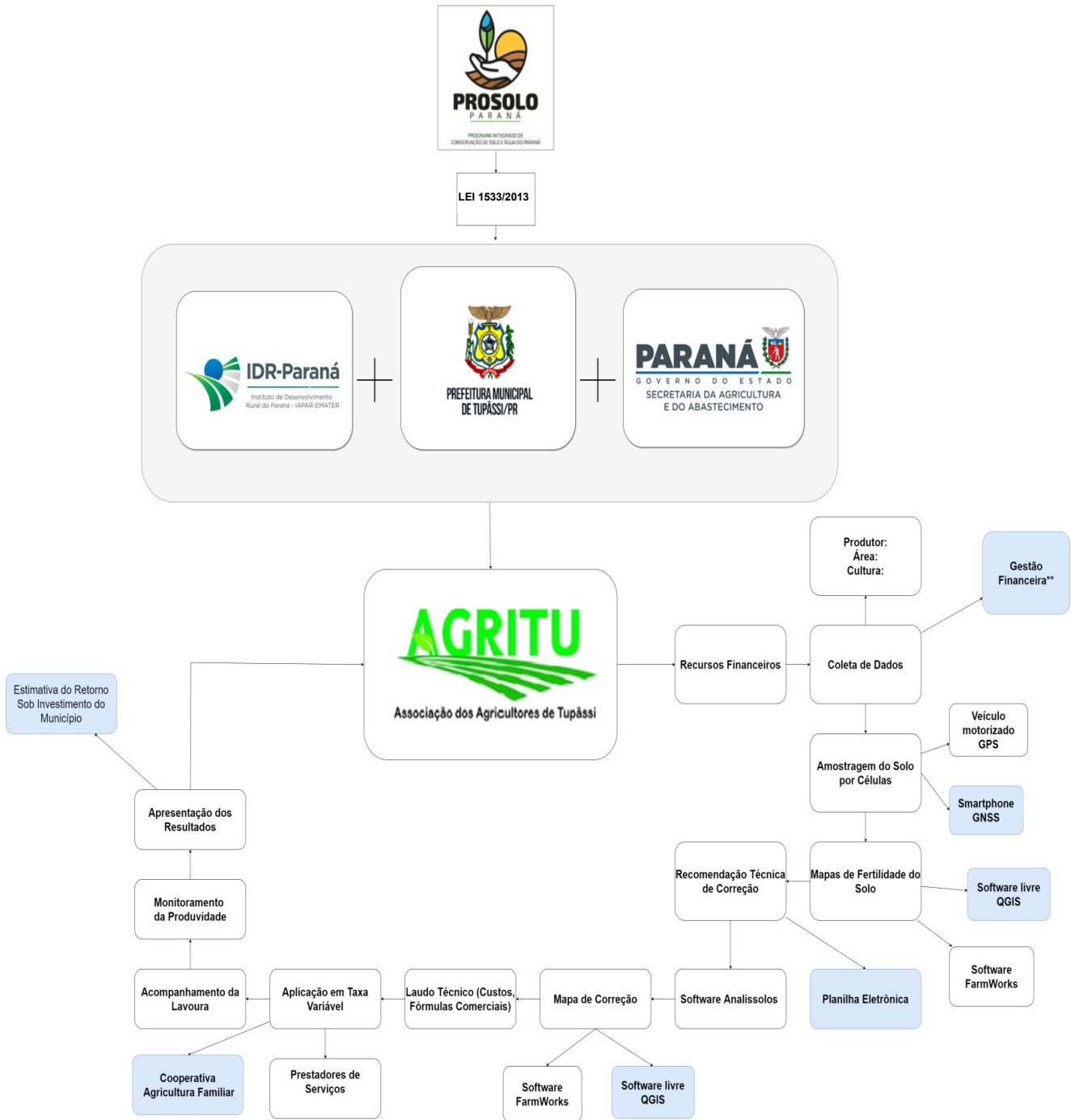
(*) Preço médio praticado no mercado regional, fora do programa, para a prestação do serviço.

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019

Sendo assim, desenvolveu-se um protocolo de agricultura de precisão conforme as técnicas realizadas pelos profissionais do IDR - Tupãssi, representado no Diagrama 1.

O primeiro trabalho realizado pelos técnicos trata da identificação do perímetro e a malha de amostragem do talhão, como se trata de pequenos agricultores, a metodologia utilizada para coleta das amostras foi Grades por Célula, justamente pelo fato de que a coleta de informações baseadas no grande número de amostras para realizar interpolação dos dados em pequenos talhões torna-se inviável devido aos custos de análises laboratoriais, assim como reduzir o número de amostras para interpolação pode trazer resultados insatisfatórios, com grandes probabilidade de erro

Diagrama 1 - Protocolo de agricultura de precisão para pequenas propriedades.



** As janelas apresentadas em azul correspondem às ferramentas e softwares livres e gratuitos que podem ser utilizados por profissionais, técnicos e produtores rurais para realizar agricultura de precisão em suas propriedades.

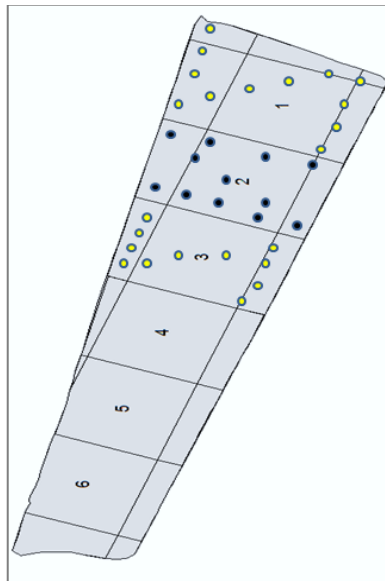
Fonte: Autor,2021.

Esta estratégia consiste em não representar valores do ponto amostrado, mas sim toda área de uma célula, por meio de um único valor médio obtido. O número de células é equivalente ao número de amostras que se deseja realizar, assim como os

formatos das células não necessitam ser retangulares ou quadrados, podendo ser utilizados como referência marcos físicos do campo, como por exemplo, terraços (Molin et al., 2015).

