

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRICULTURA ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Geotecnologias para o Planejamento da Transição  
Agroecológica: Estudo de caso na Microbacia  
Hidrográfica de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.**

**DANIEL VASCONCELLOS DA SILVEIRA DIAS**

**2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**GEOTECNOLOGIAS PARA O PLANEJAMENTO DA TRANSIÇÃO  
AGROECOLÓGICA: ESTUDO DE CASO NA MICROBACIA  
HIDROGRÁFICA DE BARRAÇÃO DOS MENDES, NOVA FRIBURGO,  
RJ.**

**DANIEL VASCONCELLOS DA SILVEIRA DIAS**

*Sob Orientação da Professora*  
**Margarida Goréte Ferreira do Carmo**

*E co-orientação do Professor*  
**Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ  
Outubro de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo autor

D541g      Dias, Daniel Vasconcellos da Silveira 1984-  
Geotecnologias para o Planejamento da Transição Agroecológica:  
Estudo de caso na Microbacia Hidrográfica de Barracão dos Mendes,  
Nova Friburgo, RJ. / Daniel Vasconcellos da Silveira Dias. - 2017.

62 f.: il.

Orientadora: Margarida Goréte Ferreira do Carmo.  
Coorientador: Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, 2017.

1. Agricultura de montanha. 2. Transição agroecológica. 3.  
Geotecnologias. I. Ferreira do Carmo, Margarida Goréte , 1963-, orient.  
II. Moura Brasil do Amaral Sobrinho, Nelson , 1956-, coorient. III  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação  
em Agricultura Orgânica. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**DANIEL VASCONCELLOS DA SILVEIRA DIAS**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**  
no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica– PPGAO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 18/10/2017.

---

Margarida Goréte Ferreira do Carmo, Dra., UFRRJ

(Orientadora)

---

Leonardo Ciuffo Faver, Dr., EMATER-RIO

---

Antonio Carlos de Souza Abboud, Dr., UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela grande contribuição em minha formação acadêmica, profissional e pessoal, bem como a todos os mestres que tive ao longo de minha graduação e pós-graduação.

Ao Instituto de Agronomia, EMBRAPA-Agrobiologia e PESAGRO-RIO por fazerem acontecer o Curso de Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica e darem a oportunidade ímpar a muitos profissionais da área de se qualificarem.

À orientadora Margarida Goréte Ferreira do Carmo e ao Co-orientador Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho, por aceitarem o tema proposto e pela enorme contribuição dada na orientação e, principalmente, paciência ao longo de todo o processo.

Ao professor Antonio Carlos de Souza Abboud e ao extensionista Leonardo Ciuffo Faver pelas importantes contribuições dadas na defesa desta dissertação.

À amiga, professora e pesquisadora da PESAGRO-RIO, Maria Fernanda de Albuquerque Costa Fonseca, por todos os ensinamentos e orientações dadas ao longo de minha vida profissional e acadêmica, pelo incentivo para a realização deste curso de pós graduação e, principalmente, por não me deixar desistir.

À minha esposa e companheira Taila da Silva Guimarães Dias, por estar ao meu lado em todos os momentos, inclusive durante todo o curso de mestrado, sempre me apoiando e me fortalecendo.

À minha amada enteada Laís da Silva Guimarães Viana, que compreendeu todas as nossas ausências durante os módulos e, mesmo morrendo de saudades, não nos deixou desanimar.

À minha filha Celina, fruto de nosso amor, que chega ao mundo junto a esta dissertação.

À minha mãe, Maria José, por estar incondicionalmente ao meu lado e pelo importante apoio, incentivo e, principalmente, por acreditar no desenvolvimento da minha vida acadêmica e profissional.

Ao meu pai, Nilson, por transmitir o gosto pela natureza e pela agricultura e por ser um grande parceiro, companheiro e amigo.

Aos integrantes da Turma V do PPGAO, valorosos amigos e companheiros feitos durante todo esse caminho, pelos quais tenho muito respeito e admiração.

Aos Agricultores Familiares de Nova Friburgo, que tanto nos ensinam diariamente no campo.

Ao Universo por proporcionar toda esta experiência.

## RESUMO

DIAS, Daniel Vasconcellos da Silveira. **Geotecnologias para o Planejamento da Transição Agroecológica: Estudo de caso na Microbacia Hidrográfica de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.** 62p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

O uso de geotecnologias tem sido cada vez mais disseminado na agricultura favorecendo o surgimento e expansão da agricultura de precisão nas grandes propriedades rurais por todo o país. Pelo crescimento das possibilidades que as inovações geotecnológicas têm apresentado, como os bancos de dados públicos com as mais variadas informações geográficas e, principalmente, pela difusão destas tecnologias e ferramentas no meio rural, acredita-se que estas ferramentas possam ser úteis também na Agroecologia. A agroecologia pode usar estas ferramentas para criar seu próprio banco de dados e produzir informações fundamentais para estudos de territórios. Estes podem conter informações sobre características físicas, químicas e biológicas dos solos, suas principais vulnerabilidades e, com base netas informações produzir zoneamentos ambientais e agroecológicos específicos que possam dar suporte a políticas públicas ou a outras ações de incentivo e fomento da transição agroecológica em territórios de agricultura familiar. O presente estudo faz uma análise sistêmica e multidisciplinar da Microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. As principais características de Relevo, Solo e Paisagem, bem como suas interações e relações, foram analisadas por meio de ferramentas de geoprocessamento, geoestatística, sensoriamento remoto e acesso a banco de dados de informações geográficas públicos, identificando as principais vulnerabilidades e potencialidades para prática agrícola na microbacia. Os resultados encontrados demonstram que os sistemas intensivos de produção praticados são incompatíveis com as características apresentadas, e insustentáveis ao médio-longo prazo. O estudo deixa claro que é necessário repensar a agricultura praticada em ambientes de montanha. Estudos como este pode levar à melhoria dos agroecossistemas em áreas vulneráveis e tornar possível a ocupação humana e a agricultura em ambientes tão sensíveis e com tanto potencial para produção de serviços ambientais e práticas agroecológicas. Ainda, a geotecnologia pode ser uma ferramenta importante para o planejamento de uma transição agroecológica eficiente.

**Palavras chave:** Agricultura de montanha. Transição agroecológica. Geotecnologia.

## ABSTRACT

DIAS, Daniel Vasconcellos da Silveira. **Geotechnologies for the Planning of the Agroecological Transition: Case study in the Microbasin of Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.** 62p. Dissertation (Professional Master's Degree in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Department of Plant Science, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The use of geotechnology has been increasingly widespread in agriculture, favoring the emergence and expansion of precision agriculture on large farms across the country. Due to the growing possibilities of geotechnical innovations, such as public databases with the most varied geographic information and, mainly, the diffusion of these technologies and tools in the rural environment, it is believed that these tools can also be useful in Agroecology. Agroecology can use these tools to create its own database and produce key information for territorial studies. These may contain information on the physical, chemical and biological characteristics of soils, their main vulnerabilities and, based on these informations, produce specific environmental and agroecological zoning that can support public policies or other actions to encourage and promote the agroecological transition in family farming. The present study makes a systemic and multidisciplinary analysis of the Microbasin of Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. The main characteristics of Relief, Soil and Landscape, as well as their interactions and relationships, were analyzed through geoprocessing tools, geostatistics, remote sensing and access to a database of public geographic information, identifying the main vulnerabilities and potentialities for agricultural practice in the microbasin. The results show that the intensive production systems practiced are incompatible with the presented characteristics, and unsustainable in the medium-long term. The study makes clear that it is necessary to rethink the agriculture practiced in mountain environments. Studies such as this may lead to the improvement of agroecosystems in vulnerable areas and make possible human occupation and agriculture in such sensitive environments with so much potential for the production of environmental services and agroecological practices. Still, geotechnology can be an important tool for planning an efficient agroecological transition

**Keywords:** Mountain farming. Agroecological transition. Geotechnology.

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Quantitativos de áreas de relevo e classes de declividade de acordo com Embrapa,2009,.....	19
<b>Tabela 2.</b> Áreas de Padrões de Relevo na área de estudo, Nova Friburgo,RJ.....	20
<b>Tabela 3.</b> Quantitativo de áreas especiais de relevo na Microbacia. ....	22
<b>Tabela 4.</b> Descrição das classes de solo encontradas na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ. Adaptado de EMBRAPA,2006.....	23
<b>Tabela 5.</b> Distribuição das classes de solo na microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	24
<b>Tabela 6.</b> Classes de aptidão na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, Rio de Janeiro.....	25
<b>Tabela 7.</b> Estatísticas descritivas dos dados de fertilidade do solo analisados.....	26
<b>Tabela 8.</b> Modelos e parâmetros do variograma.....	27
<b>Tabela 9.</b> Áreas encontradas das APP hídricas na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ. ....	40
<b>Tabela 10.</b> Áreas de ocupação do solo por Remanescentes de Vegetação Nativa na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.....	42
<b>Tabela 11.</b> Abrangência da Área Consolidada na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	45
<b>Tabela 12.</b> Áreas de Interesse Ambiental na Microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	46
<b>Tabela 13.</b> Áreas identificadas com Alto e Médio risco de inundações na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização da área de estudos na Microbacia de Barracão dos Mendes no município de Nova Friburgo, distrito de Campo do Coelho,RJ. ....	13
<b>Figura 2.</b> Localização da microbacia em relação a Serra dos Orgãos, Estado do Rio de Janeiro.....	14
<b>Figura 3.</b> Perfil tridimensional da área de estudos. ....	15
<b>Figura 4.</b> Mapa altimétrico da microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	18
<b>Figura 5.</b> Mapa de Declividade da Microbacia Barracão dos Mendes.....	19
<b>Figura 6.</b> Padrões de Relevo na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	20
<b>Figura 7.</b> Áreas de Uso Restrito na microbacia.....	21
<b>Figura 8.</b> Modelo tridimensional da área de estudos, evidenciando as áreas de Uso Restrito.	22
<b>Figura 9.</b> Classes de solos na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.....	23
<b>Figura 10.</b> Mapa de Aptidão Agrícola das terras de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ. ....	24
<b>Figura 11.</b> Variogramas dos atributos avaliados em ambas as profundidades para PH, fósforo (P), Potássio (K),Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al) e matéria orgânica (MO). .	29
<b>Figura 12.</b> Distribuição espacial de pH, a 0-20 e 20-40 cm. ....	30
<b>Figura 13.</b> Distribuição espacial de Alumínio, 0-20 e 20-40 cm.....	31
<b>Figura 14.</b> Distribuição espacial de Cálcio, 0-20 e 20-40 cm. ....	32
<b>Figura 15.</b> Distribuição espacial de Magnésio, 0-20 e 20-40 cm. ....	33
<b>Figura 16.</b> Distribuição espacial de Potássio, 0-20 e 20-40 cm.....	34
<b>Figura 17.</b> Distribuição espacial de Fosóforo, 0-20 e 20-40 cm. ....	35
<b>Figura 18.</b> Distribuição espacial de matéria orgânica, 0-20 e 20-40 cm. ....	36
<b>Figura 19.</b> Identificação de unidades da Paisagem da Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	37
<b>Figura 20.</b> Localização da Microbacia de Barracão dos Mendes na Bacia Hidrográfica do Rio Grande no município de Nova Friburgo, RJ.....	38
<b>Figura 21.</b> Hidrografia da Microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ.....	38
<b>Figura 22.</b> Perfil hidrográfico da área de estudos, Nova Friburgo,RJ.....	39
<b>Figura 23.</b> Mapa de Áreas de Preservação Permanente hídricas na microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ. ....	39

