

ALVARO MARI JUNIOR

**DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL AGROENERGÉTICO NA
REGIÃO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO,
UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO**

CASCABEL
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2014

ALVARO MARI JUNIOR

**DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL AGROENERGÉTICO NA
REGIÃO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO,
UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo

CASCVEL
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO - 2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Ficha catalográfica elaborada por Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

M285d Mari Junior, Alvaro
Determinação do potencial agroenergético na região da bacia do São Francisco Verdadeiro, utilizando ferramentas de geoprocessamento. / Alvaro Mari Junior — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2014.
44 p.

Orientador: Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Energia na Agricultura, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.
Bibliografia.

1. Geoprocessamento. 2. Energia. 3. Uso e ocupação. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 333.7938

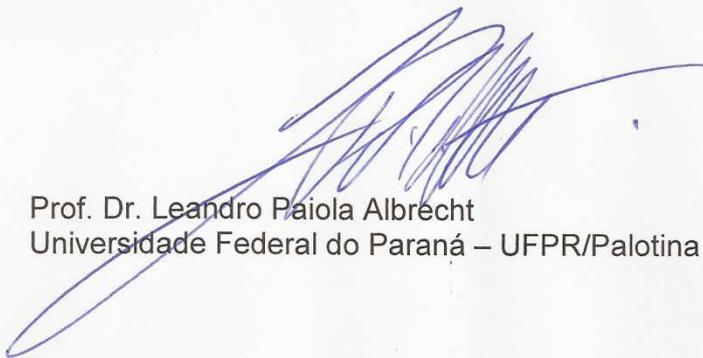
ALVARO MARI JUNIOR

“Determinação do potencial agroenergético na região da bacia do São Francisco Verdadeiro, utilizando ferramenta de geoprocessamento”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, **aprovada** pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador:  Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel

 Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel

 Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht
Universidade Federal do Paraná – UFPR/Palotina

Cascavel, 17 de fevereiro de 2014.

“Dedico aos meus pais Alvaro e Mari que me auxiliaram em todas as etapas de minha vida até o presente momento.”

AGRADECIMENTOS

A meus pais, que sempre me incentivaram a estudar, e por consequência, chegar até aqui.

Ao meu colega de mestrado, e irmão, Angelo, que sempre me auxiliou nas atividades de várias disciplinas, e me fez companhia dividindo habitação comigo.

Ao Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo, por ser um ótimo amigo e um excelente orientador.

A minha companheira, Ana Claudia, por estar suportando e entendendo todos os problemas que enfrento.

Aos amigos Carlos Fornasari (Carlone), Juliana Frigo (Jú), e todos os outros colegas que dividiram sala no mestrado.

A CAPES por conceder bolsa durante todo o período da pós-graduação.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Energia na Agricultura, por serem excelentes professores, e repassarem dezenas de conhecimentos diferentes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Participação das fontes renováveis na matriz energética.....	4
Figura 2. Localização da bacia do rio São Francisco Verdadeiro no Oeste do Paraná.....	14
Figura 3. Comparação entre dados com e sem georreferencia.....	16
Figura 4. Pontos de controle definidos.....	17
Figura 5. Resultado do processo de georreferenciamento.....	18
Figura 6. Carta de precipitação após vetorizada.....	19
Figura 7. Uso e ocupação do solo da bacia do rio São Francisco Verdadeiro.....	20
Figura 8. Carta de aptidão da Soja na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	21
Figura 9. Carta de aptidão da canola na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro...	23
Figura 10. Carta de aptidão do girassol na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	24
Figura 11. Carta de aptidão do algodão (ciclo curto) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	25
Figura 12. Carta de aptidão do algodão (ciclo médio) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Participação do consumo de diferentes fontes no Brasil e Mundo.....	3
Tabela 2: Produção de oleaginosas no mundo.....	5
Tabela 3: Produtividade média e rendimento médio para produção de óleo vegetal das plantas estudadas.....	9
Tabela 4: Informações climáticas e sazonais para cultivo das plantas estudadas.....	9
Tabela 5: Aptidão da soja na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	22
Tabela 6: Aptidão da canola na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	23
Tabela 7: Aptidão do girassol na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	24
Tabela 8: Aptidão do algodão (ciclo curto) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	26
Tabela 9: Aptidão do algodão (ciclo médio) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	27
Tabela 10: Potencial de produção de óleo vegetal na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	28

RESUMO

MARI JUNIOR, Alvaro MSc., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro, 2014. **Determinação do potencial agroenergético na região da bacia do São Francisco Verdadeiro, utilizando ferramentas de geoprocessamento.** Orientador Dr. Elisandro Pires Frigo

O crescimento populacional global aliado aos avanços tecnológicos faz com que haja uma crescente demanda energética, que resulta na busca por fontes para suprir tal necessidade. Na busca de formas menos impactantes de obtenção de energia, as fontes renováveis começam a tomar espaço nas linhas de pesquisa referentes à geração desse importante insumo, e dentre tais fontes de energia, encontra-se o óleo vegetal, que pode ser extraído de plantas oleaginosas. Porém, ao tentar visualizar o potencial energético desse tipo de energia; surge a limitação referente à área para cultivo, como ferramenta de auxílio para elaboração de planos de semeadura desse tipo de plantas, o geoprocessamento torna-se viável por permitir uma análise de diversas características físicas e climáticas, sendo possível elaboração de análises rápidas e de baixo custo, no trabalho elaborado utilizou-se uma nova metodologia embasada no sistema de informações geográficas, e com ela constatou-se um potencial de até 137.436 toneladas de óleo vegetal utilizando o cultivo de canola, que foi o cultivo que na região estudada apresentou melhor adaptabilidade, os demais cultivos apresentaram menores potenciais, sendo encontrado respectivamente o potencial máximo de produção de óleo vegetal nos valores de 1.304, 9.974 e 55.464 toneladas para os cultivos de Girassol, Algodão e Soja respectivamente. A metodologia apresentou baixo custo para a obtenção dos resultados, porém a mesma apresentou uma deficiência ao não conseguir definir com exatidão o regime hídrico regional, necessitando assim estudos futuros visando aprimoramento da mesma.

Palavras-Chave: Geoprocessamento; Energia; Uso e Ocupação do Solo.

ABSTRACT

MARI JUNIOR, Alvaro MSc, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, February, 2014.
Agroenergetic Potential determination for at the São Francisco Verdadeiro watershed, using geoprocess tools. Adviser Dr. Elisandro Pires Frigo

The overall population growth coupled with technological advances means that there is a growing demand for energy, which results in the search for sources to meet this need . To seek less impactful ways of obtaining energy , the renewable ones began to take space in the research lines related to the generation of this important input , and among such energy sources is vegetable oil that can be extracted from oilseeds . However , when trying to view the energy potential of wind energy , the limitations on the area for cultivation , as tool to aid preparation of planting plans of such plants arises geoprocessing becomes feasible to allow an analysis of various physical characteristics and climate , the elaborate work used a new methodology grounded in geoprocessing , and it found a potential of up to 137,436 tonnes of vegetable oil using canola crop that was growing in that region studied showed better adaptability , the other crops had lower potential , respectively and found the maximum potential production of vegetable oil in the values of 1,304 , 9,974 and 55,464 tonnes for the cultivation of Sunflower, Soybean and Cotton respectively. The methodology presented costs for obtaining the results , however it presented a disability by failing to accurately define the regional water system , thus necessitating future studies aimed at improving the same.

Keywords: Geoprocessing; Energy; Soil Use and Occupation.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Energia.....	3
2.2 Cultivo energético	4
2.2.1 Especificidades de diferentes plantas energéticas	5
2.2.1.a. Soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	5
2.2.1.b. Canola (<i>Brassica napus</i>).....	6
2.2.1.c. Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	7
2.2.1.d. Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	8
2.2.2. Compendio das características das plantas	9
2.3 Óleo Vegetal	10
2.4 Biodiesel	10
2.5 Sistemas de Informação Geográfica	12
2.6 Mapas	12
2.7 Cartas	13
2.7.1 Cartas de Temperatura.....	13
2.7.2 Cartas de Precipitação	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Descrição da área de estudo.....	15
3.2 Metodologia.....	16
3.2.1 Obtenção de dados.....	16
3.2.2 Georreferenciamento das cartas.....	16
3.2.3 Vetorização das cartas	19
3.2.4 Análise dos dados	20
3.2.5 Cálculo de Potencial de Óleo Vegetal	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1 Aptidões dos cultivos	22
4.1.1 Aptidões agrícolas da soja na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	22
4.1.2 Aptidões agrícolas da canola na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.....	23
4.1.3 Aptidões agrícolas do girassol na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro	24
4.1.4 Aptidões agrícolas do algodão na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro	26
4.2 Potenciais de produção de óleo dos cultivos	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A energia é fundamental para a sobrevivência de todas as espécies, para o homem existe ainda a demanda por diferentes fontes energéticas para a operação de suas várias tecnologias, isso faz com que o ser humano necessite de uma quantidade adicional de energia para seu dia a dia, pois além das necessidades comuns aos demais animais, o homem também utiliza fontes energéticas para manter ou melhorar o padrão de vida que o mesmo mantém.

Seguindo nesta lógica nota-se que o constante crescimento populacional verificado na população nas últimas décadas, causa não só um incremento proporcional na demanda por alimento, mas também na demanda por energia, já que geração após geração os padrões de vida melhores são sempre procurados. Os avanços tecnológicos e a facilidade na obtenção de tecnologia pela população agravam ainda mais este quadro, fazendo com que haja uma ascensão na pressão sobre o meio ambiente, o que em longo prazo torna-se insustentável, sendo necessária a obtenção de novas fontes energéticas e aprimoramento das já existentes.

No Brasil as fontes renováveis já possuem certo grau de importância, já que a energia hidrelétrica é, atualmente, o tipo de energia mais produzida no país de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica.

Outro tipo de energia muito utilizada é a oriunda do petróleo, porém a queima de combustíveis fósseis gera uma grande quantidade de gases, que irão prejudicar a atmosfera, e agravar nos efeitos do aquecimento global. Procurando ainda outras fontes, que acarretassem em menores danos ao meio, vários pesquisadores nos últimos anos procuraram formas alternativas de geração. Intensificaram-se então estudos voltados aos combustíveis alternativos e às diferentes fontes renováveis.

A energia solar e eólica sofreram grandes avanços nos campos da pesquisa, mas ainda procura-se uma forma de reduzir os custos de geração a partir dessas fontes, já que ambas utilizam-se de tecnologias de alto custo. O biogás, principalmente em áreas rurais, já exerce parcialmente o papel de substituto de algumas fontes de energia, sendo muitas vezes utilizado na produção de energia térmica, elétrica ou como combustível para veículos, além de ser constante alvo de pesquisas na busca de maneiras para convertê-lo em hidrogênio, uma poderosa fonte de energia.