A subamostragem é coletada ao longo de toda a célula, adotando um caminhamento em “Z” (Figura 3) que posteriormente são analisadas em laboratório. Uma vez com as análises realizadas, estes valores compõem o diagnóstico para elaboração dos mapas.

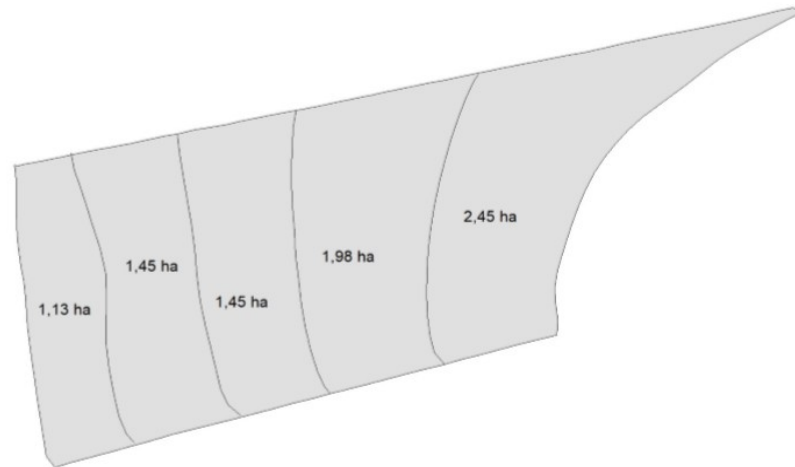
Figura 3 - Caminhamento para coleta de análises.



Fonte: Emater, 2019.

Na Figura 4 pode-se observar a definição da grade por células, a qual foi estabelecida a partir dos terraços no talhão 01 dos produtores realizado em julho de 2019.

Figura 4 – Amostragem em grade por células.



Fonte: Emater, 2019.

Após a coleta das amostras com o triciclo e análises laboratoriais, realizou-se o trabalho de processamento dos dados para elaboração dos mapas gerados no software.

As amostras analisadas em laboratório são interpretadas conforme os parâmetros apresentados na Tabela 5, em que posteriormente, utilizando o software de análise de solo, de acordo com os parâmetros técnicos já definidos, são gerados as correções necessárias para cada área avaliada.

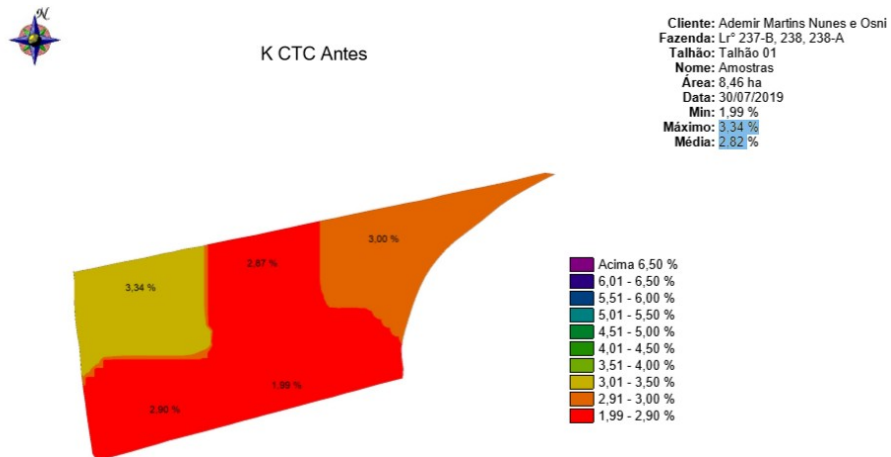
Tabela 5 - Parâmetros técnicos de correção da fertilidade dos solos utilizados no programa de Tupãssi, PR.

PARÂMETROS TÉCNICOS	
P (Fósforo)	12 mg dm ⁻³
K na CTC	3 a 4%
V%	70% a 75%
Ca na CTC	50 – 60%
Mg na CTC	10 – 15%
Ca/Mg.	3 a 5
Ca/K	12 a 17
Mg/K	2 a 5
(Ca + Mg)/ K	13 a 20
S (Enxofre)	5 a 10 mg dm ⁻³

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019

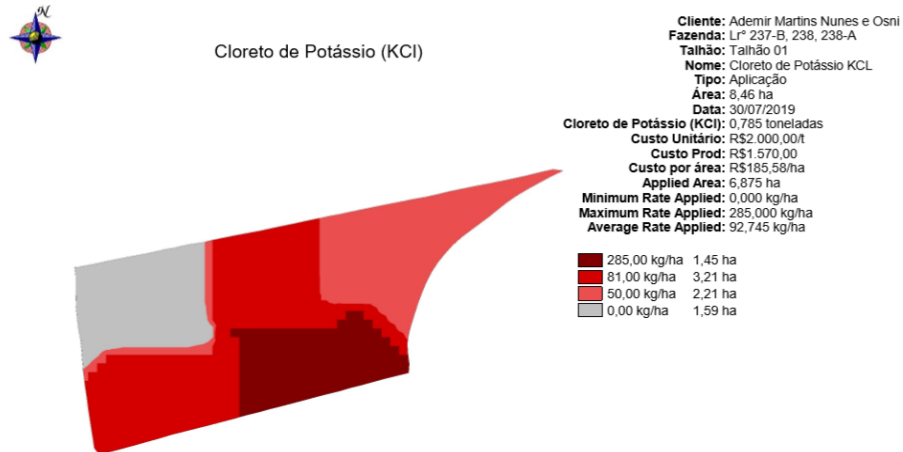
As Figuras 5, 6 e 7 representam exemplos dos mapas gerados a partir de dados coletados em uma propriedade rural modelo, respectivamente, mapa diagnóstico do elemento K, mapa de aplicação de KCl, e mapa diagnóstico do teor de alumínio no solo.

Figura 5 - Mapa de fertilidade do solo para o elemento Potássio (K).