<b>Figura 24.</b> Área de abrangência do Parque Estadual dos Três Picos, Rio de Janeiro. ....	41
<b>Figura 25.</b> Mapa de Remanescentes de Vegetação Nativa na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.....	41
<b>Figura 26.</b> Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – IVDN, microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	44
<b>Figura 27.</b> Mapa de Zoneamento Ambiental da Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	46
<b>Figura 28.</b> Áreas de Risco de Inundações na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ. ....	48
<b>Figura 29.</b> Mapa de deslizamentos de terra ocorridos em janeiro de 2011 no município de Nova Friburgo, Rio de Janeiro.....	49
<b>Figura 30.</b> Mapa de deslizamentos de terra ocorridos em janeiro de 2011 na microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.....	50
<b>Figura 31.</b> Principais áreas de risco de inundações e deslizamentos na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ .....	51
<b>Figura 32.</b> Mapa de Zoneamento Agroecológico proposto para a área de estudos.....	52

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Nova Friburgo: da Colônia Agrícola à Agricultura Moderna .....	3
2.2 Situação Atual da Agricultura na Região do Alto Vale do Rio Grande .....	6
2.3 Novos Paradigmas da Agricultura Moderna no Brasil e o Advento da Agricultura de Precisão - AP .....	7
2.4 A Regularização Ambiental Rural.....	9
2.5 Transições para uma Agricultura Sustentável .....	11
2.6 Transição Agroecológica no Território do Distrito de Campo do Coelho .....	11
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 Caracterizações da Área de Estudo .....	13
3.2 Caracterização do Relevo .....	15
3.3 Caracterização dos Solos e da Aptidão Agrícola.....	15
3.4 Caracterização da Paisagem .....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
4.1 Relevo.....	18
4.1.2 Áreas de uso restrito .....	21
4.2 Solos .....	22
4.2.1 Classes de solo.....	22
4.2.2 Aptidão agrícola das terras da Microbacia Barracão dos Mendes.....	24
4.2.3 Fertilidade dos solos .....	25
4.3 Paisagem.....	36
4.3.1 Hidrografia .....	37
4.3.2 Remanescentes de vegetação nativa .....	40
4.3.2.1 NDVI - <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> .....	42
4.3.3 Área Consolidada .....	45
4.3.4 Zoneamento Ambiental da Área de Estudos .....	45
4.4 Vulnerabilidades .....	47
4.4.1 Inundação .....	47
4.4.2 Movimentação de massa.....	49
4.5 Perspectivas para uma Nova Paisagem Agrícola .....	53
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início da ocupação e colonização do Município de Nova Friburgo, há quase 200 anos, a relação Solo-Relevo-Paisagem impôs duros entraves e adversidades a todos que ali se estabeleceram. Solos rasos e rochosos, relevo ondulado e com áreas demasiadamente íngremes, planícies de inundações e áreas densas de Mata Atlântica sempre foram motivo de preocupação e descontentamento de colonos e agricultores. Porém, após décadas de transformações e modernização da agricultura, o homem ainda continua sua luta contra essas adversidades e, atualmente, em sistemas mais intensivos de produção. A Região do Alto Vale do Rio Grande se estabeleceu como importante área produtiva de hortaliças a partir da década de 1960. Desde então, permanece no paradigma da agricultura moderna e intensiva, incompatível com a condição de montanha, tão característica na região. Sob a visão fragmentada da agricultura moderna, os agricultores se interessam apenas com o que ocorre dentro de sua propriedade e o com o que pode incrementar a sua produtividade. No entanto, em ambiente de montanha, é fundamental ter uma visão sistêmica de toda a microbacia hidrográfica e de sua paisagem, e conhecer as inter-relações entre os diferentes fatores atuantes. Esta visão sistêmica, orgânica e holística de todo o agroecossistema é primordial para qualquer ação e planejamento estratégico visando o desenvolvimento rural sustentável e a transição agroecológica nos territórios.

O uso de geotecnologias tem sido cada vez mais disseminado na agricultura contemporânea. A partir de *softwares*, computadores e banco de dados georreferenciados é possível fazer análises detalhadas e precisas de determinada área de estudo, seja uma pequena propriedade rural ou uma bacia hidrográfica. Estas novas tecnologias também estão chegando próximas ao produtor e proprietário rural, principalmente após a instituição do Código Florestal – Lei Federal 12.651/12 e a obrigatoriedade de adesão ao Cadastro Ambiental Rural. Este, por si só já é um produto da geotecnologia, onde o zoneamento ambiental do imóvel rural passa a fazer parte de um extenso banco de dados georreferenciado de todas as propriedades rurais do Brasil. A Lei Federal 10.267/2001, que regulamenta o Georreferenciamento de Imóveis Rurais para cadastro no INCRA, também é um exemplo de aplicação da geotecnologia.

Portanto, pelas possibilidades que as inovações geotecnológicas têm apresentado, pelo constante crescimento de bancos de dados públicos, com as mais variadas informações geográficas e principalmente, pela difusão destas tecnologias e ferramentas no meio rural, acredita-se que a Agroecologia também possa se aproximar destas tecnologias e usá-las para criar seus próprios bancos de dados, para produzir informações fundamentais para estudos de territórios, levando em consideração suas características físicas, químicas, biológicas e de suas principais vulnerabilidades. Com estas informações, zoneamentos ambientais e agroecológicos específicos podem ser gerados e darem suporte a políticas públicas ou outras ações de incentivo e fomento à transição agroecológica em territórios de agricultura familiar. Em outras palavras, acredita-se que seja possível fazer um planejamento agroecológico estratégico de precisão com o auxílio destas ferramentas visando a transição agroecológica. Práticas mais precisas, em ações pontuais, de acordo com as características intrínsecas de cada zona de manejo agroecológico podem ser identificadas, priorizadas e incentivadas.

Este estudo objetivou fazer uma análise sistêmica e multidisciplinar da Microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Foram analisadas, por meio de geotecnologias, as principais características de Relevo, Solo e Paisagem, bem como suas interações e relações, a fim de se produzir informações úteis e necessárias para planejamento

estratégico de desenvolvimento rural sustentável, em especial os voltados a agroecologia e transição agroecológica. Além da produção de dados que possam subsidiar ações e pesquisas na Microbacia de Barracão dos Mendes, espera-se que a geotecnologia possa estar presente nos debates e nas ações agroecológicas, produzindo dados de qualidade técnica que possam contribuir para uma melhor convivência entre sistemas agrícolas, homem e paisagem, especialmente em áreas vulneráveis como os ambientes de montanha.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Nova Friburgo: da Colônia Agrícola à Agricultura Moderna

Em 1818, D. João VI, considerando a crise europeia no pós-guerras napoleônicas, resolve abrir as portas do Brasil para um novo ciclo demográfico, que iria repercutir em todo o futuro do país. Chegariam outros povos que não os da península ibérica, africanos escravizados e remanescentes ameríndios para compor a identidade Brasileira. E o primeiro a iniciar esta nova onda de imigrações foi o povo Suíço, encantado com as facilidades oferecidas pelo império, como despesas de viagem, alojamentos, terras, animais, isenção de serviço militar, de impostos pessoais e territoriais, além do exercício de livre religião (LAMEGO, 1950).

A ocupação ocorreria na Fazenda Morro Queimado, situada às margens do Caminho das Minas de Cantagalo e adquirida em 1787 por D. João VI. Esta Fazenda foi destinada à instalação dos primeiros imigrantes suíços trazidos por Sébastien-Nicolas Gachet, suíço que havia se estabelecido no Rio de Janeiro. Ele propôs ao império formar uma colônia de suíços que ajudaria a socorrer os habitantes do cantão de Fribourg, que haviam atravessado rigoroso inverno, seguido de grave crise alimentar (SANGLARD, 2003). O decreto que autorizou a colonização, firmado em 1818, previa uma ocupação provisória pelos colonos, às margens do Rio Bengala, para que futuramente construíssem suas casas nos lotes rurais tão logo fossem distribuídos. Neste local, originou-se um núcleo de povoamento, elevado à categoria de Vila em 13 de janeiro de 1820 (FILHO, 2006).