Procurando uma forma de produzir energia com custos mais baixos que as atuais tecnologias eólica e solares, foi notado, que algumas plantas devido a sua característica de alto teor de óleo, motivo pelo qual são denominadas oleaginosas, poderiam ter este óleo

extraído, dando origem ao óleo vegetal e este por sua vez poderia entrar como insumo na produção de biodiesel, uma fonte energética que poderia entrar nos ciclos produtivos substituindo parcialmente os combustíveis fósseis, causando menor impacto ao ambiente.

Cada fonte de energia possui características favoráveis para sua obtenção, bem como fatores limitantes, no caso do biodiesel, os maiores problemas são a área de cultivo necessário com plantas oleaginosas bem como o fim não alimentício que o cultivo possuirá, já que para obter um maior volume desse combustível, grandes cultivos devem ser implantados.

Uma interessante forma de analisar antecipadamente o tamanho das áreas necessárias para obtenção da quantidade de energia necessária é o geoprocessamento, uma ferramenta que é capaz de verificar através de imagens de satélite, e outros tipos de dados, com a ajuda de alguns softwares e de um computador, as diversas características que uma área possui, sendo possível verificar características morfométricas de uma bacia hidrográfica, bem como, com o banco de dado adequado, sua precipitação e temperatura média, entre outras utilizações.

Esta pesquisa se justifica na necessidade de reduzir o risco na implantação de cultivos energéticos. Esta metodologia consiste em uma análise preliminar de baixo custo embasada principalmente em referências sobre as peculiaridades dos diferentes cultivos energéticos e sua relação com o meio físico de uma bacia hidrográfica, sendo assim, uma metodologia com bom custo benefício.

No objetivo de definir quais as melhores áreas disponíveis para tal semente, essa dissertação visa elaborar uma metodologia para definição do potencial energético de biodiesel regional através da utilização, principalmente, de ferramentas de geoprocessamento, para assim poder afirmar com precisão se as características físicas e de ocupação da bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro, são propícias para o cultivo energético, e caso sejam, definir quais as plantas que em cada região devem ser cultivadas para ter o maior volume possível de óleo para produzir biodiesel.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Energia

Em um de seus trabalhos, Goldenberg (2000) citou a energia como sendo um dos essenciais insumos para o crescimento, e afirmou ainda que o aumento do consumo de energia no Brasil no início do século veio crescendo em uma taxa de aproximadamente 2,2% ao ano. Esta demanda invariavelmente ocasionará a exaustão das reservas de combustíveis fósseis. O autor afirma ainda que tal crescimento resulta em agravos aos atuais problemas ambientais.

Atualmente a maior parte da energia produzida e consumida é oriunda de fontes fósseis, o que tem como consequência a emissão de poluentes, que podem ser atmosféricos acarretando em agravamento do efeito estufa. Alguns autores apontam como alternativa a utilização de fontes renováveis, principalmente pelo fato de o Brasil possuir condições favoráveis em relação à de outros países. A Tabela 1 foi adaptada dos mesmos autores, e ilustra o cenário em 2003 perante a contribuição de diferentes fontes de energia em relação ao seu consumo no Brasil e no mundo (GOLDEMBERG E LUCON, 2007).

Tabela 1: Participação do consumo de diferentes fontes no Brasil e Mundo

Energia Primária				Brasil	Mundo
Total, bilhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo				0,193	10,7
Participação das fontes (%)	Não renováveis	Fósseis	Petróleo	43,6	35,3
			Gás Natural	6,6	20,9
			Carvão	6,8	24,1
		Nuclear		1,8	6,4
	Subtotal			58,7	86,6
	Renováveis	Tradicionais	Biomassa	19,0	9,4
		Convencionais	Hidráulica	15,3	2,1
		Modernas	Biomassa	6,9	1,2
			Outras (solar, eólica, etc.)	Menos de 0,1	1,7
	Subtotal			41,3	14,4

Fonte: Adaptado de Gondeberg e Lucon (2007)

Em um de seus materiais, denominado “Balanço energético Nacional- 2012”, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, afirma que no ano de 2011, um cenário mais atualizado, a matriz energética do Brasil teve uma participação bastante elevada por parte das fontes renováveis, inclusive ficando entre os países com maior participação desse tipo de

energia em sua matriz no mundo, porém houve uma redução dessa quantidade entre os anos de 2010 e 2011, pois a oferta do etanol foi reduzida no país, ambas as afirmações podem ser verificadas na Figura 1.

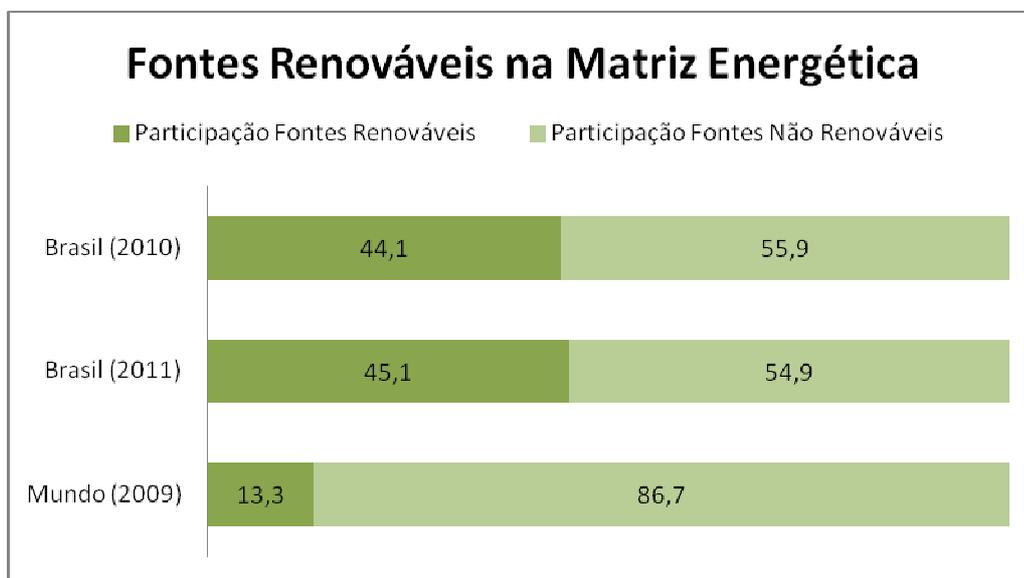


Figura 1: Participação das fontes renováveis na matriz energética
Fonte: Adaptado da EPE (2012)

Esta mesma empresa afirma ainda que em 2012, a matriz de energia elétrica possuiu aproximadamente 88% da mesma composta por fontes renováveis, e associa ainda isso ao fato das condições hidrológicas no Brasil serem favoráveis para implantação de usinas hidrelétricas e com o aumento da geração eólica no país.

Ainda no âmbito de fontes renováveis, de acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME, 2013) a quantidade de óleo diesel consumido aumentou em seis por cento entre os anos de 2011 e 2012, este valor conta com o consumo de biodiesel.

No contexto de biodiesel, os autores Silva e Freitas (2008) definem o mesmo como sendo um combustível biodegradável oriundo de fontes renováveis, sendo assim, uma fonte válida de energia.

O biodiesel pode ser obtido a partir do óleo vegetal que pode ser extraído principalmente de culturas oleaginosas.

2.2 Cultivo energético

Segundo Bilich e Dasilva (2006), o biodiesel pode ser extraído da baga de mamona, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, semente de canola, semente de maracujá, polpa de abacate, semente de linhaça, entre outras plantas.

Scholz et al. (2010) afirmam que os cultivos energéticos podem ser divididos em 3 distintas categorias, sendo elas, plantas oleaginosas, plantas ricas em celulose e cultivos ricos em açúcares. Da mesma forma a utilização desta energia também pode ser diferenciada em: biocombustíveis líquidos, sólidos e gasosos.

2.2.1 Especificidades de diferentes plantas energéticas

Dentre as diversas fontes vegetais utilizadas para a produção de biodiesel, as pesquisas com esse enfoque, foram voltadas principalmente à soja, a colza e o girassol (PINTO et al. 2005).

A Tabela 2 apresenta algumas informações da United States Department of Agriculture (2013) sobre a produção mundial de plantas oleaginosas ao nos últimos anos.

Tabela 2: Produção de oleaginosas no mundo

Produto	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Milhões de toneladas					
Copra	5,88	5,88	6,02	5,54	5,66
Caroço de Algodão	41,08	38,91	43,56	46,62	44,97
Palmiste	11,75	12,22	12,55	13,31	14,15
Amendoim	35,07	33,74	36,00	35,34	37,20
Colza	57,81	60,96	60,55	61,00	60,63
Soja	211,64	260,25	263,59	238,73	268,00
Girassol	33,48	32,18	33,46	40,30	36,20
Total	396,70	444,13	455,72	440,83	466,80

Fonte: USDA, Foreign Agricultural Service, Oilseeds: World Markets and Trade.

2.2.1.a. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill)

Dalchiavon et al. (2011) afirmam que a soja, desde sua implantação no Brasil, se tornou um *commodity* importante na balança comercial do país. Os autores em outro estudo em Latossolo Vermelho apontou que a produtividade média da soja nesse tipo de solo é de aproximadamente 4.640 kg ha^{-1} .

A produção nacional na safra de 2008/2009 foi de aproximadamente 57 milhões de toneladas. (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2009).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (2010), o Brasil esteve em segundo lugar no ranking mundial de produção de soja na safra de 2009/2010, e teve no país uma área de aproximadamente 23 milhões de hectares ocupada pela planta. A mesma empresa afirmou que a produtividade média do grão nesta safra foi de 2941 Kg.ha $^{-1}$, além de apontar o uso crescente da planta como alternativa de combustível e o fato de varias empresas atualmente estudarem tal finalidade.

Em uma cartilha sobre as cultivares de soja, a EMBRAPA pontua que para a região que compreende o Paraná, a semeadura ocorre entre os meses de Outubro e Novembro com grupo de maturação de 114 a 128 dias nas condições altimétricas da região de estudo, visualizando pela variedade Embrapa 48.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA (2005), a soja possui potencial para produção de 0,2 a 0,4 toneladas de óleo por hectare plantado. Suarez et al.(2009), apresenta em forma de tabela as informações referentes à conversão de sementes em biodiesel, e mostra que para a soja, um hectare plantado pode ser convertido em 446 litros de biodiesel.

A EMBRAPA pontua que para a produtividade máxima da planta, a temperatura da região deve oscilar entre 20 e 30 graus Celsius, e o total precipitado na mesma região deve ser de na faixa entre 450 e 800 milímetros.