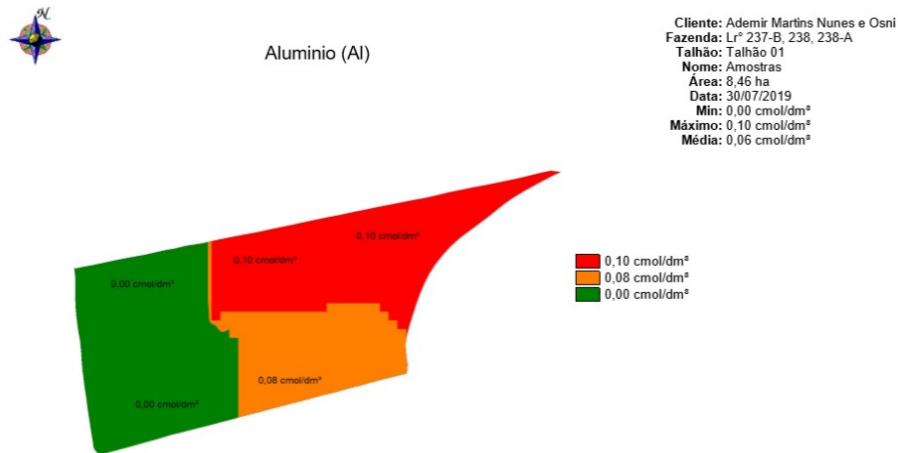
Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Figura 6 - Mapa de aplicação de Cloreto de Potássio (KCl).



Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Figura 7 - Mapa de teor de Alumínio (Al).



Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Após a confecção dos mapas de aplicação conforme a necessidade nutricional para as culturas que serão cultivadas são elaborados laudos técnicos considerando análises econômicas para as correções que foram realizadas no talhão 01 para adubação e manutenção conforme está representado na Tabela 2.

Desta forma, possibilitando aos produtores assistidos a melhor formulação com relação aos seus custos e economias, sendo assim, possível de obter uma maior rentabilidade.

Estes laudos posteriormente são entregues junto aos mapas de fertilidade e aplicações na forma de um projeto completo, chamado de “book”, para todos os produtores que participaram das atividades, os quais também receberam os serviços de aplicações em taxa variável.

Após as aplicações dos corretivos necessários nas propriedades dos agricultores assistidos pelo programa, inicia-se o processo de monitoramento da produtividade e dos resultados obtidos.

Dentro das atividades realizadas pela Emater de Tupãssi, a agricultura de precisão proporcionou um avanço interessante dentro do manejo de fertilidade do solo da região. Possibilitou que produtores tivessem acesso à tecnologia e conhecimentos sobre manejo ecológico do solo, entretanto, identificar oportunidades e fraquezas dentro do contexto atual do programa pode vir a contribuir com o planejamento das próximas ações a serem realizadas, tendo em vista que a Emater poderia contribuir ainda mais dentro do contexto agrícola que a região se encontra.

Desta forma, foi possível elaborar uma matriz FOFA (SWOT) (Figura 8) através das entrevistas realizadas com os técnicos identificando suas forças, oportunidades, fraquezas e ameaças. Neste contexto, segundo as informações adquiridas, existe uma incerteza quanto aos novos objetivos do IDR e quais rumos definir para realizar outras atividades que poderiam somar dentro de uma visão de manejo nas pequenas propriedades rurais de Tupãssi, principalmente devido a dificuldade do programa de adquirir novas ferramentas para tecnificar o trabalho. Desta forma, uma das grandes ameaças ao programa é ficar obsoleto perante ao mercado agrícola, não conseguindo acompanhar as inovações do mercado, perdendo espaço para novas tecnologias que poderiam facilitar as operações e/ou promover melhorias na atividade agrícola da região.

Figura 8 - Matriz FOFA (SWOT).

	Fatores Internos	Fatores Externos
Pontos Fortes	Forças (S) Confiança dos produtores; Subsídio parcial governamental; Equipe técnica qualificada;	Oportunidades (W) Utilizar outras ferramentas (NDVI, Drones); Produtores estão adeptos a novas tecnologias biológicas; Produtores estão adeptos a utilizar consórcio (milho/braquiária);
Pontos Fracos	Fraquezas (O) Dificuldade de investimento para expandir as ações; Necessidade de equipamentos mais tecnológicos para novas análises; Falta de políticas públicas para inovação;	Ameaças (T) Ficar obsoleto dentro do segmento agrícola; Manter o mesmo serviço por muito tempo sem inovar;

Fonte: Autor, 2021.

No entanto, outros fatores podem contribuir para o crescimento do programa como a utilização de ferramentas como índices de vegetação, que possibilitam a visualização das áreas através de imagens de satélites representando a variabilidade das culturas durante o desenvolvimento vegetativo. Outra oportunidade

para incrementar os serviços oferecidos pelo IDR - Tupãssi seria avançar para as soluções biológicas, principalmente devido ao avanço das tecnologias referentes ao restabelecimento das atividades microbianas como a exemplo do uso de micro-organismos benéficos ao solo.

A partir de 3 resultados de produtividade apresentados pelo IDR, em pequenas propriedades, foi possível construir as Tabelas 6, 7 e 8, dentro de uma linha do tempo (Marco zero, safra 2014/2015 e safra 2016/2017), safras que ocorreram após as correções realizadas, no entanto, estes resultados representam possíveis incrementos de produtividade devido a correção do solo, para confirmar tais melhorias, é necessário um estudo mais aprofundado, necessitando maior quantidade de dados para realizar a análise estatística.

Tabela 6 - Resultados de produtividade do programa IDR de Tupãssi, PR.

Cultura: Soja/Milho	Produtividade (sc/ha)		
	Marco Zero	Safra 15/16	Safra 16/17
Área: 4,72 ha			
Soja	58,00	70,25	80,50
Incremento		12,25	22,50
Milho Safrinha	82,64	128,00	123,00
Incremento		45,25	40,76
Cobertura com Aveia	Não	Sim	Sim

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Tabela 7 - Resultados de produtividade do programa Instituto Emater de Tupãssi, PR.

Cultura: Soja/Milho	Produtividade (sc/ha)		
	Marco Zero	Safra 15/16	Safra 16/17
Área: 13,79 ha			
Soja	57,8	59,95	78,12
Incremento		2,15	20,32
Milho Safrinha	74,38	98,47	111,88
Incremento		24,09	37,5
Cobertura com Aveia	Não	Sim	Sim

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Tabela 8 - Resultados de produtividade do programa Instituto Emater de Tupãssi, PR.