Neste decreto, em seu artigo IV, fica evidente o objetivo de se implantar um núcleo rural, de pequenas propriedades e de trabalho livre, que seria incentivado e estimulado diretamente pelo Governo, assegurando as bases iniciais da Colônia. Daí surge o primeiro plano de subsídios agrícolas para os colonos, onde previa que:

Cada família, segundo o número de pessoas de que for composta receberá em plena propriedade por concessão e sem pagar renda ou pensão alguma, uma determinada porção de terra e, além disso, animais, ou seja bois, cavalos, ou machos de puxar, vacas, ovelhas, cabras e porcos e para plantar e semear, distribuir-se-lhes-á trigo, feijões, favas, arroz, batatas, milho, semente de mamona para fazer azeite para luzes, linhaça e sementes de cânhamo; em fim receberão viveres em espécie, ou em dinheiro durante os dois primeiros annos do seu estabelecimento[...]. (BRASIL, 1820)

No entanto, a intenção do império português para com os colonizadores suíços em instaurar uma colônia agrícola teve suas primeiras frustrações nos anos iniciais. Bernardes (1958, p.25) descreve este momento da seguinte forma:

Apesar de toda a insistência da administração da colônia que procurou impedir o desenvolvimento de um núcleo urbano para que esse não desviasse os colonos da agricultura, foi exatamente isso o que sucedeu. De um lado, a instalação da vila representava a quebra do isolamento a que estavam condenados esses imigrantes, que muitas vezes não eram sequer agricultores e, de qualquer modo, estavam habituados à vida gregária em aldeias. Por outro lado, os entraves que logo surgiram, impedindo o progresso e negando estabilidade à ocupação agrícola da colônia, constituíram o principal fator da expansão do aglomerado urbano, desde os primeiros anos.

Os principais “*entraves que logo surgiram*” aos primeiros imigrantes foram: a adversidade climática para cultura do café, devido a longos períodos de baixas temperaturas, com cerca de 850 metros de altitude; chuvas intensas no verão; relevo acidentado, por vezes íngreme demais; descontentamento com as qualidades do solo recebido, demasiado raso e rochoso. Mayer (2003), também indica como principais dificuldades na implantação da colônia agrícola a distribuição insuficiente de sementes e animais, realizada em 1821 e o fracasso inicial em cultivar espécies européias como a uva. Estas foram, progressivamente, substituídas por plantios tropicais como a mandioca, milho, feijão, batatas e amendoim.

O autor também cita uma descrição de Cansação de Sinimbu, Juiz de Direito da Comarca de Cantagalo, da paisagem quando conheceu a área da Nova *Fribourg*:

Todo o terreno é composto de morros, separados uns dos outros por estreitos vales que servem de leitos a numerosos regatos que deles dimanam e vão engrossar as águas do ribeirão do Santo Antônio. Esses morros pedregosos e em muitos lugares sujeitos a geadas de meia altura até o topo são absolutamente incapazes de produção.

Esta descrição releva e expressa os principais objetos de reclamações dos colonos e justifica diversos pedidos de saídas. A recém-criada Vila entra em um período de decadência. A fim de evitar o colapso da colônia, o Governo envia uma nova leva de imigrantes alemães que estavam alojados em Niterói, sem nenhum destino determinado (LAMEGO, 1950). Os alemães, porém, enfrentaram as mesmas adversidades encontradas pelos suíços e muitos acabam por deixar a região rural e se dedicaram a outras atividades, retornaram para o Rio de Janeiro ou, seguiram para as lavouras de café, em regiões com temperaturas mais elevadas e menores altitudes. Nas décadas seguintes, Nova Friburgo começou a receber imigrantes de outras regiões, como Libaneses, Italianos, Japoneses, Húngaros e Austríacos.

No entanto, mesmo diante todas as adversidades, o Alto Vale do Rio Grande consolidou-se como área propícia à implantação de fazendas, não adequadas ao cultivo do café, mas com condições necessárias a uma ocupação baseada na agricultura familiar com plantio de produtos destinados ao abastecimento interno, ou como definido por Prado Junior (2004), produtos de “atividades acessórias”, como existira nas regiões canavieiras, praticadas por escravos e empregados das fazendas. Neste local, foi estabelecido o distrito de Campo do Coelho, antigo distrito denominado de Terras Frias que incluiu além da vila, os povoados que hoje conhecemos como Barracão dos Mendes, Conquista, Salinas, Santa Cruz, Jaborandi, Centenário, Três Picos, Campestre e São Lourenço (FILHO, 2006). E, por mais de um século, no atual 3º Distrito de Nova Friburgo, preservou-se o modo de produção característico ao campesinato, com agricultores mantendo certo grau de autonomia no processo de planejamento produtivo, escolhendo o que plantar ou como empregar a mão-de-obra. Porém, a partir da década de 50, Filho (2006) relata o início de um período de transição ou “época que se tinha pouco dinheiro, porém fartura”.

Ao final da Segunda Guerra Mundial, o modelo tecnológico de uma nova agricultura consolidado nos Estados Unidos começou a ser difundido nos demais países. A substituição da agricultura tradicional por uma agricultura moderna nos países de Terceiro Mundo representou a abertura de importantes canais para a expansão dos negócios das empresas que se voltaram à produção de insumos para a agricultura (Brum 1987). O primeiro país subdesenvolvido a adotar o pacote da Revolução Verde foi o México, onde o governo já desenvolvia um programa de pesquisa para melhoramento de trigo e milho desde a década de 1930 (Goodman & Redclift 1991).

A partir dos anos 1960, a pesquisa agrícola adquiriu uma dinâmica global, com diversos centros de pesquisa instalados em vários países, financiados pelo Banco Mundial, e

fundações sem fins lucrativos como a Fundação Rockefeller e a Fundação Ford, bem como outras instituições de financiamento. Por outro lado, os efeitos nocivos das práticas intensivas da agricultura moderna passaram a ser identificados e divulgados através da mídia e de publicações científicas. A utilização de fertilizantes e de agrotóxicos começou a ser duramente criticada, em função dos problemas causados pelo uso intensivo desses produtos, tais como: intoxicação humana e animal; surgimento de pragas mais resistentes; contaminação da água e do solo; erosão; e salinização do solo (ALBERGONI,2007).

De volta à Nova Friburgo, também a partir de 1960, outro fenômeno ocorre – as propriedades começam a ser divididas em todo município. As heranças sucessivas aceleraram o processo de desmembramento das propriedades rurais. Segundo Grisel (2015), este fator e a diminuição de mão de obra agrícola deslocadas para a indústria do município que oferecia melhores remunerações, fizeram com que filhos de agricultores seguissem cada vez mais uma estratégia de maximização de renda por hectares nas glebas herdadas, conduzindo assim à intensificação dos sistemas de cultivo na região. Este novo contexto, a partir dos anos 1970, transformou não só o sistema agrário como também a paisagem local. A suinocultura e produção de grãos deixaram de ser predominantes, pomares de pereiras foram abandonados para darem lugar agora a rotações de culturas como brócolis, couve-flor e tomate. Um novo período se inicia na agricultura serrana fluminense, com cultivos mais intensivos e de usos mais intensivos de recursos naturais, definindo as bases que perduram até hoje na horticultura praticada na área de estudo.

Neste período, o uso de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos também se acentuou atingindo índices bastante elevados. De acordo com Graziano Neto (1982), entre 1965 e 1975 o consumo de fertilizantes cresceu a taxa média de 60% ao ano, enquanto que os agrotóxicos cresceram numa média anual de 25%. Este crescimento ocorreu devido às indústrias de equipamentos e insumos passarem a pressionar, direta ou indiretamente, a agricultura a se modernizar, almejando uma venda cada vez maior. Porém, o que realmente deu um grande impulso na transformação da base técnica da produção agrícola foi o incentivo governamental através do chamado crédito rural, viabilizado principalmente a partir de meados da década de 1960 (TEIXEIRA,2005).

Sobre a questão, Gonçalves Neto (1997, p. 78), destaca que:

A década de 70 assistirá a uma profunda mudança no conteúdo do debate. Impulsionada por uma política de créditos facilitados, que se inicia na segunda metade dos anos 60, pelo desenvolvimento urbano-industrial daquele momento, que se convencionou chamar de “milagre brasileiro”, a agricultura brasileira não apenas respondeu às demandas da economia, como foi profundamente alterada em sua base produtiva. O maciço crescimento do uso da tecnologia mecânica, de defensivos e adubos, a presença da assistência técnica, o monumental êxodo rural, permite dizer que o Brasil mudou e o campo também.

Considerando este novo cenário que se configura na agricultura moderna brasileira, Silva (1981) conclui que: “*A produção agropecuária deixa, assim, de ser uma esperança ao sabor das forças da natureza para se converter numa certeza sob o comando do capital*”. A partir daí, nota-se uma intervenção maior do Estado no campo, com presença marcante na produção agrícola no que tange à fiscalização, determinação de preços, estocagem, comercialização, etc. O planejamento direcionado ao setor rural passou a determinar os rumos da produção. Nesse contexto, o Estado procurou instaurar seu projeto modernizador com o objetivo de atrelar o setor agrário ao processo de desenvolvimento econômico, intensificando ainda mais o crédito rural, criando institutos de pesquisas e assistência técnica, a fim de

incentivar a utilização de técnicas e insumos modernos. Era preciso viabilizar o chamado complexo agroindustrial instituído no país, e para isso, também foram criados programas de subsídios diretos, visando baratear a compra de insumos, através do pagamento de parte do preço do produto industrial com recursos do Estado (TEIXEIRA,2005).

Em Nova Friburgo, na década de 70, que se consolidou a primeira estrada ligando o centro urbano ao Barracão dos Mendes, iniciando o transporte dos produtos agrícolas por caminhões. Isto que levou à formação do primeiro mercado agrícola nesta mesma comunidade, conhecido como o “Barracão dos Mendes”. Após 1975, as estradas foram asfaltadas, se destacando a rodovia Nova Friburgo – Teresópolis, atual RJ-130. A abertura de novos mercados levou à especialização da agricultura local, que passou a produzir espécies de maior valor agregado. O mercado informal de Barracão dos Mendes também passou a ser absorvido pela implantação de uma Central de Abastecimento - CEASA na localidade de Conquista (Grisel, 2015).