2.2.1.b. Canola (*Brassica napus*)

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2010), a canola é a terceira oleaginosa mais cultivada no mundo, a chegada desta planta no Brasil ocorreu na década de 70, e chegou ao país vinda do México, país responsável pelo melhoramento da Colza, ação a qual deu origem à canola. A CONAB afirma ainda que a oleaginosa ganhou notoriedade nas safras de 2009 e 2010.

Algumas das características que esta companhia citou sobre a planta e podem ser destacadas é o seu teor de óleo, que é de 38 a 40%, seu ciclo que é de 100 a 130 dias, e sua produtividade média, que é de 1800 Kg.ha⁻¹, no Brasil.

Em um levantamento de diversas plantas energéticas, Scholz et al.(2010) aponta que a faixa de temperatura para a canola ocorre entre 6 e 40 graus Celsius, e o regime ideal de precipitação está entre 400 e 1500 milímetros.

Porém o Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR (2006) apontou a temperatura de tolerância desta planta de 5 a 30 graus Celsius, e apontando a temperatura ideal como o intervalo entre 20 e 22 graus Celsius.

De acordo com o MAPA (2005), a Canola possui um rendimento de 0,5 a 0,9 toneladas de óleo por Hectare plantado. Suarez et al.(2009) ilustraram da mesma forma que para a soja, a produtividade de biodiesel para um hectare plantado de canola, e mostrou que é possível obter 1190 litros desse produto.

Quanto aos meses ideais para sua semeadura, de acordo com a EMBRAPA, acontece nos meses de Junho e Julho.

2.2.1.c. Girassol (*Helianthus annuus*)

Da Silva (2005) cita o girassol como sendo uma oleaginosa que vem, a cada vez mais, sendo cultivada em diversas regiões do Brasil. Graças as suas particularidades agrônômicas como a resistência da planta, facilidade de adaptação e ciclo produtivo, essa planta se mostra como alternativa econômica em sucessão com outras culturas de grãos. O ciclo da planta varia de 90 a 130 dias (LEITE et al. 2005).

O IAPAR afirma que a temperatura ideal para o Girassol é de 20 a 25 graus Celsius. O instituto de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN (2009) complementa a informação propondo precipitação ideal para o cultivo da planta, valores entre 500 e 700 milímetros bem distribuídos no ciclo, mesmo com conhecimento sobre a resistência ao estresse hídrico.

A média anual de produtividade da cultura do girassol é de 1.500 kg.ha⁻¹ (ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – AGRIANUAL, 2008).

O MAPA (2005) afirma que é possível adquirir de 0,5 a 1,9 toneladas de óleo por cada hectare plantado. No campo do biodiesel, o girassol possui uma produtividade de 950

litros por hectare plantado, o que representa mais que o dobro da produtividade da soja para o combustível. (NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY – NREL, 2008).

As datas que compreendem de 15 de Julho ao final de Agosto, são apontadas como a faixa ideal para a semeadura do girassol (EMBRAPA, 2004).

2.2.1.d. Algodão (*Gossypium hirsutum* L.)

O cultivo do algodão passou por dificuldades na década de 80, dificuldades estas que foram causadas pela chegada das pragas de “bicudo” ao Brasil, o que resultou em perdas financeiras pelos produtores e somado ao aumento dos incentivos para a importação do produto fizeram com que a demanda do algodão entrasse em declínio pela indústria têxtil. (EMBRAPA, 2003).

O rendimento do algodão quanta a produtividade óleo é de 0,1 a 0,2 toneladas de óleo por hectare plantado (MAPA, 2005).

Os caroços do algodão na Bahia rendem aproximadamente 298 litros de biodiesel por hectare plantado, combustível gerado pelos aproximadamente 3180 Kg de caroço que as plantas produzem na mesma área. Estes dados foram levantados no estado da Bahia. (SECRETARIA DA AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA –SEAGRI, 2005).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - IBGE (2006) no ano seguinte, na região do Mato Grosso, a produtividade do algodão beirou 3300 Kg por hectare plantado. Valor não distante do observado em época semelhante na Bahia.

No estado do Paraná a produtividade do algodão na safra de 2010/2011 foi de 2836 Kg (caroço) por hectare plantado afirmou a CONAB (2012).

De acordo com a EMBRAPA (2006), para a produção máxima, as condições climáticas para cultivo do algodoeiro, em relação à temperatura e precipitação devem respectivamente encontrar-se entre 18 e 40 graus Celsius e com variações de 700 a 1300 mm de chuva. Mas em regiões semi-áridas, a empresa trabalha com plantas de ciclo curto (100 a 120 dias) e médio (130 a 150 dias) com regime de 450 a 700 mm de precipitação.

Quanto ao mês ideal para sua semeadura, Amorim Neto et al. (2001) afirma que no país o cultivo do algodão inicia em Setembro, no estado do Paraná e se estende até a primeira quinzena de Maio, no estado de Alagoas.

2.2.2. Compendio das características das plantas

A Tabela 3 foi elaborada de forma a agrupar as informações referentes à produção e rendimento para produção de óleo vegetal à partir das plantas estudadas.

Tabela 3: Produtividade média e rendimento médio para produção de óleo vegetal das plantas estudadas

Nome da Planta	Produtividade Média (t.ha ⁻¹)	Rendimento para Óleo Vegetal (t.ha ⁻¹)
Soja	4,646 2,941	0,2~0,4
Canola	1,800	0,5~0,9
Girassol	1,500	0,5~1,9
Algodão	2,836	0,1~0,2

Fonte: AGRUANUAL (2008), CONAB (2010 e 2012), Dalchiavon et al. (2011), EMBRAPA (2010) e MAPA (2005)

A Tabela 4 agrupa as informações referentes às condições climáticas para o cultivo bem como duração dos ciclos e mês ideal para a semeadura de cada uma das plantas energéticas estudadas e desta forma facilitar a leitura e comparação dos dados.

Tabela 4: Informações climáticas e sazonais para cultivo das plantas estudadas

Nome da Planta	Nome Científico	Temperatura adequada (°C)		Precipitação adequada (mm)		Mês para semeadura		Duração do ciclo em dias [(min+max)/2]
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Soja	<i>Glycine Max</i> (L.) Merril	20	30	450	800	Out.	Nov.	121
Canola	<i>Brassica napus</i>	5	30	400	1500	Jun	Jul	115
Girassol	<i>Hilanthus annuus</i>	20	25	500	700	Jul	Ago	110
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	18	40	700	1300	Set	Out	110 – curto 140 – médio

Fonte: AGRIANUAL (2008), Amorim Neto et al. (2001) CONAB (2010 e 2012), EMBRAPA (2006), EMPARN (2009), IAPAR (2006), IBGE (2006), Leite et al. (2005)

Com os dados da tabela 3 e 4 agrupados ficam evidentes as singularidades de cada uma das espécies, sendo assim, torna-se possível visualizar as diferenças de ciclos e necessidades hídricas bem como a produtividade que cada planta apresenta para a geração de óleo vegetal.

2.3 Óleo Vegetal

Atualmente é possível verificar um aumento na demanda de mercado quanto aos óleos vegetais de diversas fontes, entre suas utilidades destacam-se principalmente a alimentação, seguido da crescente utilização do mesmo para a produção de combustíveis (CONCEIÇÃO et al.,2005).

De acordo com Brasil (1985), uma promissora fonte para obtenção de combustíveis líquidos é o óleo vegetal, que tem ainda a vantagem de ser obtido de fontes renováveis. Este insumo possui elevado poder calorífico e não conta com enxofre na sua mistura de glicerídeos, cuja produção industrial não causa danos ao meio ambiente por conta de substâncias geradas no processo. No Brasil existe abundancia de matéria prima para obtenção de óleos vegetais, as principais fontes são soja, milho amendoim, algodão entre outros (FERRARI et al. 2005).

Brock et al. (2008) citam que independente da forma de obtenção ou emprego do óleo vegetal, as características como densidade, viscosidade entre outras, são importantes para a consecução das diversas etapas em projetos de equipamentos ou mesmo para especificações do produto.

2.4 Biodiesel

Segundo Toscano et al. (2010) o plantio energético em busca de biodiesel é uma eficiente alternativa para o desenvolvimento sustentável, pois apresenta estratégias biotecnológicas visando tais avanços, podendo reduzir assim, as dependências de importação petrolífera e de emissões de poluentes, bem como gerando empregos e renda no campo.

Existe a possibilidade de o biodiesel ser utilizado em diferentes concentrações em mistura com óleo diesel (derivado do petróleo). O nome desta mistura varia de acordo com a

percentagem da parcela de biodiesel encontrada na mesma, logo recebe o nome de B2 quando possui 2% de biodiesel, e quando está puro, recebe o nome de B100 (SILVA E FREITAS, 2008). Os autores afirmam ainda que o óleo vegetal é uma das fontes de biodiesel, e que para sua obtenção podem ser utilizados os métodos de craqueamento, esterificação e a transesterificação. Rinaldi et al. (2007) afirmou o mesmo, alegando que para a obtenção do biodiesel é necessária a realização da transesterificação dos triglicerídeos dos óleos e gorduras vegetais e animais, transformando assim os ésteres pela troca dos grupos alcóxidos, esses triglicerídeos têm seus mono-álcool de cadeias curtas (normalmente metanol e etanol), na presença de um catalisador, convertidos em uma mistura entre ésteres alquílicos de ácidos graxos e glicerol.

Pinto et al. (2005) afirmam que ésteres de origem vegetal são os melhores substitutos para o diesel já que para ser utilizado, o motor, não precisa sofrer nenhuma modificação, além de possuir um alto rendimento energético e não possuir enxofre em sua composição. Afirma ainda que tal funcionalidade já era conhecida por Rudolph Diesel desde 1911, data da criação desse tipo de motor.

Todas as pesquisas focadas no uso de óleos vegetais para alimentação de motores a diesel mostraram incapacidade de combustão completa. Logo houve vários problemas relacionados com o uso desse tipo de óleo diretamente em motores diesel, problemas como o decréscimo na sua potência e eficiência calorífica além de acontecer depósito de carbono. (PINTO, et al. 2005)

Schwab et al. apud Rinaldi, et al. (2007) explanaram que além de todas essas desvantagens ainda existe o problema da emissão da acroleína, que é formada pela decomposição térmica do glicerol, e é uma substância extremamente tóxica e cancerígena.