Cultura: Soja/Milho	Produtividade (sc/ha)		
	Marco Zero	Safra 15/16	Safra 16/17
Área: 6,78 ha			
Soja	54,54	73,55	77,68
Incremento		19,01	23,14
Milho Safrinha	95,04	111,57	115,70
Incremento		16,53	20,66
Cobertura com Aveia	Não	Sim	Sim

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Contudo, por meio dos dados de incremento de produtividade, foi possível realizar uma estimativa de retorno sobre o investimento ao município devido ao ganho de produtividade conforme Tabela 9.

Apesar de que na estimativa, os custos referentes ao suporte dos custos das análises de solo e das horas máquinas para realização das operações de aplicação dos insumos não foram considerados, no entanto, podemos observar que em apenas duas safras, os custos referentes à implantação das tecnologias básicas do programa de agricultura de precisão apresentaram a estimativa de payback de 3 anos, demonstrando o potencial de sustentabilidade econômica do programa de AP de Tupãssi.

Tabela 9 - Retorno Sobre Investimento do programa realizado pelo IDR de Tupãssi, PR.

Retorno Sobre Investimento (ROI) do Programa de AP de Tupãssi			
Investimento Total Equipamentos	Cultura: Soja	Valor da Saca 2015/2016	
R\$ 692.000,00	2015/2016	R\$	70,00
	Incremento médio da safra	Aumento da receita/ha	
	11,17 sacas/ha	R\$	781,90
	Propriedades 100	Estimativa de Incremento total	
		R\$	78.190,00
Investimento Total Equipamentos	Cultura: Milho	Valor da Saca 2015/2016	
R\$ 613.810,00	2015/2016	R\$	23,00
	Incremento médio da safra	Aumento da receita/ha	
	28,59 sacas/ha	R\$	657,57
	Propriedades 100	Estimativa de Incremento total	
		R\$	65.757,00
Investimento Total Equipamentos	Cultura: Soja	Valor da saca 2016/2017	
R\$ 548.053,00	Incremento médio da safra		
	2016/2017	R\$	70,00
	Incremento médio da safra	Aumento da receita/ha	
	21,93 sacas/ha	R\$	1.535,10
		Estimativa de Incremento total	

	Propriedades	200	R\$	307.020,00
<hr/>				
Investimento Total Equipamentos				
R\$				241.033,00
<hr/>				
	Cultura: Milho		Valor da saca 2016/2017	
	2016/2017		R\$	23,00
<hr/>				
	Incremento médio da safra		Aumento da receita/ha	
	34,47 sacas/ha		R\$	657,57
<hr/>				
	Propriedades	200	R\$	Estimativa de Incremento total 131.514,00
<hr/>				
Investimento Total Equipamentos				
R\$				109.519,00

Fonte: Autor,2021.

Na Equação 1 as somas dos valores de incremento de produtividade em reais compõem o campo de valores obtidos mais a estimativa da safra 2017/2018 conforme descrito na metodologia, menos o valor de investimento total realizado pelo programa de AP de Tupãssi, apresentados no Quadro 1.

Equação 1 - Calculo de ROI do programa de AP de Tupãssi.

$$ROI = \frac{(874.005 - 692.000)}{692.000} \times 100$$

$$ROI = 26,30 \%$$

Fonte: Autor,2021.

O resultado positivo de 26,30% de ROI apresenta uma perspectiva positiva sobre o desenvolvimento do trabalho realizado na região, devido ao fato de que a cada ano-safra os valores estimados em investimentos foram impactados pelas receitas de incremento de produtividade das áreas. É de elevada importância considerar estes dados como estimativas, devido ao fato do cálculo não considerar todas as variáveis que não foram contabilizadas durante o desenvolvimento dos

trabalhos, como o número de análises realizadas, os custos operacionais de óleo diesel, entre outros.

6 CONCLUSÕES

Existem técnicas para realizar agricultura de precisão em pequenas propriedades que possibilitam uma assertividade dos processos, muitas vezes podendo ser realizada por meio de equipamentos de baixo custo, como um *smartphone* com GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), demarcando as áreas em aplicativos gratuitos e gerar mapas de fertilidade do solo e correção em softwares livres, entretanto, estas ferramentas exigem um treinamento técnico específico e não dispensam a aplicação de parâmetros técnicos.

Desta maneira, qualquer agricultor ou técnico que faça uso da informação de maneira correta, pode obter os benefícios de trabalhar com aplicação de insumos em taxa variável, ou mesmo, em taxa fixa, realizando as regulagens dos equipamentos de distribuição dos insumos em células delimitadas.

O programa de AP do município de Tupãssi apresentou dados interessantes referentes ao incremento de produtividade nos campos onde foram realizados os mapeamentos e correções, além de uma perspectiva positiva do retorno sobre o investimento de tal modelo de protocolo de AP se propôs.

Este exemplo pode ser utilizado por outros municípios para que possam aplicar tecnologias semelhantes, proporcionando melhorias significativas no manejo de aplicações de insumos em pequenas propriedades e proporcionar desenvolvimento regional sustentável.

7 REFERÊNCIAS

- AGRIFORUM 2015: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2016. 456 p
- ASSUNÇÃO, G. V.; FORMAGGIO, A. R.; ALVES, A. R. **Mapa de aptidão agrícola das terras: uma abordagem usando o SGI e imagens de satélite**. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6, São José dos Campos, 1990. Anais. São José dos Campos:INPE, 1990. p.162-166
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L. **Using precision farming to overcome field-limiting factors in southern Brazil oxisols: a case study**. In: CLAY, D. E.; SHANAHAN, J. F. (Ed.). GIS applications in agriculture. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 31-60.
- BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B. de; LOURENZI, C. R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. **Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: Produtividade e características químicas do mosto da uva**. Ciência Rural, v. 37, n. 2, p. 389-393, mar./abr. 2007. 58 Calagem, adubação e contaminação em solos cultivados com videiras
- BASSOI, L. H. et al. **Agricultura de precisão e agricultura digital**. Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 20, p. 17-36, 2019.
- BRUNETTO, G.; BORGIGNON, C.; MATTIAS, J. L.; DEON, M.; MELO, G. W. B.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C. A. **Produção, composição da uva e teores de nitrogênio na folha e no pecíolo em videiras submetidas à adubação nitrogenada**. Ciência Rural, v. 38, n. 9, p. 2622-2625, July 2008.
- BALASTREIRE, L. A. **A Estado-da-Arte da Agricultura de Precisão no Brasil**. 1. ed. Piracicaba: L.A. Balastreire , 2000.. 224 p. v. 1.
- BRUNETTO, G.; MELO, G. W. B. de; KAMINSKI, J. **Critérios de predição da adubação e da calagem em frutíferas**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 24-29, 2011.