A otimização de pequenas áreas produtivas, com o uso de mecanização, irrigação e uso de sementes de cultivares híbridas de ciclo curto extinguiram a prática de pousio, outrora muito comum no Alto Vale do Rio Grande. Agora, toda área agrícola é intensivamente cultivada durante todo o ano. O manejo de fertilidade é feito, principalmente, pela adição de esterco de aves trazidos de outros locais de produção, distantes da região. Produtores mais capitalizados passaram a nivelar as várzeas do Rio Grande, suprimindo depressões no relevo que ficavam inundadas no verão, ganhando assim mais área produtiva para produzir também na época de chuvas, sem riscos de perdas por enchentes.

A mecanização também se tornou mais intensa com a chegada das máquinas como a rotativa-encanteradeira, chegando a triplicar a produtividade do trabalho de preparo do solo. Nos relevos mais acentuados, geralmente, o preparo do solo é feito no sentido do declive do terreno. Produtores menos capitalizados passaram a pagar pelo serviço de produtores que possuíam às máquinas (Grisel, 2015), prática recorrente até os dias de hoje, realizado agora com tratores e microtratores.

## **2.2 Situação Atual da Agricultura na Região do Alto Vale do Rio Grande**

Em seus estudos sobre sistemas de cultivo de hortaliças na região Sudoeste do município de Nova Friburgo, Grisel (2015) definiu cinco importantes sistemas de produção praticados na região. Estes se diferenciam, principalmente, por suas características de relevo, solo e paisagem: 1) Sistema de cultivo SC1: Praticado nos lugares mais altos da paisagem, nos vales secundários ou nas encostas dos morros de declividade média a forte. Caracterizam-se por incluir um período de pousio durante os meses de seca, principalmente devido ao fato de a fertilidade do solo ser desfavorável nessas áreas, o teor de matéria orgânica também cai rapidamente. O preparo do solo é mecanizado e, como são áreas declivosas este preparo é geralmente em “V” ou “espinha de peixe”, para facilitar o escoamento de água. Curvas de nível não são feitas. As principais espécies cultivadas são couve-flor, brócolos, feijão-de-vagem, tomate e abobrinha. 2) Sistema de cultivo SC2: Localizado nas áreas de várzeas do Rio Grande, nas cotas mais baixas da paisagem. Ocupa toda a baixada dos vales, mais exatamente nas várzeas dos microrrelevos de planícies alagadas durante fortes chuvas do verão. Nos períodos de chuva podem ficar em pousio. Estas áreas, geralmente ficam distantes da moradia do produtor. As principais espécies cultivadas são couve-flor, brócolos e nabo. 3) Sistema de cultivo SC3: Sistema mais comum na região e não possui pousio. Pratica-se o cultivo intensivo durante todo o ano, em áreas de planícies ou pouca declividade. As principais espécies cultivadas são couve-flor, brócolo, tomate ou pimentão, abobrinha, ervilha

e feijão-de-vagem. 4 e 5) Sistemas de cultivos SC4 e SC5: Diferenciam-se apenas pelas espécies utilizadas no manejo de rotação - salsa, brássicas, feijão-de-vagem (SC4) e beterraba, cenoura e brássicas (SC5). Não se diferenciam pela localização nos diferentes locais da paisagem e relevo da região. Todos os sistemas possuem mecanização apenas no preparo do solo, realizado por microtratores alugados.

Outra questão que chama a atenção é o alto consumo de agrotóxicos e insumos na região, sem o cuidado necessário na sua aplicação. Este aspecto deve-se a uma combinação de múltiplos e acarretam contaminação humana e ambiental por diferentes vias. Os principais fatores associados ao uso intensivo de agrotóxicos são a busca de alta produtividade anual e condições climáticas favoráveis ao plantio e ao desenvolvimento de diversas pragas agrícolas, (CALDAS, 2005).

A atividade agrícola é de pequeno porte e com uma atividade familiar onde adultos e crianças se ajudam mutuamente no trabalho. Este fato faz com que os indivíduos de uma mesma família que exercem atividades na lavoura, estejam sob o risco de contaminação ocupacional e ambiental significativo aos pesticidas. Esta contaminação é ainda mais preocupante uma vez que pouco se sabe da ação prolongada dos pesticidas sobre o corpo humano ainda em formação (ESKENAZI et al, 1999), e o fato das residências e das escolas estarem localizadas no mesmo espaço físico das lavouras. Isto possibilita a exposição aos agrotóxicos também daqueles indivíduos que não lidam diretamente com as lavouras.

A agricultura familiar apresenta características compatíveis com o ideário de sustentabilidade e possui valores construídos na unidade produtiva, decorrentes de uma simbiose entre o ecossistema e o agricultor que trabalha diretamente na terra. As tradições culturais são mais fortemente influenciadas pelo meio, onde há uma significativa interação, representando um traço a ser mantido pelos sucessores do grupo familiar que, amparados por técnicas tradicionais, se relacionam mais harmoniosamente com o ambiente natural em que desenvolvem suas atividades, tanto as relacionadas às atividades técnicas na agricultura quanto às sociais. Estas características ganham maior importância quando comparadas às explorações patronais que tendem a ocasionar maiores prejuízos ambientais e sociais, devido ao baixo emprego de mão-de-obra ocasionando o êxodo rural (FINATTO, 2008).

### **2.3 Novos Paradigmas da Agricultura Moderna no Brasil e o Advento da Agricultura de Precisão - AP**

Apesar de a agricultura familiar ter surgido nos tempos do Brasil Império, ganhando forças em tecnologias e mão-de-obra após a chegada dos imigrantes europeus, o Brasil mantém um histórico de produção agrícola latifundiária - monocultivos de commodities em áreas de grandes extensões e sistema produtivo altamente tecnificado. Essa situação fez com que, historicamente, a agricultura familiar ficasse em segundo plano, recebendo menor incentivo e direcionamento de políticas públicas e, como consequência, tendo um grande atraso tecnológico em relação aos grandes produtores (PIROLI, 2013).

As mudanças tecnológicas no campo da agrobiotecnologia, e seu novo paradigma, que ora se observa, resultam da combinação de um conjunto de fatores, ocorrendo não apenas em função da evolução do conhecimento científico e tecnológico, mas também da dinâmica de concorrência dos respectivos mercados, bem como da lógica de valorização dos ativos das empresas oriundas principalmente do ramo químico (Albergoni,2007).

No entanto, outros novos paradigmas estão surgindo na agricultura moderna, que não necessariamente atrelados ao complexo agroindustrial, ou as grandes corporações de insumos

químicos. O avanço no desenvolvimento, e principalmente no acesso a geotecnologias, está de encontro as mais diversas aplicações no setor agrícola mundial.

O uso de geotecnologias tornou-se significativo na última década, e mais recentemente, o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados – VANT e Aeronaves Remotamente Pilotadas (Remotely Piloted Aircrafts – RPA, popularmente conhecidos como “*drones*”, vêm se destacando e se consolidando nos levantamentos aerofotogramétricos, proporcionando análises detalhadas de características topográficas, agrícolas e ambientais de grandes propriedades rurais no Brasil. O uso destas técnicas e tecnologias em sistemas agrícolas é definido como Agricultura de Precisão (AP). Segundo Pierce e Nowak (1999) AP consiste em um conjunto de princípios e tecnologias aplicados no manejo da variabilidade espacial e temporal associada à produção agrícola, objetivando aumentar a produtividade das culturas e a qualidade ambiental. Em outros termos, envolve o levantamento e processamento de informações detalhadas e georreferenciadas sobre as áreas agrícolas, com a finalidade de definir estratégias de manejo mais eficientes como a racionalização de insumos através de aplicações localizadas em áreas onde se faz mais necessário ou em quantidades adequadas.

Os atributos do solo, assim como suas classes, são distribuídos em um padrão previsível devido à existência da relação solo-paisagem (SILVA,2013). Esta relação ocorre, principalmente, devido à ação do movimento dos cursos d’água sobre a paisagem, percorrendo todo o relevo, sendo responsável pela distribuição espacial dos diferentes solos. Mesmo que no campo seja possível perceber mudanças abruptas no solo em determinado espaço, é mais freqüente se perceber mudanças graduais e contínuas. Com o avanço no sistema de informações geográficas – SIG nas últimas décadas, e o desenvolvimento de novas técnicas utilizando o formato *raster*, se tornou possível representar a superfície em forma de uma matriz de células (pixels) organizada em linhas e colunas (grid), onde cada célula contém um valor representando a informação desejada (SILVA,2013). Portanto, devido às características naturais das relações solo-paisagem, e a análise de dados *raster*, tornou-se possível o desenvolvimento de técnicas de Mapeamento Digital de Solo – MDS.

Dentre as variáveis intrínsecas ao processo de formação do solo (clima, relevo, material de origem, tempo, microorganismos e vegetação), o relevo é a mais utilizada no MDS. Em uma área contígua, com as mesmas variáveis, as características de relevo são as que apresentam a maior variabilidade no espaço. Isto favorece a escolha desta variável para se trabalhar e facilita o acesso às informações topográficas em Modelo Digital de Elevação-MDE, como os fornecidos nos Metadados do produto Ortofoto 1: 25.000 do Projeto RJ-25 do IBGE, obtidos por aerofotos ortorretificadas através de processos fotogramétricos analíticos digitais de aerotriangulação em bloco (IBGE,2005).

O estudo de MDS tem se tornado um importante aliado para o planejamento de uso do solo, com maior precisão e maior agilidade na avaliação de aspectos como fertilidade do solo, estudos hidrológicos, planejamento de atividades agrícolas, controle de riscos de erosão, manejo de recursos naturais e zoneamento ambiental de áreas. Entretanto, além da amostragem simples de solo e elaboração de mapas interpolados, a identificação de zonas homogêneas dentro das áreas de estudo (MOLIN,2002) é uma estratégia mais viável técnica e economicamente para a implementação do manejo localizado pelo agricultor. Conceitualmente, zonas de manejo são representadas por subáreas que apresentam uma combinação homogênea de fatores potencialmente limitantes da produtividade, são de caráter permanente e podem ser manejadas como unidades individualizadas dentro do talhão (Molin & Castro, 2008). Para a delimitação das zonas de manejo, devem ser levadas em consideração critérios como topografia, atributos físicos e químicos do solo, histórico da área, informações de produtividade, entre outros.