Leite e Leal (2007) pontuam que foi com o início do Proálcool que foram procuradas com afinco alternativas para substituir o diesel oriundo do petróleo, já que a partir desse momento foram procuradas maneiras de reduzir o consumo do mesmo e ao mesmo tempo manter o perfil de produção de derivados de acordo com a capacidade das refinarias do país. Os autores salientam ainda que a conversão da mamona em biodiesel foi uma das alternativas que o governo apontou para que regiões semiáridas pudessem gerar tal combustível, porém, os autores afirmarem que a falta de experiência no plantio comercial dessa planta, assim como o de algumas outras como o pinhão-mansão, faz com que no cenário atual não sejam feitos cultivos destas. Ou seja, plantas que já são cultivadas a mais tempo, como a soja, e possuem

vasta tecnologia agrícola além de grandes extensões de cultivo são as mais utilizadas na conversão do biodiesel.

Bermann (2008) pontuou de maneira interessante a parte legislativa do biodiesel, marcando o fato de que a Lei nº 11.097, dispõe sobre a inserção do biodiesel na matriz energética do país, impondo prazos para essa introdução, que se restringiu a 5% no de 2013. Houve alguns meses depois da criação desta lei, houve a implantação do Decreto 5.448 para a regulamentação da primeira, taxando como obrigatório o uso de 2% de biodiesel em misturas com diesel, e permitindo proporções maiores se a mistura resultante for para utilização em geradores, locomotiva e outros usos similares.

Em um estudo, Ferrari et al. (2005) destacaram que em seu experimento, conseguiram a partir do óleo neutro de soja promover uma conversão de 97,5% do óleo em ésteres etílicos, com perdas de 10%. No mesmo trabalho afirmam que os parâmetros físicos e químicos do biodiesel obtido, estão dentro dos limites estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo para diesel comercial, e os resultados depois de testado (em um gerador de energia elétrica) apresentou uma redução no consumo de combustível quando misturado em uma proporção de até 20%.

Em seu trabalho Porte et al.(2010), concluíram que é possível utilizar, dentro de condições de consumo pessoal, biodiesel puro (B100) em microtratores em fazendas familiares, embora o consumo do motor seja maior, o que pode ser resolvido com manutenções periódicas. Neste trabalho analisaram a viabilidade de aperfeiçoar equipamentos de produção de biodiesel em pequena escala

2.5 Sistemas de Informação Geográfica

Os sistemas de informações geográficas – SIGs, permitem verificação tanto qualitativa quanto quantitativa de dados computacionais geográficos, e dessa forma, possibilitando o gerenciamento de recursos e aplicações de técnicas embasadas em diagnósticos georreferenciados (CAVALLARI, 2007).

Os mapas e cartas são gerados por estes softwares e como descrito por Mancuso et al. (2002) são importantes ferramentas na elaboração de diagnósticos de áreas de grandes dimensões. O autor ainda salienta o aumento na importância do estudo ao se utilizar os SIGs já que os mesmos são capazes de transferirem para a cartografia toda a base de dados.

2.6 Mapas

Por definição, o IBGE trata mapas, como sendo, representações plantas, geralmente de pequenas escalas, com áreas delimitadas por acidentes naturais, como bacias, planaltos e chapadas (podendo também ser político-administrativos). Os mapas têm como principal destinação, fins temáticos, culturais ou ilustrativos. Em linhas gerais:

“Mapa é a representação no plano, normalmente em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de uma área tomada na superfície de uma Figura planetária, delimitada por elementos físicos, político-administrativos, destinada aos mais variados usos, temáticos, culturais e ilustrativos” (IBGE).

2.7 Cartas

Já as cartas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, é pontuado como representações planas, com escalas médias ou grandes, e são normalmente destinadas para avaliações precisas de direções, distâncias e localizações de pontos, áreas ou detalhes. Como descrito pelo IBGE:

“Carta é a representação no plano, em escala média ou grande, dos aspectos artificiais e naturais de uma área tomada de uma superfície planetária, subdividida em folhas delimitadas por linhas convencionais - paralelos e meridianos - com a finalidade de possibilitar a avaliação de pormenores, com grau de precisão compatível com a escala.”

2.7.1 Cartas de Temperatura

São cartas de isotermas, ou seja, representações planas que ilustrem linhas que se ligam em pontos onde mantêm mesma temperatura. No caso das cartas elaboradas pelo IAPAR, estas linhas foram geradas a partir de séries homogêneas de 20 anos de observação (nas estações meteorológicas). Estes dados foram correlacionados com altitude e latitude (IAPAR,2012).

2.7.2 Cartas de Precipitação

De acordo com o IAPAR (2012), as cartas de precipitação são formadas por linhas de mesma precipitação, que são denominadas isoietas. No caso das cartas elaboradas pelo

instituto, as linhas foram geradas a partir da interpolação das informações de precipitação de cada posto pluviométrico. A amplitude utilizada nestas cartas foi de 25 mm para as cartas mensais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo

O trabalho foi inteiramente elaborado para a bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro, que faz parte da bacia hidrográfica do Paraná III. Localiza-se na região Oeste do estado do Paraná (Sul do Brasil). A Figura 1 ilustra a localização da bacia em relação ao estado do Paraná.



Figura 2. Localização da bacia do rio São Francisco Verdadeiro no Oeste do Paraná

Esta bacia hidrográfica foi selecionada como sendo área de estudo devido ao fato de se localizar no estado com segunda maior capacidade de processamento de óleos vegetais no ano de 2013 de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2013).

Quanto à bacia hidrográfica, a região conta com municípios agrícolas importantes do oeste do Paraná, como Cascavel, Marechal Cândido Rondon e Toledo. Outros municípios que estão localizados completa ou parcialmente na bacia são os seguintes: Entre Rios do Oeste, Pato Bragado, São José das Palmeiras, São Pedro do Iguaçu, Santa Tereza e Ouro Verde do Oeste.

Nesta região, oeste do Paraná, o clima, na classificação de Köppen, é o subtropical úmido, com precipitação média anual de aproximadamente 1800 mm, estações bem definidas,

com verões quentes e invernos frios ou amenos. Em períodos mais frios, são frequentes geadas, logo, no período compreendido pelo fim de maio e início de setembro, tal fenômeno é mais provável.

Segundo a EMBRAPA (2009), o solo apresenta textura argilosa, sendo classificado como Latossolo e Nitossolo. Sua textura é bastante argilosa apresentando uma curva granulométrica bem graduada, ou seja, larga faixa de tamanhos de grãos, com predominância de partículas finas, com as frações: 60% de argila, 19% de silte e 21% de areia.

3.2 Metodologia

Para definir o potencial de produção do biodiesel regional, o trabalho foi separado em algumas etapas, que foram divididas desde a obtenção de dados, até a finalização dos mapas para a comparação e cálculo da capacidade de produção do combustível.

3.2.1 Obtenção de dados

A primeira etapa foi o levantamento de dados referentes às características geográficas e climáticas. Todas as cartas de temperatura e precipitação necessárias para a elaboração do estudo foram obtidas no site do IAPAR. Os dados referentes aos limites de municípios, bem como a delimitação da bacia hidrográfica estudada e seu uso e ocupação do solo, foram cedidas pelo Centro de Hidro Informática (localizada no Parque Tecnológico de Itaipu).

Informações referentes à produtividade de diferentes cultivos energéticos (Soja, Canola, Girassol e Algodão), bem como seu rendimento na conversão de biodiesel, foram encontradas em diferentes manuais e estudos científicos catalogados. Como visto na revisão de literatura.

3.2.2 Georreferenciamento das cartas

As cartas climáticas e de precipitação utilizadas no trabalho (todas do ano de 2012), foram obtidas em formato de imagem (JPEG), sendo então necessário realizar o processo de georreferenciamento de cada uma das 24 cartas (sendo uma carta mensal de temperatura e outra

de precipitação) para assim poderem ser analisadas em escalas geográficas reais, como no caso da fotogrametria.

O software utilizado para a realização desse processo foi o gvSIG, por se tratar de software livre (sem necessidade de licença). A projeção utilizada foi o SAD 69 (South American Datum), e a referência cartográfica, que foi utilizada como base, fora cedida pelo Centro de Hidro Informática.

O algoritmo de georreferenciamento utilizado foi a transformação polinomial de primeira ordem configurada em vizinho mais próximo,

Após sua definição, foi necessária a determinação dos pontos amostrais, considerando o fato de que, quanto maior a quantidade de pontos de controle, maior a precisão obtida no processo.

Na Figura 3 é possível visualizar à esquerda os dados referenciados cedidos pelo Centro de Hidro Informática, e ao lado direito uma das cartas do IAPAR.

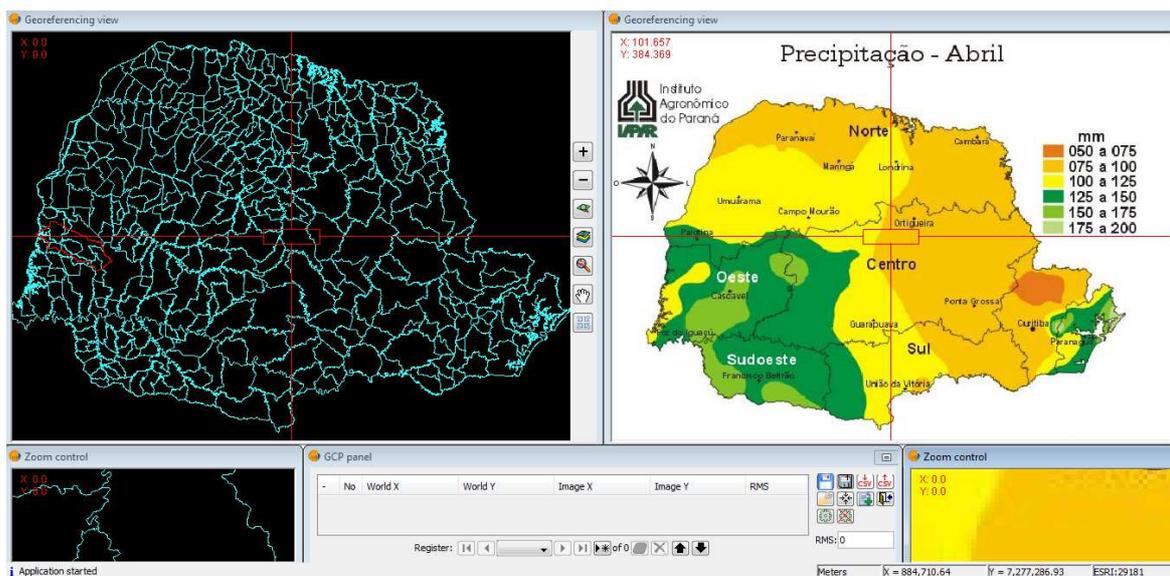


Figura 3. Comparação entre dados com e sem georreferência

Os pontos de controle foram escolhidos (processo que consiste em marcar as duas imagens em pontos que supostamente representem o mesmo local no espaço geográfico), e para a maior precisão foram adotados 26 deles, que podem ser visualizados na figura 4, a margem de erro ficou inferior à meio por cento.