- BATISTA, I. F.; ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de nutrientes e produção de alface cultivada em ambiente protegido.** Irriga, v. 15, p. 401-413, 2010
- BONGIOVANNI, R. AND J. LOWENBERG-DEBOER. 2004. **“Precision Agriculture and Sustainability.”** Precision Agriculture 5: 359-387.
- CALIJURI, M. L. & RÖHM, S. A. 1995. **Sistemas de Informações Geográficas.** Viçosa. UFV. 1995.34p.
- CAON, D.; GENÚ, A. M. **Mapeamento de atributos químicos em diferentes densidades amostrais e influência na adubação e calagem.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 6, p. 629-639, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000600009>
- CAMPOS, A.S.P.F **Proposta de Qualificação ambiental da Quinta Castanheiro da Areia.2010.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) Universidade de Aveiro, Aveiro,2010.
- COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. **Impactos potenciais da agricultura de precisão sobre a economia brasileira.** Revista de Economia e Agronegócio, v. 10, n. 2, p. 177-204, 2013.
- DELGADO, J. A.; SHORT JR., N. M.; ROBERTS, D. P.; VANDENBERG, B. **Big data analysis for sustainable agriculture on a geospatial cloud framework.** Frontiers in Sustainable Food Systems, v. 3, article 54, 2019. Disponível em: . Acesso em: 9 nov. 2019
- FAGUNDES, Rosival. A “Matriz Swot” do Brasil. Disponível em www.administradores.com.br acesso em: 02/07/2011 às 11:27h
- FRASER, A. **Land grab/data grab: precision agriculture and its new horizons.** Journal of Peasant Studies, v. 46, n. 5, p. 893-912, 2018
- GOODCHILD, M. F. The **state of GIS for enviromental problem-solving.** In: GOODCHILD, M. F.; PARKS, B. O.; STEYAERT, L. T. (Ed.). Environmental modeling with GIS. New York:Oxford University Press, 1993. p.8-15.

HUETE, A. R. A **soil adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sensing of Environment, v.25, n.3, p.295-309, 1988.

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**, 2a ed. Piracicaba, POTAFOS. 177p. 1988.

INAMASSU, R.Y.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H. e BERNARDI, A.C.C. **Agricultura de Precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa - Instrumentação Agropecuária, 2011.

IBGE. **Censo Agropecuário**. 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006>. Acesso em 10 de novembro de 2016.

JAKOB, A. A. E. **A krigagem como método de análise de dados demográficos**. In: Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 13. Anais...Ouro Preto, 2002.

KREUZ, C. L.; SCHUCK, E.; SOUZA, A.; CUNHA, S. K. da. **Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio uva na região dos campos de palmas**. Alcance, v. 11, n. 2, p. 239-258, 2004.

LAGATU, H; MAUME, L. **Le diagsonitic foliaire de la pomme de terre**. Annual Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier, v. 22, p. 50-158, 1934a.

LAGATU, H; MAUME, L. **Recherches sur lê diagnostic foliaire**. Annual Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier, v. 22, p. 257-306, 1934b

LARK, R. M.; STAFFORD, J. v. **Classification as a first step in the interpretation of temporal and spatial variability of crop yield**. Annals of Applied Biology, v. 130, n. 1, p. 111-121, 1997.

MOREIRA, R. J. **Agricultura familiar: processos sociais e competitividade**. Rio de Janeiro: Mauad, UFRRJ/CPDA, 1999.

MELLO, L. M. R. P **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2017**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017, p. 2

MAKEPEACE, R. J. **Benefits and limitations of precision farming**, In: BRIGHTON CONFERENCE ON PESTS AND DISEASES, 1996, Brighton. Proceedings... 1996.p. 1235-1242. v. 3.

MATHERON, G. **Principles of geostatistics. Economic Geology**, Lancaster, v. 58, p. 1246-1266, 1963. MATHERON, G. **The theory of regionalized variables and its application**. Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathematique, n. 5, 1971

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico : conceitos, metodologia e práticas**. São Paulo: Atlas, 2007

PUERTA, S. DE. **Extensión Agraria e desarrollo rural**.- Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1996

RAGAGNIN, V. A.; SENA JUNIOR, D. G.; SILVEIRA NETO, A.N. **Recomendação de calagem a taxa variada sob diferentes intensidades de amostragem**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 14, p. 600-607, 2010.

SACHS, I. **Inclusão social pelo trabalho: desenvolvimento humano, trabalho decente e o futuro dos empreendedores de pequeno porte**. Rio de Janeiro: Garamond, 2003.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SILVA, J. X. **O QUE É GEOPROCESSAMENTO?** 2001. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeorprocessamento.pdf>> aceso em: 26 de março. 2019

VIANA, L.; TOMAZ, D.; MARTINS, R.; ROSAS, J.; SANTOS, F. F.; PORTES, M. **Optical sensors for precision agriculture: an outlook**. Journal of Experimental Agriculture International, v. 35, n. 2, p. 1-9, 2019

WATSUSHITA, M. S; ROCHA, e NASCIMENTO, F A. F. **Curso QGIS – versão 2.14 “Essen”**. Instituto EMATER, Curitiba, 2017.

YUAN, F., SAWAYA, K. E., LOEFFELHOLZ, B., BAUER, M. E. **Classificação de cobertura do solo e análise de mudança de Twin Cities (Minnesota) área Metropolitana de sensoriamento remoto Landsat multitemporal**. Rem. Sen. Envi. v.98, p.317-328, 2005

ANEXO A - LEI N.º 1533/2013



Prefeitura Municipal de Tupãssi

ESTADO DO PARANÁ

Praça Santos Dumont, s/nº - Fone (044) 3544 8000 - Fax: 3544 8014 CEP 85945-000

LEI N.º 1.533/2013

Dispõe sobre abertura de Crédito Adicional Suplementar, dando outras providências.