Já para Resende (2010), existem três importantes questionamentos diante do modelo atual de Agricultura de Precisão em fertilidade do solo no Brasil e que, segundo o autor, devem ser objetos de pesquisa: 1) Quais são as implicações do manejo de corretivos e fertilizantes em termos de homogeneização e estabilização de atributos do solo e da produtividade das culturas em médio e longo prazo; 2) Como é improvável a continuidade indefinida dos ganhos econômicos auferidos nas primeiras intervenções com AP nos talhões, qual deve ser a frequência de amostragem de solo e do manejo sítio-específico da adubação, tendo em vista a economicidade; 3) Quais são os benefícios ambientais resultantes da implementação da AP e quais critérios devem ser usados para sua quantificação e valoração.

Mesmo diante destas questões a serem respondidas pela pesquisa em AP, as conclusões de Piroli (2013) são mais otimistas. Este comprovou que mapas elaborados a partir de análises feitas nas propriedades rurais facilitam as atividades de planejamento e orientam os pequenos produtores sobre as condições produtivas de suas áreas, sendo facilmente reaplicado em outras localidades. Ainda, contribui para o aumento da produção, para a melhora das condições de vida e para a manutenção dos pequenos produtores rurais em suas propriedades.

#### **2.4 A Regularização Ambiental Rural**

A regularização ambiental dos estabelecimentos rurais é lei desde o código florestal de 1965 e foi mantida na Lei Federal 12.651/2012. Compreende ações visando à conservação e a preservação dos solos, dos recursos hídricos, da flora nativa, da fauna silvestre e do ar, tais como: restauração das áreas de preservação permanente (cursos d'água e de nascentes) assim como a recomposição da área de reserva legal, que considerando o nosso bioma Mata Atlântica equivale a 20% da área do estabelecimento rural (TÔSTO, 2014).

O conceito de gestão dos recursos hídricos com base nas Bacias Hidrográficas começa a se tornar viável junto a implantação da Lei das Águas (Nº 9.433/97), na qual prevê que o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos é composto pelos seguintes órgãos: Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRHI) e Agência Nacional de Águas (ANA); Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados (CERHI) e do Distrito Federal; Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH); órgãos dos poderes públicos das três esferas cujas competências estão relacionadas à gestão de recursos hídricos; e as Agências de Água.

Com a Lei Federal 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, as Bacias Hidrográficas passaram a ser adotadas como unidades de planejamento do Recursos Hídricos, fundamental para a gestão do território, para as atividades agrosilvipastoris e fins de pesquisa (BRASIL, 1997). Essa mesma lei, trouxe uma abordagem inovadora para gestão dos recursos hídricos incorporando princípios de integração, descentralização e participação, assim como instrumentos que visam o planejamento e o ordenamento dos usos múltiplos.

Já o Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987, definiu microbacia hidrográfica como sendo “uma área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada” (VITTE e GUERRA, 2004). Segundo Spironello (2002), bacia hidrográfica é a área que drena as águas das chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída. O autor reforça ainda esta idéia dizendo que o conceito de microbacia é o mesmo que o de bacia hidrográfica, acrescido de que o deságue se dá em outro rio, porém, com dimensões menores, podendo chegar até 20.000 ha. A Ordem dos cursos de água reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia. Diz-se de primeira ordem as correntes formadoras, ou seja, os pequenos canais que não

tenham tributários; quando dois canais de Primeira ordem se unem formam um segmento de Segunda ordem. A junção de dois rios de Segunda ordem dá lugar à formação de um rio de Terceira ordem, e assim, sucessivamente. Independentemente das diferentes formas de definir a bacia hidrográfica, o importante é ter em mente que ela é uma célula básica de análise, a qual integra todos os elementos disponíveis no espaço geográfico (SOUZA PINTO, 1976).

Um dos grandes desafios da gestão dos recursos hídricos é garantir a participação efetiva e democrática na primeira instância de deliberação, os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's) (PINHEIRO et al. 2009). Dentre as diretrizes gerais de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos, destacam-se a gestão de recursos hídricos integrada à gestão ambiental e adequada às diversidades das diversas regiões do país.

Os CBH's são essenciais para o planejamento das ações na gestão de recursos hídricos de uma determinada região hidrográfica e através de seus fóruns de decisões, a sociedade civil pode conhecer, discutir e propor soluções sobre questões e problemas relativos às águas de sua região. Os CBHs, porém, necessitam de um braço executivo para implementar suas deliberações, as Agências de Bacia (COSTA, 2008).

Em 2012 foi promulgado o “Novo Código Florestal” (Lei Federal 12.651/2012), tendo como um dos seus pilares o cadastro ambiental rural (CAR) visto como o principal instrumento de regularização ambiental dos estabelecimentos rurais. Trata-se de um registro eletrônico, autodeclaratório, de abrangência nacional, obrigatório para todos os estabelecimentos rurais independente do seu tamanho, com a finalidade de integrar as informações ambientais, compondo a base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento, que visa facilitar a gestão dos territórios (BRASIL, 2012).

As inscrições no CAR começaram a partir da publicação da Instrução Normativa (IN) Nº 2/MMA, de 06 de maio de 2014. Com a publicação da IN passou a contar o prazo de um ano para o cadastro, renovável por mais um, caso fosse necessário. O “Novo Código Florestal” estabelece a obrigatoriedade de cadastro para todos os 5,6 milhões de propriedades e posses rurais do país (BRASIL, 2014).

A Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012), simplificou a regularização da reserva legal dispensando a averbação em cartório; hoje simplesmente é encaminhada no cadastro a proposta de localização da mesma, aguardando somente a validação pelo órgão ambiental.

Assim, o CAR contempla além dos dados do proprietário, informações fundiárias e informações espaciais sobre as áreas legalmente protegidas (Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal) e demais áreas com relevância ambiental, como as áreas consolidadas anteriores ao ano de 2008, áreas de pousio, nascentes e cursos d'água. Como o cadastro contempla todos esses dados, se mostra um instrumento de grande valia para a gestão e ordenamento territorial no que se refere às questões ambientais (INEA, 2014).

Portanto, sistemas produtivos e proteção ambiental precisam ser trabalhados em conjunto, a partir de estratégias participativas com os diversos atores envolvidos no meio rural. A compreensão da paisagem de determinado território a partir do levantamento de solos, relevo, paisagem e aptidão agrícola aliada ao uso de ferramentas de geotecnologias podem ser importantes para planejamento e suporte a estas estratégias.

O planejamento agrícola, em geral, leva em consideração somente aspectos físicos do ambiente, como solo, clima e relevo e aspectos de mercado, de forma pontual e desconexa. Aliar o planejamento de propriedades com o de paisagens de seu território supõe que sejam considerados os aspectos ecológicos de todo sistema agrícola, relacionando-se, assim, a estrutura dos ecossistemas naturais e as suas funções ambientais (serviços ambientais) com os sistemas produtivos das propriedades rurais (PIRES, 1995).

## 2.5 Transições para uma Agricultura Sustentável

Na Agroecologia, é central o conceito de transição agroecológica, entendida como um processo gradual e multilinear de mudança, que ocorre através do tempo, nas formas de manejo dos agroecossistemas, que, na agricultura, tem como meta a passagem de um modelo agroquímico de produção (que pode ser mais ou menos intensivo no uso de *inputs* industriais) a estilos de agriculturas que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica. Essa idéia de mudança se refere a um processo de evolução contínua e crescente no tempo, porém, sem ter um momento final determinado. Entretanto, por se tratar de um processo social, isto é, por depender da intervenção humana, a transição agroecológica implica não somente na busca de uma maior racionalização econômico-produtiva, com base nas especificidades biofísicas de cada agroecossistema, mas também numa mudança nas atitudes e valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais (CAPORAL,2004).

A transição de um sistema de produção convencional para um de base ecológica resulta na transformação das características ecológicas do sistema e conseqüentemente a redução ou substituição de agroquímicos, além de melhoras na estrutura e função dos agroecossistemas (LOPES, 2007). São três os níveis de transição: o 1º diz respeito à tomada de consciência do agricultor e a racionalização das técnicas convencionais; no 2º nível o agricultor passa a substituir insumos sintéticos por insumos menos agressivos ao ambiente; e no 3º ocorre o redesenho do agroecossistema, onde são resolvidos os problemas restantes dos outros níveis (GLIESSMAN, 2001). Esse processo de transição na prática não é tão simples, nem tão bem definido, podendo levar cinco anos ou mais, dependendo das condições ecológicas, econômicas e até culturais dos agricultores envolvidos (GLIESSMAN, 2001; ALTIERI, 2002; COSTABEBER et al., 2004), podendo implicar ainda numa queda inicial da produtividade (ALTIERI, 2002). Vários são os empecilhos ao sucesso dos agricultores no processo de transição: falta de assistência técnica; falta de referências científicas; isolamento dos agricultores uns em relação aos outros; falta de prática na organização e associativismo (LOPES, 2007)

Portanto, a transição por vezes se apresenta como um gargalo da agricultura ecológica, devido à queda na produtividade, e a adaptação ao novo sistema. A Agroecologia fornece a base para a transição, porém é necessário adaptar seus fundamentos a cada realidade, de maneira a se ter um plano de estratégias contextualizado com a realidade daqueles que ingressarão no processo (LOPES,2007).

No Brasil, em âmbito federal, a transição agroecológica é reconhecida no Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN,2011) e Plano Nacional de Desenvolvimento Sustentável e Solidário - PNDRSS (BRASIL,2013). Também é reconhecida no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. A transição agroecológica pode romper com alguns paradigmas e fazer parte de políticas públicas federais, estaduais e municipais, com objetivo de estimular o uso sustentável dos recursos naturais, estimular sistemas de produção com maior biodiversidade e inovar na produção, oferta e consumo de alimentos saudáveis.

## 2.6 Transição Agroecológica no Território do Distrito de Campo do Coelho

Os impactos ocasionados pela agricultura moderna e convencional na região despertaram, já há três décadas, esforços de diversas entidades e instituições na busca por modelos e arranjos produtivos mais sustentáveis.