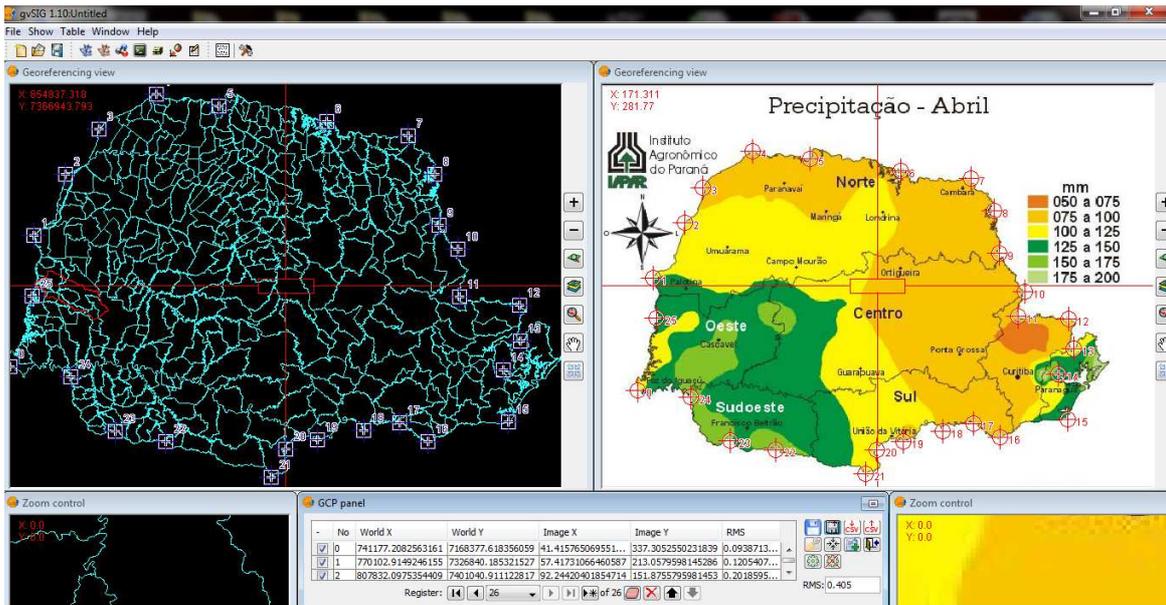


Figura 4. Pontos de controle definidos

Depois de todos os pontos selecionados, foi necessário processar as alterações propostas na imagem, tal feito, causa uma alteração na imagem de forma a fazer com que a mesma se enquadre no espaço geográfico definido pelos pontos de controle. A figura 5 ilustra essa alteração, sendo possível notar nela uma pequena inclinação em relação à imagem original (vista à direita, nas figuras 3 e 4), e ao mesmo tempo verificando que os limites do estado na imagem se enquadram aproximadamente com os limites dos municípios (que já estavam devidamente referenciados).

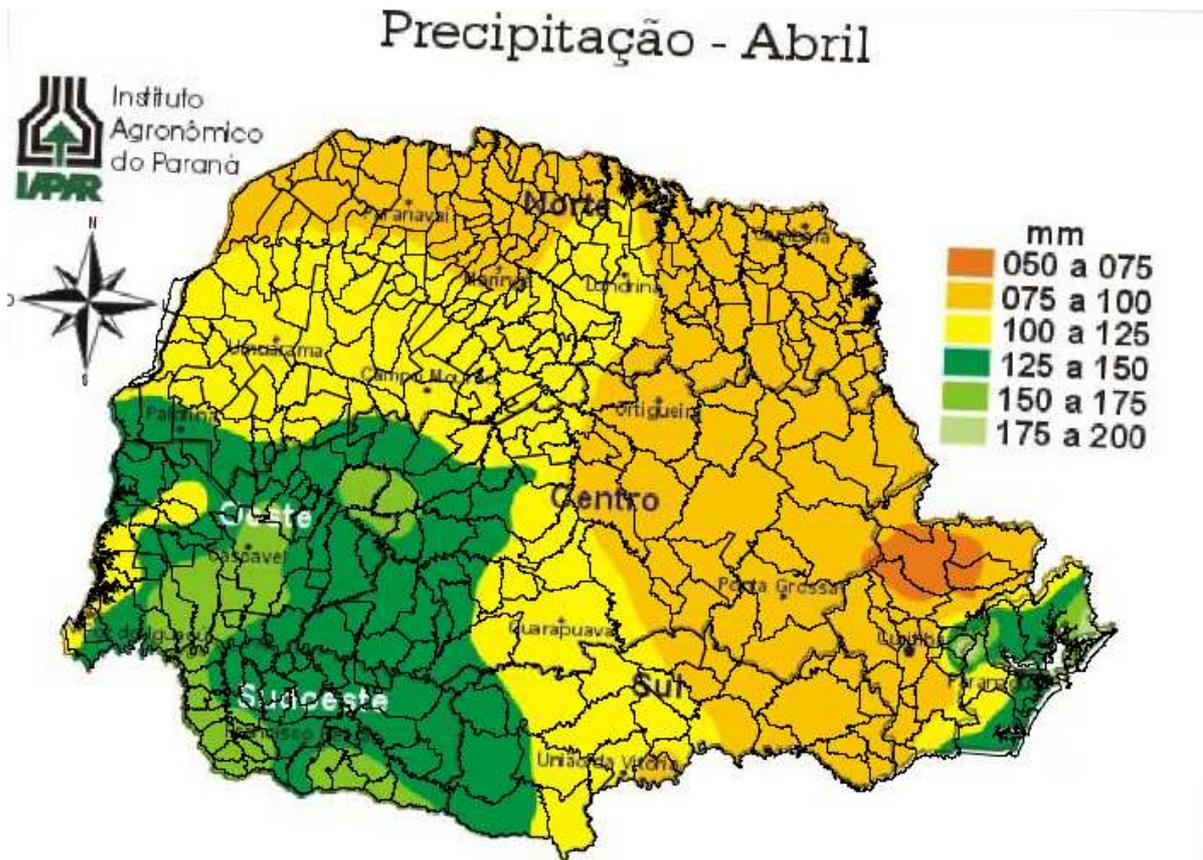


Figura 5. Resultado do processo de georreferenciamento

3.2.3 Vetorização das cartas

Após ter sido georreferenciada todas as imagens, foi necessária a vetorização (transformação das imagens em arquivos de linhas e pontos com coordenadas específicas) das informações das cartas, processo o qual foi elaborado com ajuda do software livre OpenJump, que possibilita edição vetorial em informações georreferenciadas. O método utilizado foi a fotogrametria, ou seja, manualmente traçar vetores sobre todas as linhas da carta, a figura 6 ilustra uma das cartas de temperatura após vetorizada.

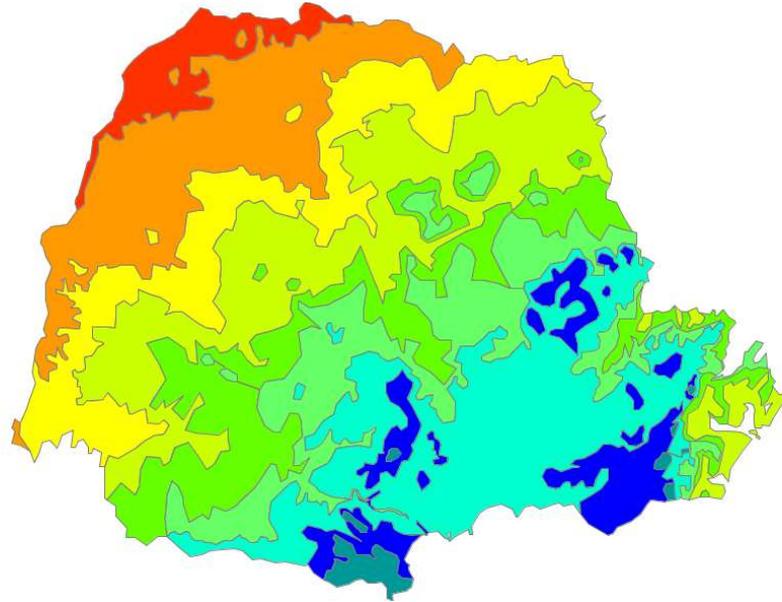


Figura 6. Carta de Precipitação após vetorizada

Com as ferramentas adequadas do GvSIG, tornou-se possível recortar de todos os mapas temáticos elaborados, apenas a área compreendida pela bacia do São Francisco Verdadeiro, desta forma resultando em 24 arquivos, que juntos ilustram o comportamento da temperatura e da precipitação na área da bacia hidrográfica durante todo o ano, mês a mês.

3.2.4 Análise dos dados

Sobrepondo todos os arquivos, foi possível através da comparação de cada uma das cartas, verificar o total precipitado (através da soma mensal de precipitação por faixa) em cada um dos ciclos de cada planta estudada, bem como a temperatura média dos meses no qual estariam implantadas as culturas energéticas.

Através da comparação destes dados, com o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do São Francisco Verdadeiro (Figura 7), foi possível visualizar, quais as regiões agrícolas propícias para a implantação de cada uma das culturas estudadas.

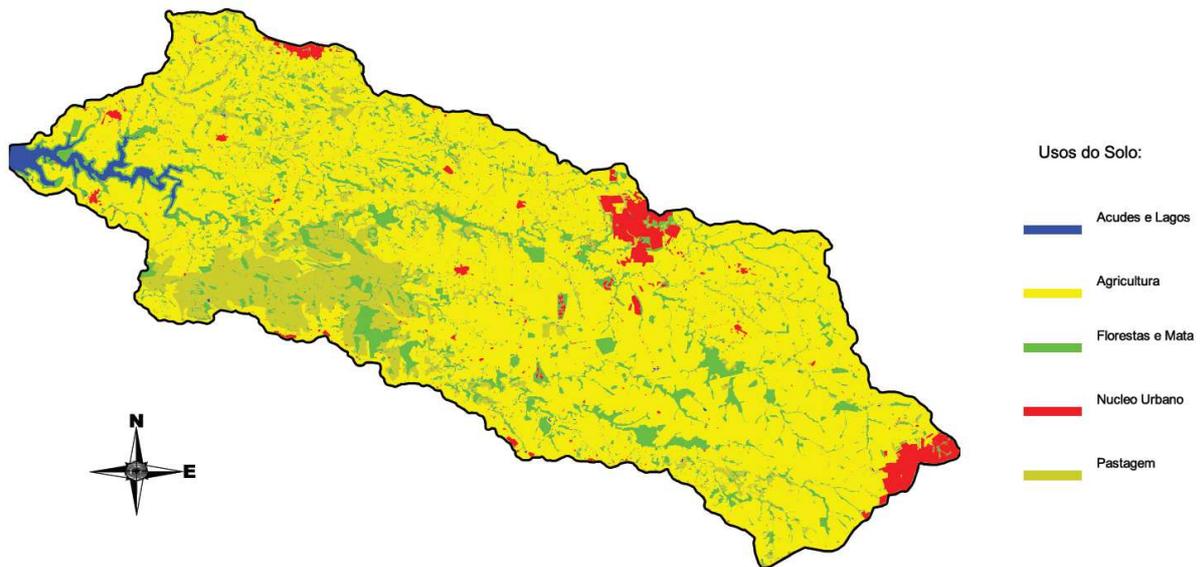


Figura 7. Uso e ocupação do solo da bacia do rio São Francisco Verdadeiro

3.2.5 Cálculo de Potencial de Óleo Vegetal

Após todos os cálculos de áreas cultiváveis para cada cultura, estes dados foram utilizados como entrada no cálculo de conversão de área agricultável em rendimento de óleo vegetal potencial na área estudada.