O povo do Município de Tupãssi, por meio de seus representantes na Câmara Municipal, aprovou e o Prefeito Municipal sanciona a seguinte Lei:

Art. 1º - Fica o Executivo Municipal autorizado a abrir no orçamento programa do Município de Tupãssi, para o exercício 2013, **crédito adicional suplementar no valor de R\$ 441.790,60** (quatrocentos e quarenta e um mil, setecentos e noventa reais e sessenta centavos), para inclusão das seguintes naturezas de despesas/Fonte de recurso:

04 – DEPTO DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE		
01 – GABINETE DO DIRETOR		
206060005.1.041000	Aquisição de Equipamentos e Material Permanente para Agricultura e Meio Ambiente	
4.4.90.52.00.0000	Equipamentos e Material Permanente	R\$ 431.800,60
10010 1005 03 99 01 01	Convênio Agricultura de Precisão	
226620005.1.006000	Fomentar Programa de Apoio e Incentivo Aos Agricultores do Município e a Agroindustrialização	
3.3.90.30.00.0000	Material de Consumo	
10010 1005 03 99 01 01	Convênio Agricultura de Precisão	R\$ 9.990,00
Total da Inclusão.....		RS 441.790,60

Art. 2º - Para cobertura do crédito autorizado no artigo anterior, na forma do disposto no artigo 43 da Lei 4320/64, é indicado recurso o repasse através do convênio nº 01/2013 – 11.765.086-3, com a SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, **fonte recurso 10010**, no valor de R\$ 441.790,60 (quatrocentos e quarenta e um mil, setecentos e noventa reais e sessenta centavos).

Art. 3º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

MUNICÍPIO DE TUPÃSSI, Estado do Paraná, aos 04 dias do mês de julho de 2013.

Jose Carlos Mariussi
Prefeito Municipal

ANEXO B - Recomendações agronômicas conforme a necessidade nutricional.

RECOMENDAÇÕES

NOME :

ENDEREÇO : Lavourinha

Denominação propriedade: Lr° 237-B, 238, 238-A

Município: Tupãssi – PR

Área amostrada: **8,47 Há 3,50 alq**

RECOMENDAÇÃO CALCÁRIO DOLOMÍTICO

Sem necessidade de correção com Calcário Dolomítico

RECOMENDAÇÃO CALCÁRIO CALCÍTICO

Produto:	Calcário Calcítico			
Área total para aplicação:	8,46	ha	3,50	Alq
Dose Mínima:	500,00	kg/ha	1.210,00	kg/alq
Dose Máxima:	2.150,00	kg/ha	5.203,00	kg/alq
Dose Média:	1.507,74	kg/ha		kg/alq
Quantidade para sobreposição de faixas:	1.222,93	kg	1.222,93	Kg
Total Calcário Calcítico:	13,98	Ton	13,98	Ton

RECOMENDAÇÃO FOSFÓRO

Sem necessidade de correção com Fosfóro

RECOMENDAÇÃO POTÁSSIO

Produto:		Cloreto potássio		
Área total para aplicação:	6,87	ha	2,84	alq
Dose Mínima:	50,00	kg/ha	121,00	kg/alq
Dose Máxima:	285,00	kg/ha	689,70	kg/alq
Dose Média:	114,08	kg/ha	276,08	kg/alq
Quantidade para sobreposição de faixas:	77,40	kg	77,40	kg
Quantidade total de corretivo:	0,861	Ton	0,86	Ton

RECOMENDAÇÃO GESSO AGRÍCOLA

Sem necessidade de correção com Gesso Agrícola

Técnico Resp.
CREA :

Enio Antonio Bragagnolo
PR-15.796 / D

Tupãssi: 19/01/2020

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019.

Anexo D – Laudo Técnico de Análise Econômica para Adubação de Manutenção



NOME : **Ademir Martins Nunes e Osni Martins Nunes Filho**
 ENDEREÇO : Lavourinha
 Denominação propriedade: Lrⁿ 237-B, 238, 238-A
 Município: Tupãssi - PR
 Área amostrada: **8,47 ha 3,50 alq**

Análise Econômica para Adubação de Manutenção

Cultura: **SOJA**
Produtividade esperada: 4.200 kg/ha 70 sc/ha 10.164 Kg/alq 170 sc/alq

Fórmulas	Adubação base					Cobertura com Potássio (K)						Custo Total		Custo para
	Formulado				sc para esta propriedade	Cloreto de Potássio					Excesso na base	R\$/ha	R\$/alq	esta propriedade
	Kg/ha	sc/ha	Kg/alq	sc/alq		Kg/ha	sc/ha	Kg/alq	sc/alq	sc para esta propriedade				
00 - 40 - 00	210,00	4,20	508,20	10,16	35,57	140,00	2,80	338,80	6,78	23,72	-	488,57	1.182,34	4.138,19
02 - 28 - 20	300,00	6,00	726,00	14,52	50,82	40,00	0,80	96,80	1,94	6,78	-	494,18	1.195,92	4.185,70
04 - 30 - 10	280,00	5,60	677,60	13,55	47,43	93,00	1,86	225,06	4,50	15,75	-	518,52	1.254,82	4.391,86
02 - 20 - 18	420,00	8,40	1.016,40	20,33	71,15	14,00	0,28	33,88	0,68	2,37	-	553,21	1.338,77	4.685,69
01 - 31 - 17	271,00	5,42	655,82	13,12	45,91	63,00	1,26	152,46	3,05	10,67	-	565,77	1.369,16	4.792,07
02 - 23 - 23	365,00	7,30	883,30	17,67	61,83	-	-	-	-	-	K	520,73	1.260,17	4.410,58
02 - 18 - 18	467,00	9,34	1.130,14	22,60	79,11	-	-	-	-	-	K	577,73	1.398,11	4.893,37