Em 1988, foi criada em São Lourenço, a Estação Experimental de Nova Friburgo (EENF) da PESAGRO-RIO, através de uma parceria entre Prefeitura Municipal de Nova

Friburgo e a PESAGRO-RIO, com o objetivo de ser um centro experimental para pesquisas em agricultura orgânica. Esta tornou-se a primeira Estação experimental da América Latina para a agricultura orgânica. Nesta época, ocorreram parcerias com a prefeitura para contratação de operários rurais para apoio às pesquisas sobre os riscos para a agricultura familiar do uso dos agrotóxicos na olericultura. Pouco antes, em 1985, foi fundada a Associação de Produtores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro – ABIO no município de Nova Friburgo.

Em 2007, o Núcleo de Pesquisa e Treinamento para Agricultores (NPTA) chega ao município por novas parcerias entre a Prefeitura Municipal de Nova Friburgo e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com objetivo de se estabelecer e desenvolver condições para a pesquisa, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias de base agroecológica, adequados à realidade da Região Serrana Fluminense.

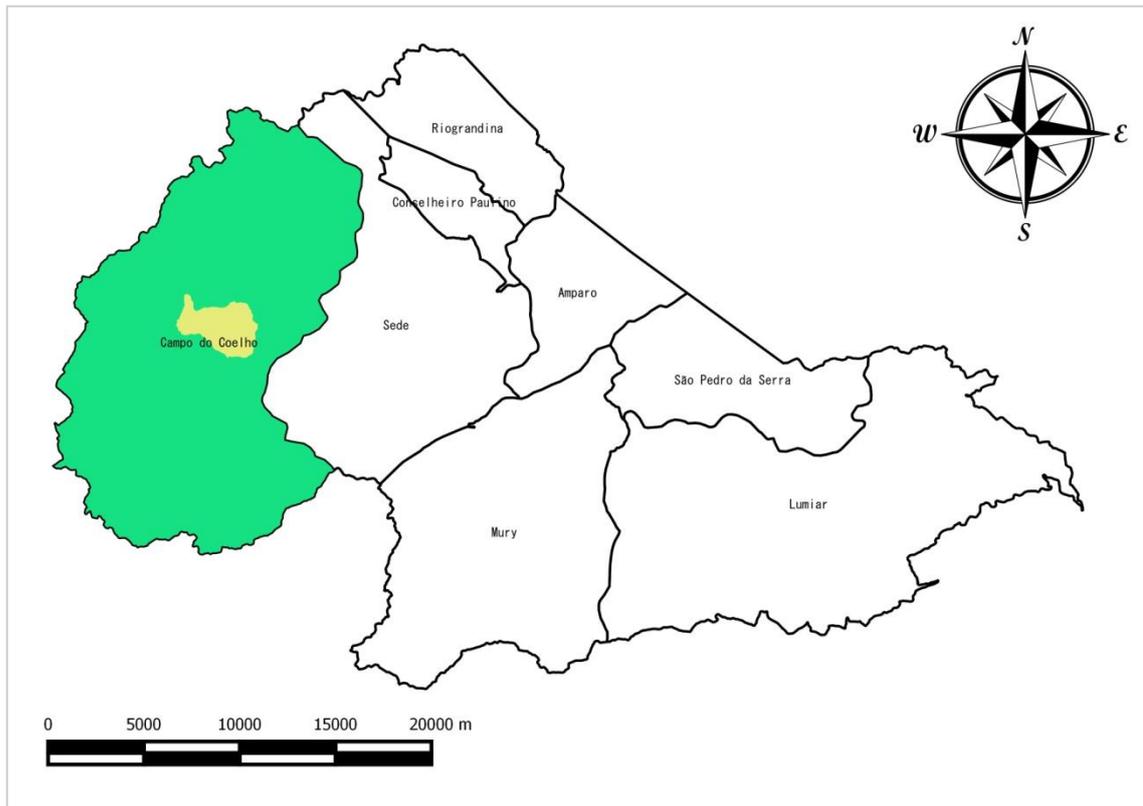
A partir de 2013 o Programa Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas – RIO RURAL – foi desenvolvido no estado do Rio de Janeiro, através da Secretaria Estadual de Agricultura e Pecuária, por meio da Superintendência de Desenvolvimento Sustentável (SEAPEC/SDS), com recursos da ordem de US\$79 milhões, sendo 50% financiado pelo Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD/Banco Mundial) e 50% pelo governo do Estado (ANTONIO, 2017). Para a execução do Programa foram realizadas parcerias com prefeituras municipais, associações de agricultores e iniciativa privada, com o objetivo geral de promover o desenvolvimento sustentável pelo aumento da produtividade agrícola com sustentabilidade socioambiental das comunidades de agricultores familiares (SEAPEC, 2012). O Programa Rio Rural atuou em diversas microbacias do município de Nova Friburgo, através da PESAGRO-RIO, com o Núcleo de Pesquisa Participativa – NPP e Emater-RIO, através de sensibilização e diagnósticos da microbacia e execução de Projetos Individuais e Coletivos de Desenvolvimento, fornecendo recursos a fundos perdidos para o incentivo e adoção de práticas agroecológicas e de boas práticas agrônômicas em todas as propriedades beneficiárias.

No entanto, Antonio (2017) afirma que a situação da extensão rural na região com uma estrutura regional e local da EMATER-RIO, empresa de ATER pública governamental, com equipes atuantes, não dão conta do número de famílias de agricultores. Pondera, ainda, que este problema pode ser minimizado com a atuação do CEFFA CEA Rei Alberto I, Nova Friburgo, com formação, em sistema de alternância de técnicos agrícolas com enfoques em agroecologia.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterizações da Área de Estudo

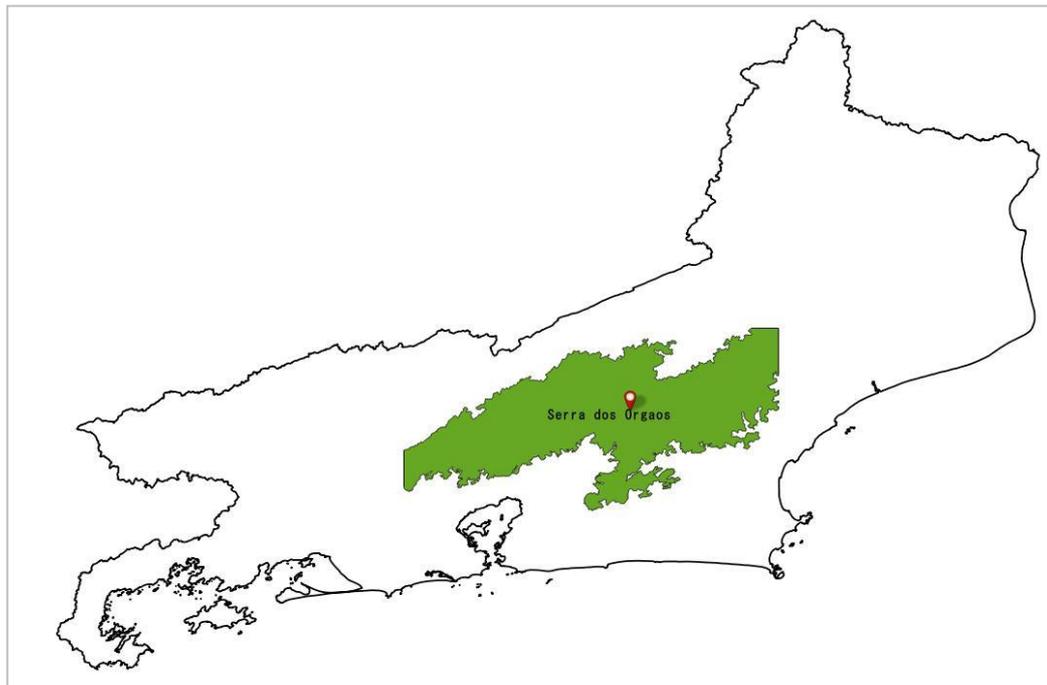
O presente trabalho foi realizado na Microbacia Hidrográfica de Barracão dos Mendes, situada na porção sudoeste do município de Nova Friburgo, Distrito de Campo do Coelho. A área de estudos abrange as localidades da Fazenda Rio Grande, Serra Nova e Serra Velha.



**Figura 1.** Localização da área de estudos na Microbacia de Barracão dos Mendes no município de Nova Friburgo, distrito de Campo do Coelho, RJ.

Esta microbacia pertence à Sub Bacia Hidrográfica do Rio Grande da Bacia do Rio Paraíba do Sul, região hidrográfica VII – Rio Dois Rios. É caracterizada pelo vale do Rio Grande e pelos vales de seus afluentes, sendo de um lado o Córrego Grande e do outro os Córregos da Serra do Rio Grande e da Florândia da Serra. A topografia é variada, existindo situações de declividade acentuada e também boas extensões de várzea. A olericultura é o centro da atividade econômica, com utilização intensiva de mão-de-obra, predominando a agricultura familiar. As atividades antrópicas impactam significativamente todos os cursos d'água no aspecto bioquímico, devido às técnicas utilizadas na produção. As águas do Rio Grande são captadas, à vazante, para abastecer grande parte da população urbana de Nova Friburgo. Na questão fundiária, caracteriza-se por apresentar, em sua maioria, unidades de produção familiares, embora haja algumas grandes propriedades e, ainda, na comunidade de Barracão dos Mendes, um núcleo urbano, com concentração de residências (SEAPEC, 2015).

Situada na região central da Serra dos Orgãos, a microbacia possui as características do clima tropical atenuadas pela altitude, sendo o clima definido como tropical de altitude. Em Nova Friburgo, as chuvas são intensas, com uma média pluviométrica anual de 1.808mm/m<sup>2</sup> (ANA,2017). De acordo com a classificação climática de Koppen-Geiger, a região serrana apresenta inverno seco e verão chuvoso, apresentando temperatura média anual de 13,8° C e temperatura máxima anual de 24,3° C, com presença de geadas nas áreas de várzea no inverno e chuvas de granizo no verão.