Considerando então apenas a área apta de cada cultivo foi possível determinar a quantidade de óleo vegetal que é possível de extrair para cada um dos cultivos estudados dentro dos limites da bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma vez elaboradas, as cartas tornaram possível visualizar as aptidões de cada uma das quatro plantas estudadas, visualizando-se a adequabilidade das mesmas na área estudada, dando destaque às características climáticas, verificando a temperatura, e hídricas, observando a disponibilidade de água através do estudo das cartas de precipitação.

4.1 Aptidões dos cultivos

Observando as características dos cultivares foram elaborados tabelas e cartas para ilustrar de melhor forma as características de aptidão de cada cultivo, cabe destacar que as regiões “sem cor” na carta, representa áreas de uso não agrícola, como ilustrado na Figura 7.

4.1.1 Aptidões agrícolas da soja na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Na Figura 8 é possível visualizar as áreas com aptidão ao cultivo da soja na região estudada.

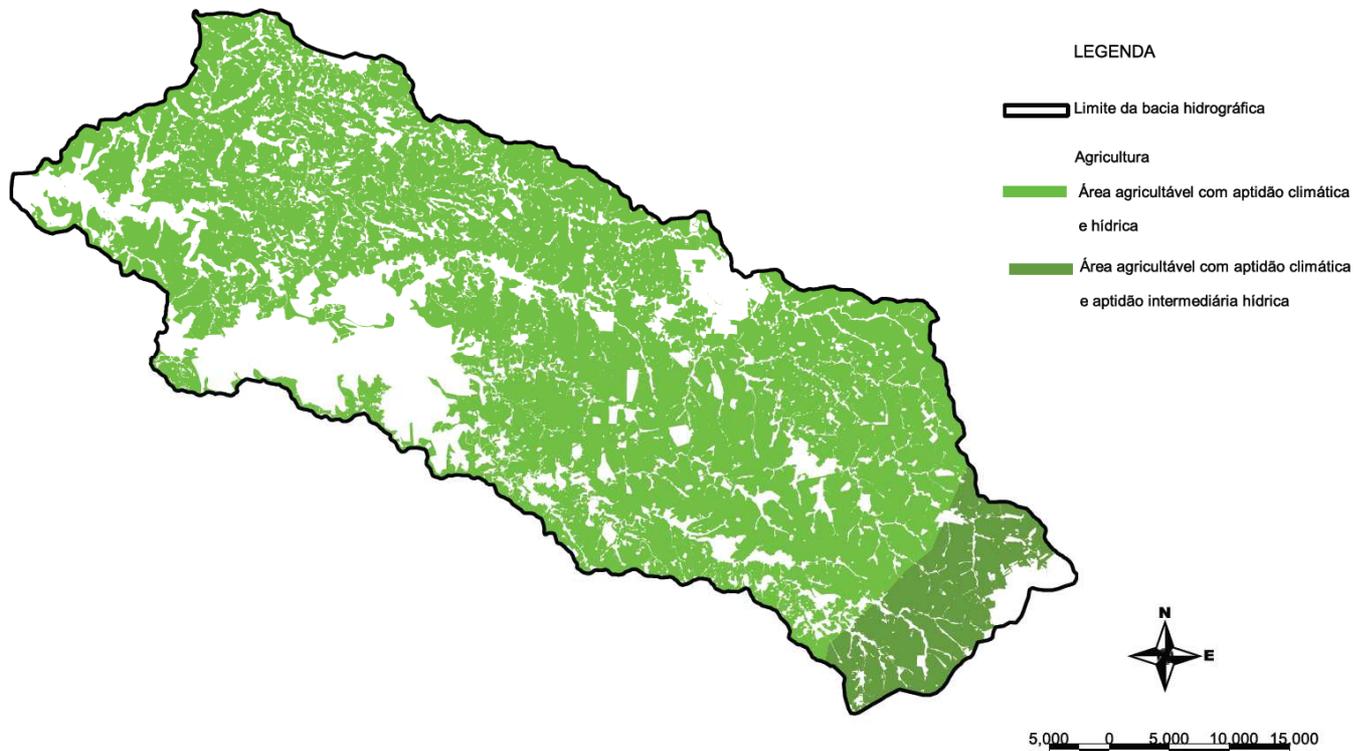


Figura 8. Carta de aptidão da Soja na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

É possível notar que mediante as características de térmicas, há a possibilidade do cultivo da soja em toda a região delimitada, porém, ao sudeste da bacia hidrográfica, região do município de Cascavel existe possibilidades de ocorrer precipitações inferiores à demanda da planta, ou seja, é possível através desta metodologia afirmar que de toda a extensão da bacia hidrográfica em aproximadamente 9,2% dela existe a possibilidade de ocorrer escassez de até 25 mm de precipitação, para o desenvolvimento na faixa ideal da planta, o que pode ocasionar redução na quantidade de grãos produzidos e até algumas vezes morte da planta, o que conseqüentemente influencia no potencial para a produção de óleos vegetais e derivados.

A Tabela 5 apresenta os dados gerais obtidos sobre a aptidão da soja

Tabela 5: Aptidão da soja na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Aptidão		Área	
Térmica	Hídrica	Hectare	(%)
Sim	Sim	138.659	90,8
Sim	Parcial*	14.048	9,2
TOTAL		152.707	100

*Representa que existe a possibilidade de inaptidão

4.1.2 Aptidões agrícolas da canola na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

A Figura 9 é apresenta todas as áreas de adequabilidade para a canola dentro da bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.

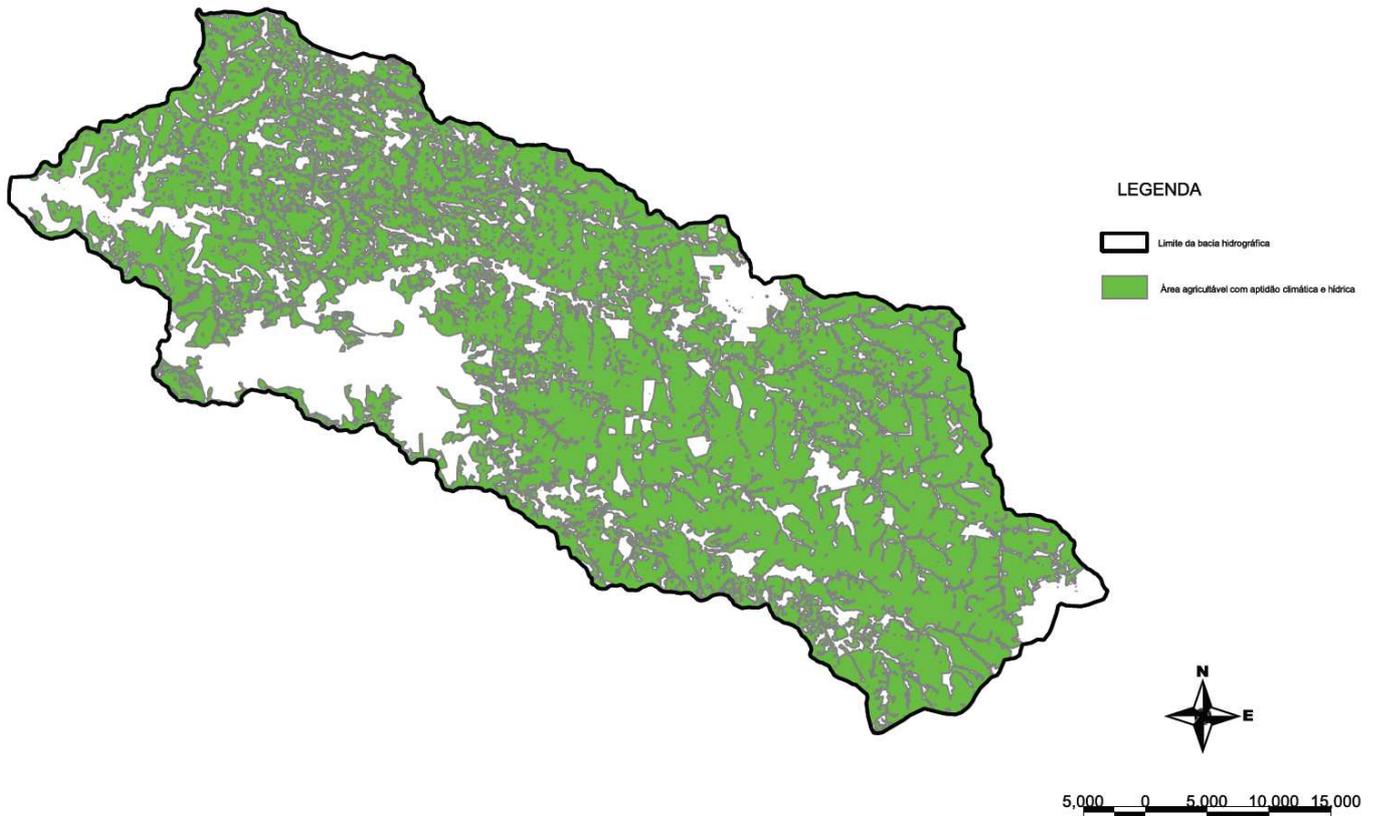


Figura 9. Carta de aptidão da canola na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Para a canola, existe aptidão tanto térmica quanto hídrica em toda a extensão da bacia hidrográfica, sendo possível afirmar que, de acordo com a metodologia, existe aptidão em 100% da área, o que indica bom potencial para a produção de óleo vegetal.