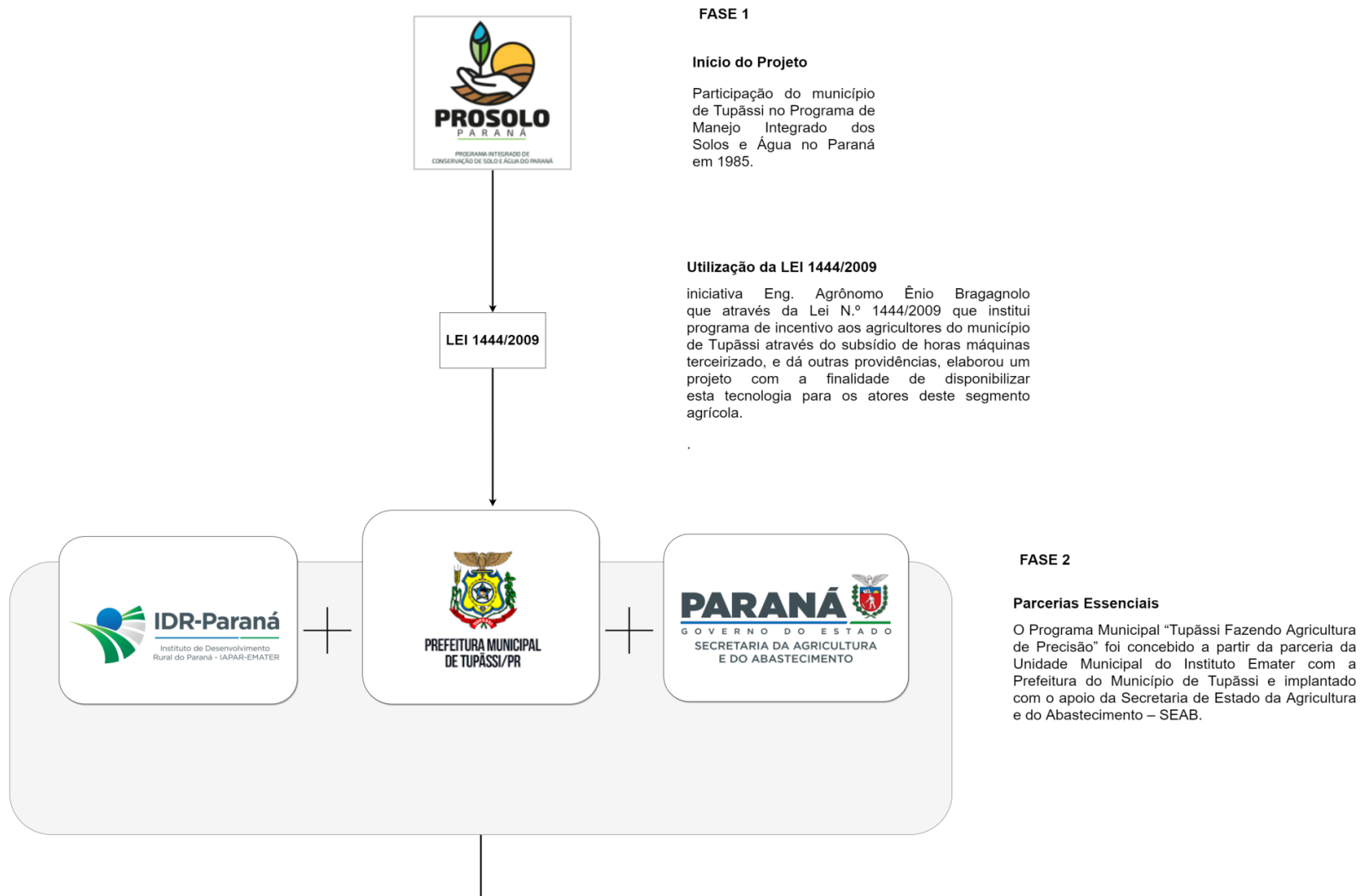
Técnico Resp.
CREA :