**Figura 2.** Localização da microbacia em relação a Serra dos Orgãos, Estado do Rio de Janeiro.

A área de estudos foi delimitada na Microbacia de Barracão dos Mendes, e compreende as localidades de Fazenda Rio Grande, Serra Velha e Serra Nova, de modo a ser representativa para toda sua área de abrangência. O principal critério para demarcação do perímetro da área de estudo foi o relevo, ou seja, sua delimitação se deu a partir das altas vertentes e divisores de água nestas localidades. Assim, apresentou área total de 843.72 hectares e perímetro de 14,26 km.



**Figura 3.** Perfil tridimensional da área de estudos.

### 3.2 Caracterização do Relevo

Todos os dados e resultados referentes ao estudo de relevo da microbacia foram processados a partir do banco de dados de fotografias aéreas com escala aproximada de 1:30.000, com resolução de 0,7 m do ortofotomosaico 1:25.000, que integra o projeto RJ-25 do IBGE e seus respectivos Modelos de Elevação de terreno – MDE. Todos os processamentos foram realizados no software livre QGIS 2.8.1 – Wien, em Sistema de Informações Geográficas – SIG.

As determinações das Áreas de Preservação Permanente de topo de morro foram feitas seguindo a determinada na Resolução N° 93 de 24/10/14 do INEA.

As classes de declividade utilizadas para confecção de mapa temático seguiram a metodologia de classificação de EMBRAPA (1979).

Os padrões de relevo identificados são produtos do projeto Meio Ambiente Digital da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano Sustentável, Prefeitura Municipal de Nova Friburgo, e estão de acordo com a metodologia de mapeamento geomorfológico proposta por Ross (1992). Todos os dados referentes a este projeto foram disponibilizados no site <https://meioambientedigital.pmnf.rj.gov.br/> com acesso e aquisição dos dados em 05 de Maio de 2016.

As áreas de Risco de Inundações foram obtidas através de modelagem por técnicos da PMNF, validado por trabalho de campo pela CPRM entre os anos 2012 e 2014.

### 3.3 Caracterização dos Solos e da Aptidão Agrícola

Para classificação dos solos da região foi utilizado o Mapa de Solos do Brasil (SANTOS, 2011). Para classificação da aptidão agrícola foi utilizado o Mapa de Aptidão

Agrícola das terras do Estado do Rio de Janeiro (CARVALHO, 2003), ambos do banco de dados de mapas georreferenciados no Sistema de Informações Geográficas - SIG da EMBRAPA Solos, núcleo de Geomática –NGEO.

Para análise de fertilidade do solo utilizaram-se 327 amostras de solo de 16 distintas propriedades rurais da microbacia, coletadas em outubro de 2013. Todos os pontos de coleta de solo (0 a 20 e 20 a 40 cm) foram georreferenciados com a utilização de um GPS de navegação. Esta amostragem foi parte integrante de projeto realizado através de uma parceria entre UFRRJ (Departamento de Solos e de Fitotecnia) e Embrapa-Agrobiologia (NPTA) com a colaboração de técnicos da EMATER e Secretaria de Agricultura de Nova Friburgo, município do Estado do Rio de Janeiro e, principalmente, de agricultores familiares locais. Este trabalho contou com apoio financeiro da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ Edital 08/2014, e do CNPq, Chamada 81/2013, Processo 487774/2013-2.

A determinação da fertilidade do solo foi realizada de acordo com EMBRAPA, (1997). Os parâmetros analisados no Laboratório de Química do Solo da UFRRJ foram: pH, Fósforo ( P ), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al) e Matéria Orgânica (MO), nas profundidades de 0-20cm (Prof1) e 20-40cm (Prof2).

Os dados obtidos foram submetidos à análise descritiva por meio da estimativa da média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, valores mínimos, máximos e coeficientes de assimetria e curtose. Posteriormente, foram submetidos à análise geoestatística por meio da modelagem do variograma experimental e estimativa dos pontos não amostrados por meio da técnica de krigagem ordinária. No processo de modelagem foram testados modelos esféricos, exponenciais e Gaussianos. A escolha do modelo mais adequado a cada condição baseou-se no menor valor da soma do quadrado dos resíduos obtida entre o ajuste do modelo teórico e experimental do variograma e, nos coeficientes linear (mais próximo a 0) e angular (mais próximo a 1) e índice RMSE (mais próximo a 0) obtidos na validação cruzada.

A técnica de krigagem ordinária consiste em um interpolador geoestatístico e, portanto, apenas deve ser utilizada para a estimativa de locais não amostrados dentro da região amostrada.

### **3.4 Caracterização da Paisagem**

Para o estudo e análise da Paisagem da área de estudo na microbacia de Barracão dos Mendes, foram utilizadas imagens Ikonos disponibilizadas pela Google Earth© e imagens aéreas do ortofotomosaico 1:25.000, que integra o projeto RJ-25 do IBGE. A partir do comparativo dessas imagens foram determinadas as áreas consolidadas e de remanescentes de vegetação nativa da microbacia, de acordo com a lei nº 12.651/12 que institui o Código Florestal.

A base georreferenciada da hidrografia da microbacia faz parte do banco de dados do projeto Meio Ambiente Digital da Prefeitura Municipal de Nova Friburgo, disponibilizados no site <https://meioambientedigital.pmnf.rj.gov.br/> com acesso e aquisição dos dados em 05 de Maio de 2016. Neste mesmo banco de dados, foram adquiridos dados georreferenciados das áreas de proteção no entorno da microbacia, como a do Parque Estadual dos Três Picos – PETP, bem como divisas de distritos do município.

As Áreas de Preservação Permanente de cursos hídricos foram processadas a partir da base hidrográfica e do que determina a Lei 12.651/12, em software livre do Sistema de Informações Geográficas – SIG, QGIS 2.8 – Wien.

A avaliação da dinâmica dos remanescentes de vegetação nativa ao longo dos anos foi realizada com imagens do programa de satélites de observação da Terra de origem Norte Americana, gerenciado pela National Aeronautics and Space Administration - NASA e United States Geological Survey – USGS, denominado Landsat.

A partir do projeto “EarthExplorer” da USGS, disponível no site <https://earthexplorer.usgs.gov/> com acesso em 10 de Agosto de 2016, foi possível adquirir as imagens de sensoriamento remoto das missões Landsat-5 a Landsat-8, coletadas para o dia 16 de janeiro dos anos 1986, 2000 e 2016.

Como metodologia para esta análise foi utilizado o Índice de Vegetação Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*) NDVI, que é representativo para vários índices de vegetação espectrais. O NDVI é, portanto, uma relação direta com o vigor da vegetação, tornando possível o mapeamento de áreas com diferentes índices de cobertura vegetal e vigor de biomassa (SILVA, 2009).

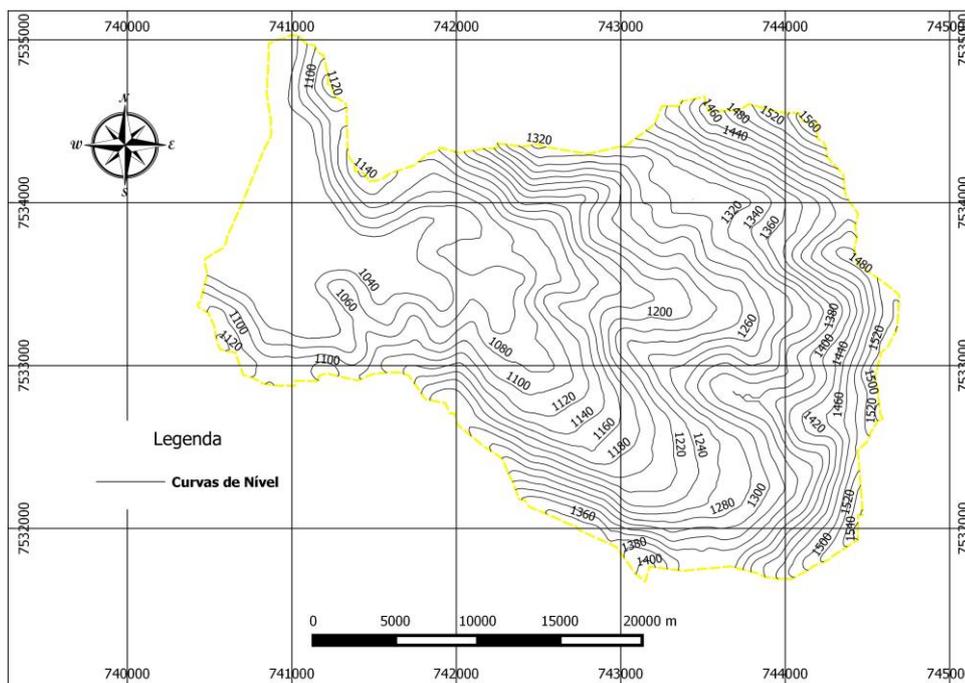
A equação do NDVI é expressa como:  $NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)$ , onde TM representa uma determinada banda espectral do sistema LandSAT (Kasmierczak, 1996). Para a banda TM 3 (região do vermelho), a vegetação verde, densa e uniforme fica escura. Por outro lado, para a banda TM 4, os corpos d’água ficam escuros e a vegetação verde, densa e uniforme fica com coloração clara. Disto resulta uma nova banda espectral, representando a razão entre as bandas originais, onde as áreas claras indicam a presença de vegetação e as áreas escuras, sua ausência numa mesma data (FREIRE; PACHECO, 2005).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de uma análise sistêmica da Microbacia de Barracão dos Mendes, com o uso de geotecnologias e da base de dados públicos e gratuitos georreferenciados geraram-se algumas informações precisas sobre as relações de fatores particulares do sistema Relevo – Solo – Paisagem e de seus impactos na agricultura e ocupação do solo. Com este conhecimento foi possível realizar um zoneamento ambiental e agroecológico, identificando áreas prioritárias de ações e práticas a serem adotadas e fomentadas via políticas públicas que visem o Desenvolvimento Rural Sustentável e Transição Agroecológica em territórios predominantemente da agricultura familiar.