A Tabela 6 apresenta os dados gerais obtidos sobre a aptidão da canola

Tabela 6: Aptidão da canola na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Aptidão		Área	
Térmica	Hídrica	Hectare	(%)
Sim	Sim	152.707	100
TOTAL		152.707	100

4.1.3 Aptidões agrícolas do girassol na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

A Figura 10 é apresenta todas as áreas de adequabilidade para o girassol dentro da bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.

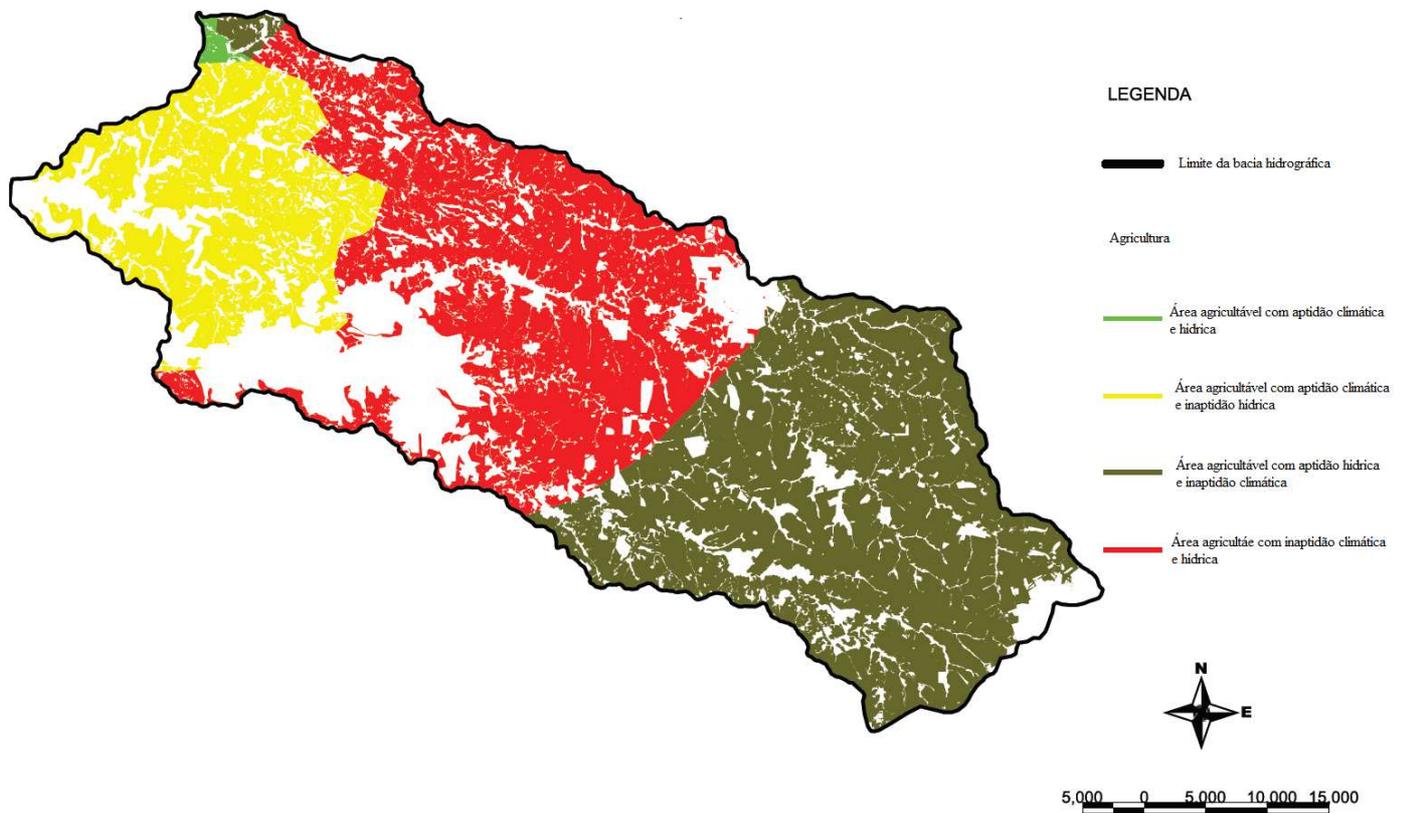


Figura 10. Carta de aptidão do girassol na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Para o girassol, existe bastante divergência entre cada uma das áreas, nota-se que existem quatro diferentes classes, para facilitar essa visualização a Tabela 6 apresenta os dados gerais obtidos sobre a aptidão do girassol.

Tabela 7: Aptidão do girassol na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Aptidão		Área	
Térmica	Hídrica	Hectare	(%)
Sim	Sim	686,55	0,45
Sim	Não	28.510,20	18,67
Não	Sim	68.005,20	44,53
Não	Não	55.505,05	36,35
TOTAL		152.707	100

4.1.4 Aptidões agrícolas do algodão na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Para o algodão, foram levantados os dados sobre dois de seus possíveis ciclos, sendo eles, o curto e o médio. Foi possível verificar que as áreas possíveis de cultivo variam bastante do primeiro para o segundo, e isso se dá pelo fato de a precipitação do mês de janeiro auxiliar a precipitação total do ciclo a alcançar os requisitos requisitados pela planta.

A Figura 11 ilustra a carta de aptidão do algodão (ciclo curto) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro, podendo nele serem notadas as áreas mais aptas ao cultivo, o que acontece apenas na região sudeste da bacia hidrográfica.

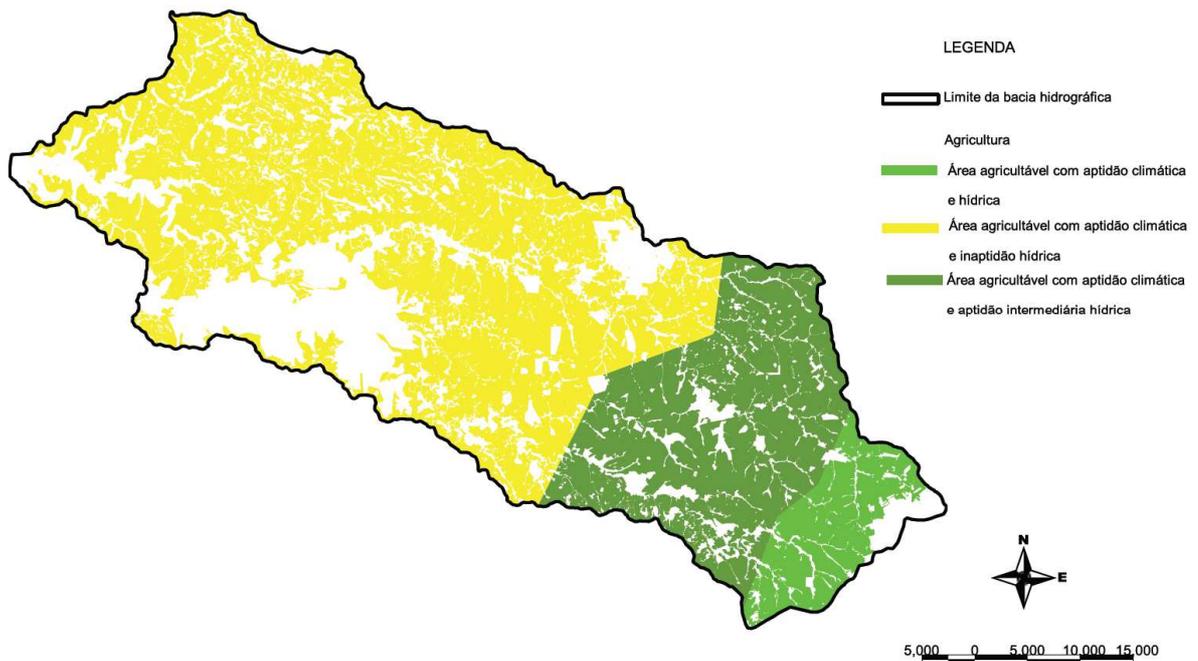


Figura 11. Carta de aptidão do algodão (ciclo curto) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

A tabela 8 mostra a aptidão do algodão em ciclo curto na área estudada.

Tabela 8: Aptidão do algodão (ciclo curto) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Aptidão		Área	
Térmica	Hídrica	Hectare	%
Sim	Sim	13.147	8,60
Sim	Intermediária	41.460	27,15
Sim	Não	98.100	64,25
TOTAL		152.707	100

A Figura 12 ilustra a carta de aptidão do algodão (ciclo médio) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro, e torna-se possível verificar que a mudança de ciclo no algodão causa variações no total de áreas aptas ao cultivo desta planta, nota-se, portanto que a precipitação do mês adicional (a variação de ciclo curto para médio), foi o suficiente para suprir parcialmente ou completamente a demanda da planta, o que demonstra uma característica da metodologia que deve ser aprimorada em estudos futuros, já que não é correto afirmar que se ocorresse uma precipitação apenas durante o cultivo e supondo que a mesma fosse o suficiente para suprir toda a demanda do ciclo completo da planta, ainda assim a área não seria considerada apta para o cultivo.

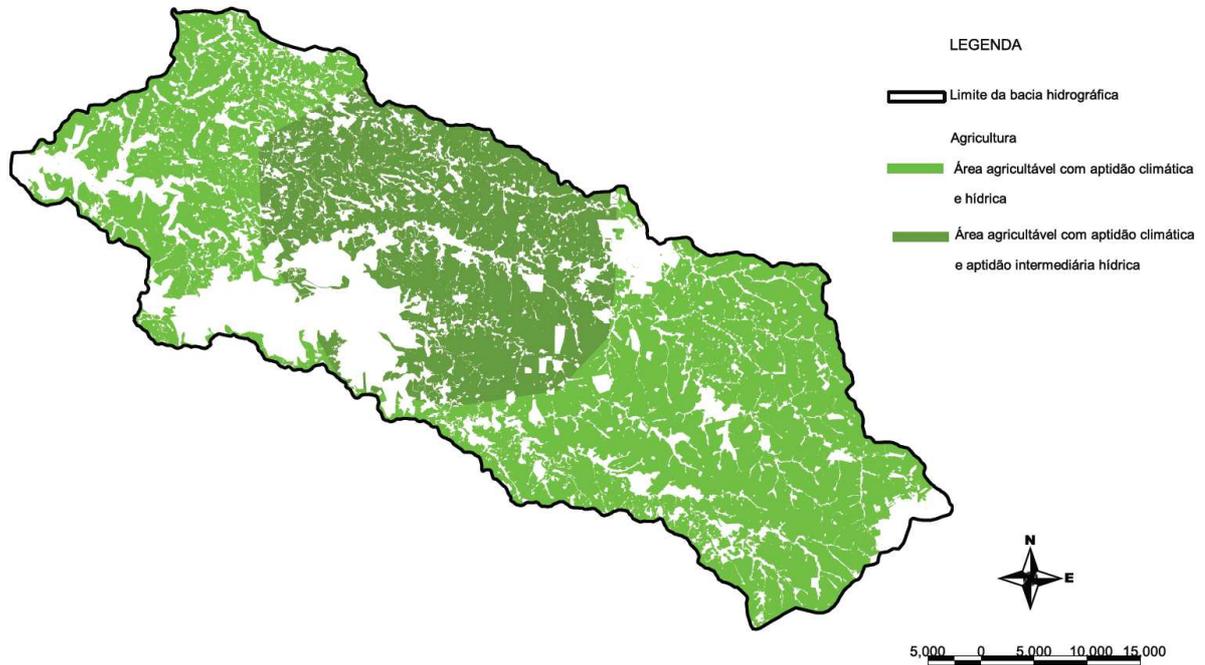


Figura 12. Carta de aptidão do algodão (ciclo médio) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

A tabela 9 mostra a aptidão do algodão em ciclo médio na área estudada.