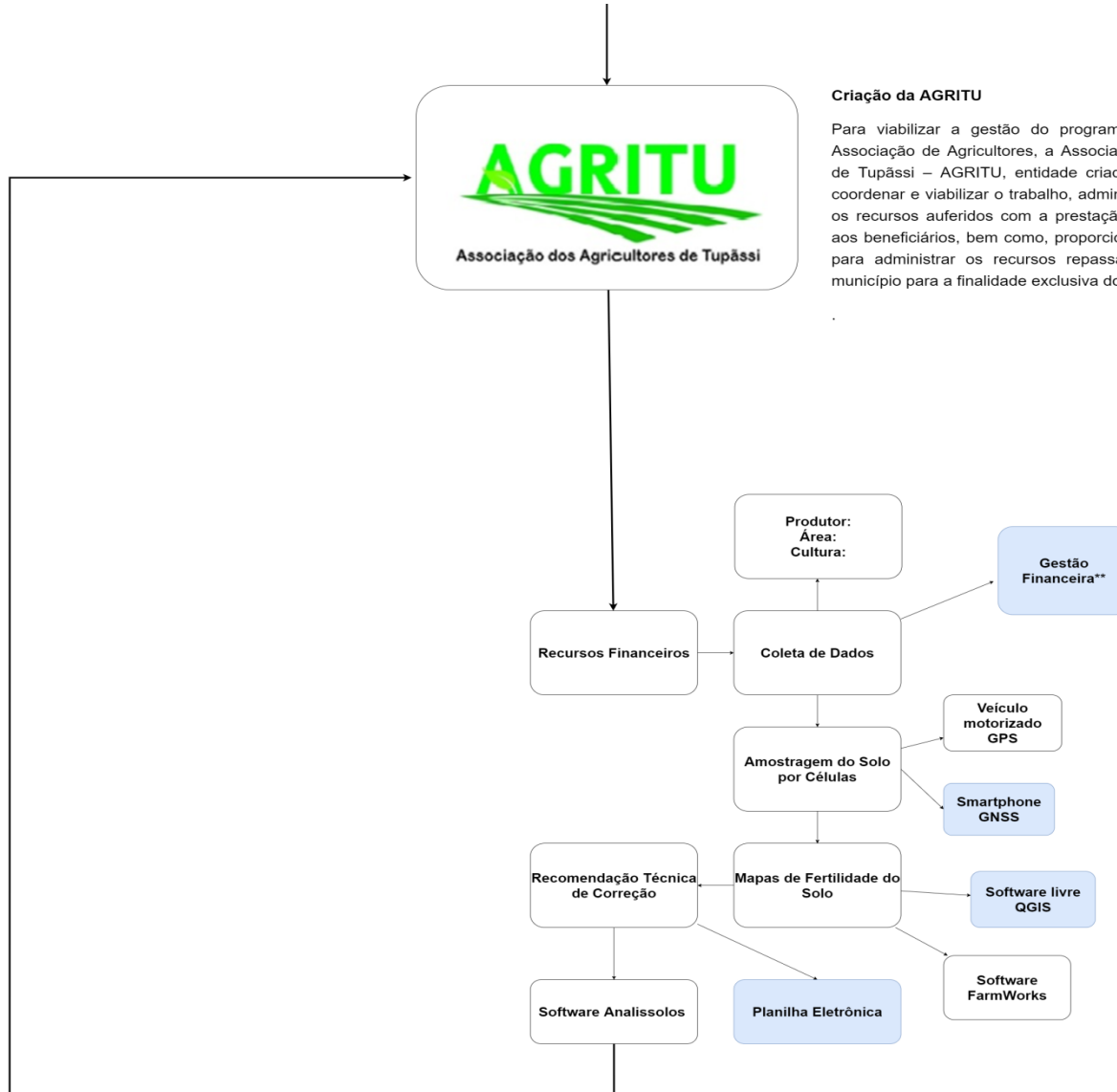
Enio Antonio Bragagnolo
PR-15.796 / D

Tupãssi, 30/07/2019

Fonte: Emater – Tupãssi, 2019

ANEXO E. Protocolo de agricultura de precisão para pequenas propriedades. Fonte: Autor,2021.





Criação da AGRITU

Para viabilizar a gestão do programa foi formada uma Associação de Agricultores, a Associação dos Agricultores de Tupãssi – AGRITU, entidade criada com a função de coordenar e viabilizar o trabalho, administrando e aplicando os recursos auferidos com a prestação dos serviços junto aos beneficiários, bem como, proporcionar o respaldo legal para administrar os recursos repassados pelo estado e município para a finalidade exclusiva do programa.

FASE 3

Manejo da fertilidade das áreas através da AP.

Os agricultores receberam o apoio na contratação dos serviços da Associação Municipal de Agricultura de Precisão para a realização de amostragens georreferenciadas da fertilidade dos solos em grade e elaboração dos mapas de correção e adubação, via taxa variável de aplicação basicamente de calcário, potássio, fósforo, gesso, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco.

Para execução do trabalho foi necessário à criação de uma Associação de Agricultura de Precisão em que a Emater junto a parceiros da iniciativa privada, em que os beneficiários priorizados deste programa foram os agricultores menores, até 12 hectares, os quais foram atendidos pela assistência técnica da Emater, sendo que, os outros foram atendidos por firmas parcerias.

Para realização dos trabalhos de mapeamento e aplicação da adubação foram utilizadas as linhas de crédito do Pronaf para custear as operações e aquisição dos insumos.

O projeto também apresentou uma tabela de custos previstos para realização dos trabalhos e recursos necessários para elaboração dos mapas de fertilidade e adubação em taxa variável

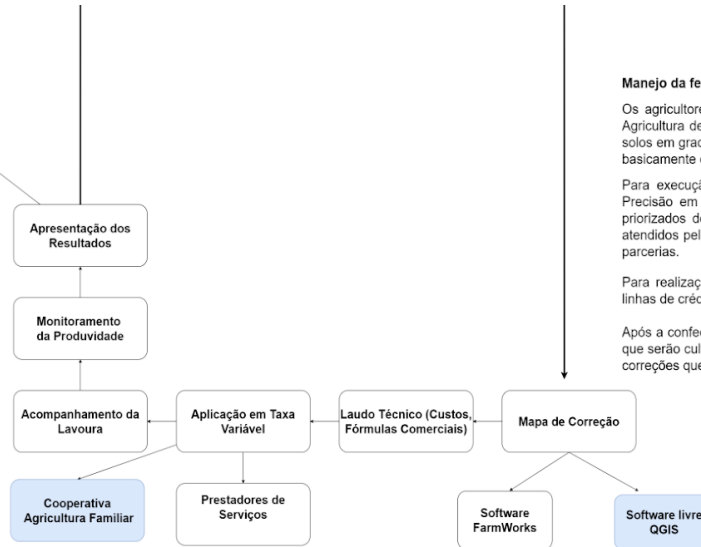
FASE 5

Laudos e Monitoramentos.

Estes laudos posteriormente são entregues junto aos mapas de fertilidade e aplicações na forma de um projeto completo, chamado de "book", para todos os produtores que participaram das atividades, os quais também receberam os serviços de aplicações em taxa variável.

Após as aplicações dos corretivos necessários nas propriedades dos agricultores assistidos pelo programa, inicia-se o processo de monitoramento da produtividade e dos resultados obtidos.

Estimativa do Retorno Sob Investimento do Município



FASE 4

Manejo da fertilidade das áreas através da AP.

Os agricultores receberam o apoio na contratação dos serviços da Associação Municipal de Agricultura de Precisão para a realização de amostragens georreferenciadas da fertilidade dos solos em grade e elaboração dos mapas de correção e adubação, via taxa variável de aplicação basicamente de calcário, potássio, fósforo, gesso, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco.

Para execução do trabalho foi necessário à criação de uma Associação de Agricultura de Precisão em que a Emater junto a parceiros da iniciativa privada, em que os beneficiários priorizados deste programa foram os agricultores menores, até 12 hectares, os quais foram atendidos pela assistência técnica da Emater, sendo que, os outros foram atendidos por firmas parceiras.

Para realização dos trabalhos de mapeamento e aplicação da adubação foram utilizadas as linhas de crédito do Pronaf para custear as operações e aquisição dos insumos.

Após a confecção dos mapas de aplicação conforme a necessidade nutricional para as culturas que serão cultivadas são elaborados laudos técnicos considerando análises econômicas para as correções que foram realizadas para adubação e manutenção.