Tabela 9: Aptidão do Algodão (ciclo médio) na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Aptidão		Área	
Térmica	Hídrica	Hectare	(%)
Sim	Sim	49.870	32,69
Sim	Intermediário	102.837	67,31
TOTAL		152.707	100

4.2 Potenciais de produção de óleo dos cultivos

Para determinar o potencial de produção de óleo de cada cultivo na área estudada, utilizaremos os referenciais levantados quanto ao potencial de produção de óleo a partir de

cada planta, porém só serão consideradas para o computo, as áreas que sejam adequadas tanto em relação à temperatura, quanto à precipitação.

A tabela 10 apresenta detalhadamente o potencial de produção de óleo de cada planta estudada, no limite da bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro.

Tabela 10: Potencial de produção de óleo vegetal na bacia hidrográfica do São Francisco Verdadeiro

Planta	Área apta (ha)	%	Potencial de produção de óleo (t.ha ⁻¹)	Produção potencial (t)
Soja	138.659	90,8	0,2 a 0,4	27.732 a 55.464
Canola	152.707	100	0,5 a 0,9	76.353 a 137.436
Girassol	686,55	0,45	0,5 a 1,9	343 a 1.304
Algodão (Curto)	13.147	8,6	0,1 a 0,2	1.315 a 2.629
Algodão (Médio)	49.870	32,7	0,1 a 0,2	4.987 a 9.974

Observando a tabela 10, pode-se notar que mesmo com o melhor rendimento de óleo vegetal por área plantada, o girassol não é uma boa opção para a região estudada. Os dois cultivos, entre os estudados, que apresentaram melhor potenciais de acordo com essa metodologia (que aborda temperatura e precipitação) foram a soja e a canola. O motivo pelo qual isso ocorre, se dá ao fato de que são as plantas que melhoram se adaptam para o clima da região estudada, sendo adaptável à maioria das áreas cultiváveis da bacia do São Francisco Verdadeiro.

Outra observação importante a se destacar, é que o girassol encontra suas características climáticas ideais apenas em pequena parte das áreas agricultáveis da região, logo, não é um bom cultivo para a bacia estudada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia apresentou resultados para a determinação de potencial de produção de óleo vegetal, porém apresentou uma deficiência ao não conseguir definir a precipitação em cada etapa do ciclo de desenvolvimento da planta, o que foi evidente na análise do algodão, que foi analisado em dois diferentes ciclos.

Para a elaboração desta análise não houve custos, já que todo o material utilizado foi cedido ou fornecido gratuitamente pela internet. Todos os softwares utilizados para a elaboração e execução da metodologia são livres, ou seja, não existem licenças ou quaisquer outros custos vinculados ao mesmo para que se faça uso deles.

Por ser uma metodologia de baixo custo, seu aprimoramento mostra-se interessante, de forma que seja possível aumentar sua precisão e consequentemente reduzir os riscos com implantação de cultivos, não apenas destinados à extração de óleos vegetais mas para quaisquer tipos, sendo possível inclusive adicionar outras variáveis à metodologia, como aptidão térmica e hídrica e as fases da cultura, além de temperatura e precipitação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. **FNP Consultoria e Comércio**, 2008.

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>>. Acesso em: 26 Mar. 2014.

AMORIM NETO, M. S.; ARAÚJO, A. E.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, S. L.; WREGE, M. S.; LAZZAROTTO, C.; LAMAS, F. M. e SANS, L. M. A. Zoneamento agroecológico e definição de época de semeadura do algodoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia** v.9, n.3, p.442-428, 2001

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60, n.3, 2008.

BILICH, F.; DASILVA, R. **Análise multicritério da produção de biodiesel**. XIII Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais...** Bauru, SP, Brasil: [s.n.], 2006

BRASIL, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, Balanço Energético Nacional 2012.

BROCK, J.; NOGUEIRA, M. R.; ZAKRZEWSKI, C.; CORAZZA, F. C.; CORAZZA, M. L.; OLIVEIRA, J. V.. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28 n.3 p.564-570, 2008.

CAVALLARI, R. L. A importância de um Sistema de Informações Geográficas no Estudo de Microbacias Hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.6, n. 11, 2007.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos – décimo primeiro levantamento, agosto 2009**. Brasília, 2009 .

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Canola**. Brasília, 2010.

Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Oleaginosas_e_biodiesel/10_reuniao/Apresentacao.pdf> .

Acesso em: 15 Jul. 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos – oitavo levantamento, agosto 2012**. Brasília, 2012.

CONCEIÇÃO, M. M.; CANDEIA, R. A.; DANTAS, H. J.; SOLEDADE, L. E. B.; FERNANDES JUNIOR, V. J; SOUZA, A. G.. Rheological behavior of castor oil biodiesel. **Energy & Fuels**, v.19, n.5, p.2185-2188, 2005.

DA SILVA, C. A. **Produção de Biodiesel a partir de óleo bruto de girassol**. II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. **Anais** Varginha, MG, 2005.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P.; NOGUEIRA, D. C.; ROMANO, D.; ABRANTES F. L.; ASSIS, J. T.; OLIVEIRA, M. S. Produtividade da soja e resistência

mecânica à penetração do solo sob sistema de plantio direto no cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Trop. Goiânia**, n.1 v. 41, pp. 8-19, 2011.

GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **São Paulo em perspectiva**, v.14, n.3, 2000.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil . **Estudos avançados**, v. 21, n.59, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária – **Sul prepara cultivo de girassol**, 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2003/julho/bn.2004-11-25.2457868989/#>> Acesso em: 20 Jun. 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivares de Soja – Região Sul e Central do Brasil**, 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária - EMBRAPA SOJA. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>> Acesso em: 20 Jun. 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária - EMBRAPA ALGODÃO, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/c lima.html> Acesso em: 22 Jun. 2013.

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Recomendações técnicas para o cultivo do Girassol**, 2009.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja – Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova [online]**, n.1, v.28, pp. 19-23, 2005.

IAPAR- Instituto Agronômico do Paraná. **Zoneamento Agroclimático das Principais Plantas Oleaginosas do Brasil**. Piracicaba, 2006. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/File/biodiesel/Zoneamento.pdf>> Acesso em: 15 Jul.2013.

IAPAR- Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná**, 2008. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=860>> Acesso em: 15 Jul. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Noções básicas de cartografia** Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/representacao.html> Acesso em: 26 Jun. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: <
<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=395>>
 Acesso em: 21 Jun. 2013.

LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, 2005. 641p.

LEITE, R. C. C. e LEAL, M. R. L. V.. O biocombustível no Brasil. **Novos estudos CEBRAP [online]**, n.78, pp. 15-21, 2007.

MANCUSO, M. A.; AZEVEDO, S. G.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; PACHECO, A.; SCHNOOR, J. L.. **A utilização da modelagem matemática associada ao SIG no estudo do impacto hidrogeológico de reservatórios**. In: XXXII IAH & ALHSUD Congress aguas subterráneas y desarrollo humano groundwater and human development, 2002, Mar Del Plata. CD-ROM, 2002. p. 1380-1389.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Principais Culturas Oleaginosas. Relatório Interno, 2005. Brasília, DF. 2005.13 p.(a)

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional, 2013. Disponível em: <
http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/2_-_BEN_-_Ano_Base/1_-_BEN_Portugues_-_Inglxs_-_Completo.pdf>
 Acesso em: 16 Jan. 2014

NREL - National Renewable Energy Laboratory. **Power Plant Emissions**, 2008.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. L. N.; REZENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A. P.; ANDRADE, J. B. Biodiesel: An Overview. *Journal of the Brazilian chemical society*. v. 16 n.6B p. 1313-1380, 2005.

PORTE, A. F.; SCHNEIDER, R.C.S.; KAERCHER J. A.; KLAMT, R. A.; SCHMATZ, W. L.; SILVA, W. L. T.; SEVERO FILHO, W. A. Sunflower biodiesel production and application in family farms in Brazil. **Fuel**, Vol. 89, N. 12, p. 3718-3724, 2010.

RINALDI, R.; GARCIA C.; MARCINIUK, L. L.; ROSSI, A. V.; SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral **Química Nova**, Vol. 30, No. 5, 2007.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; LIMA, L. M.; ZARGONEL, G. F.; COSTA, B. J. Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Revista Ciência Agrônômica** v.43, n.01, p.72-77, 2012.

SCHOLZ, V.; HEIERMANN, M e KAULFUSS. *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science*. Ed. – E. Lichtfouse, 2010.

SCHWAB, A.W.; DYKSTRA, G. J.; SELKE, E.; SORENSON, S. C.; PRYDE, E. H.; *Journal of the American oil chemists society*. v. 65 p.1781, 1988.

SEAGRI – Secretaria de Agricultura, Pecuária, Irrigação e Reforma Agrária, Pesca e Aquicultura. **A produção de Oleaginosas na Bahia e sua Inserção no Programa Biodiesel**, 2005. Disponível em: < http://www.seagri.ba.gov.br/palestra_oleoginosas.pdf> Acesso em: 21 Jun. 2013.

SILVA, P. R. F. e FREITAS, T. F. S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.38, n.3, p.843-851, mai-jun, 2008.

SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A. L. F.; RODRIGUES, J. P.; ALVES, M. B. Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. **Química Nova**. v.32 n.3 p 768-775, 2009.

TOSCANO, E. M.; COSTA, A. S.; AMORIM, A.; SILVA, G. M. C. **Biodiesel: uma utilização da biotecnologia a favor do desenvolvimento socioeconômico e ambiental no Brasil**. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. **Anais...** João Pessoa, PB: [s.n.], 2010.

USDA – United States Department of Agriculture. Economic Research Service, 2013.