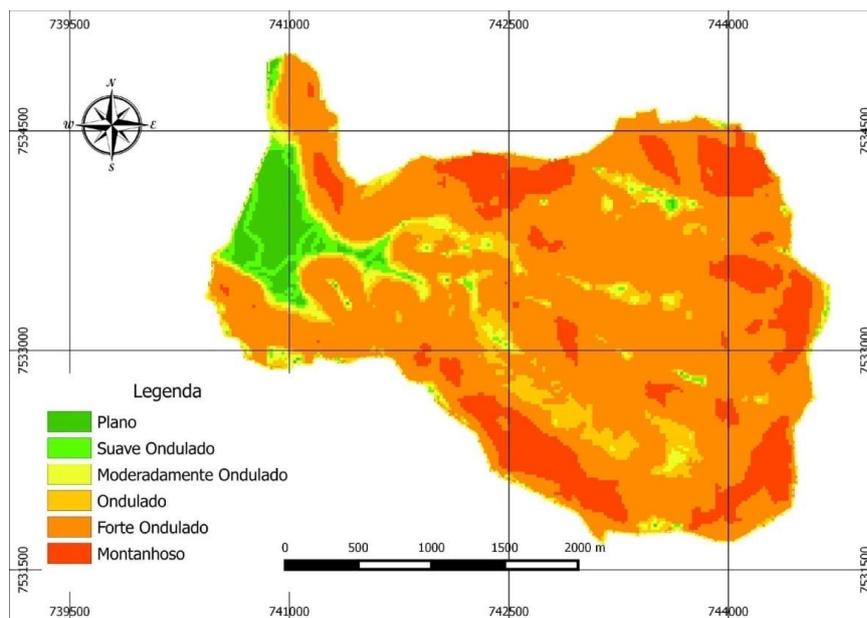
### 4.1 Relevo

Primeiramente, a partir do Modelo Digital de Elevação (IBGE,2005) foi gerado um mapa altimétrico da microbacia (Figura 4), demonstrando suas curvas de nível com equidistância de 20 metros, sendo a cota mais baixa do relevo a 1040 e a mais alta a 1540 metros de altitude em relação ao nível médio dos mares.



**Figura 4.** Mapa altimétrico da microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Em seguida, gerou-se o mapa de declividade da microbacia onde foram identificadas seis classes distintas de declividade (Figura 5) e, quantitativamente, expressos na Tabela 1.



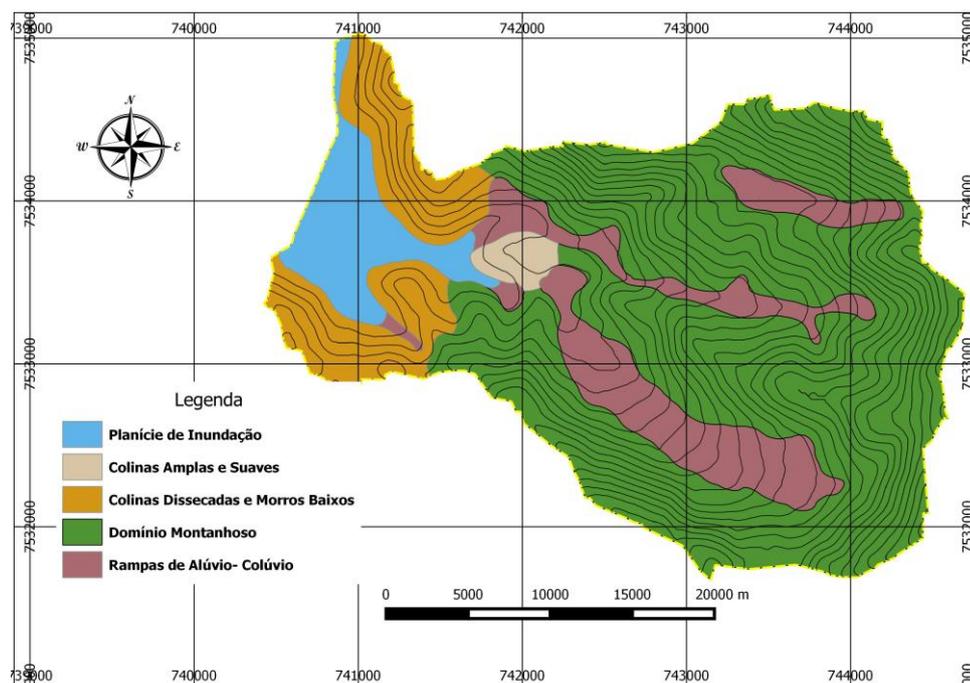
**Figura 5.** Mapa de Declividade da Microbacia Barracão dos Mendes.

**Tabela 1.** Quantitativos de áreas de relevo e classes de declividade de acordo com Embrapa,2009,

Relevo	Declividade (%)	Área (ha)	Área (%)
Plano	0 a 3	32.6268	3,87
Suave Ondulado	3 a 8	21.4174	2,54
Moderadamente Ondulado	8 a 13	35.7092	4,23
Ondulado	13 a 20	70.5579	8,35
Forte Ondulado	20 a 45	548.8539	65,06
Montanhoso	>45	134.5511	15,95

Cerca de 81% da área total da microbacia possui relevo Forte Ondulado à Montanhoso. Esta condição é importante em diversos aspectos e, principalmente, tem um impacto determinante nos sistemas de cultivo praticados na microbacia. São nestas áreas que, de acordo com Grisel (2015), o sistema agrícola inclui um período de pousio durante os meses de seca. O preparo do solo é mecanizado e geralmente feito em “V” ou “espinha de peixe”, para facilitar o escoamento de água, curvas de nível não são feitas, mesmo que sejam áreas onde esta e outras práticas, como cordões vegetativos e terraceamento, devem ser prioritárias.

Quanto aos padrões morfológicos de relevo observados, foram encontradas 05 classes distintas na microbacia, demonstradas na Figura 6.



**Figura 6.** Padrões de Relevo na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ.

O conhecimento das classes de padrões de relevo é fundamental para determinação de áreas susceptíveis e vulneráveis principalmente a movimentação de massa e inundações. Os padrões de relevo também podem demonstrar a Geodiversidade da região, com enfoque na Geologia – Relevo – Solos – Clima e Hidrologia de encostas. Também apresentam a compartimentação morfológica de terrenos, bem como processos geomorfológicos e depósitos correlativos. Com as respectivas áreas identificadas e georreferenciadas na microbacia, foi possível encontrar as extensões ocupadas por cada Classe de Padrão de Relevo na Microbacia Barracão dos Mendes (Tabela 2).

**Tabela 2.** Áreas de Padrões de Relevo na área de estudo, Nova Friburgo,RJ.

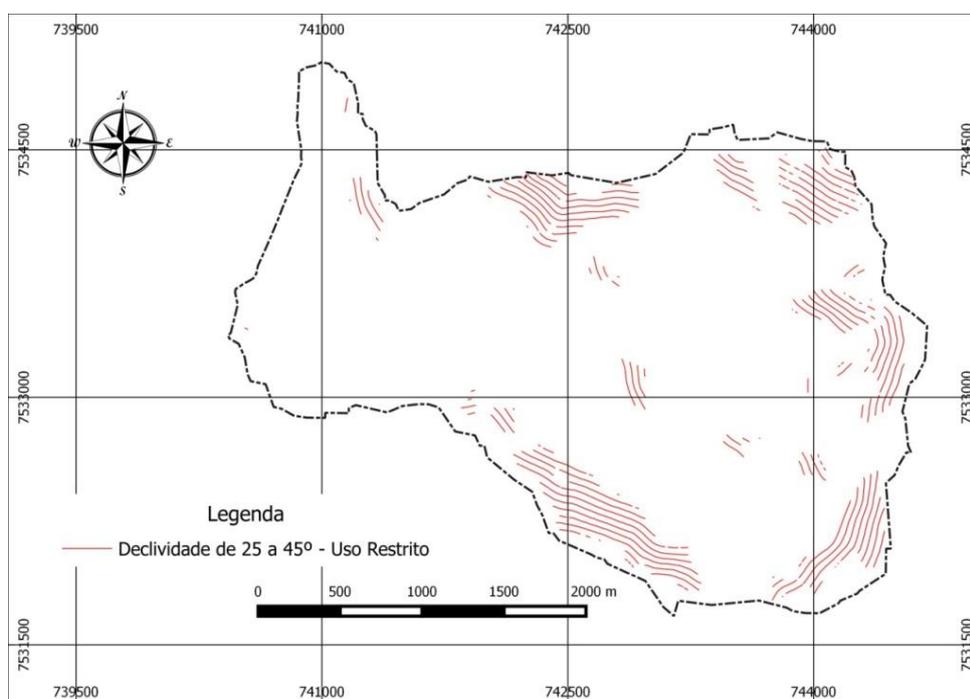
Código	Padrão de Relevo	Área (ha)	Área (%)
R1a	Planície de Inundação	62,41	7,39
R4a1	Colinas Amplas e Suaves	13,32	1,58
R4a2	Colinas Dissecadas e Morros Baixos	105,14	12,46
R4c	Domínio Montanhoso	534,83	63,39
R1c1	Rampas de Alúvio-Colúvio	128,02	15,18

A área mais expressiva é a de Domínio Montanhoso, com 63,39%. Estas áreas têm como características marcantes vertentes muito íngremes a escarpadas e altas amplitudes de relevo, presença de encostas retilíneas com paredões rochosos e topos em cristas, aguçados ou em pontões graníticos arredondados. Possuem alta densidade de escoamento superficial e predomínio de solos rasos, que favorecem diversos processos de movimentos de massa, como escorregamentos translacionais rasos no contato solo-rocha, quedas de lascas de juntas de alívio de pressão, e queda de blocos, especialmente em maciços graníticos.

As rampas de Alúvio-Colúvio representam depósitos de encostas com matriz repleta de blocos de distintos tamanhos, apresentando grandes dimensões preservadas nas baixas e médias encostas das serras e maciços montanhosos. São originários de movimentos gravitacionais de grande magnitude e norteiam o alcance das zonas de atingimento, ou seja, nesta classe pode-se ressaltar a instabilidade das encostas (DANTAS,2014).

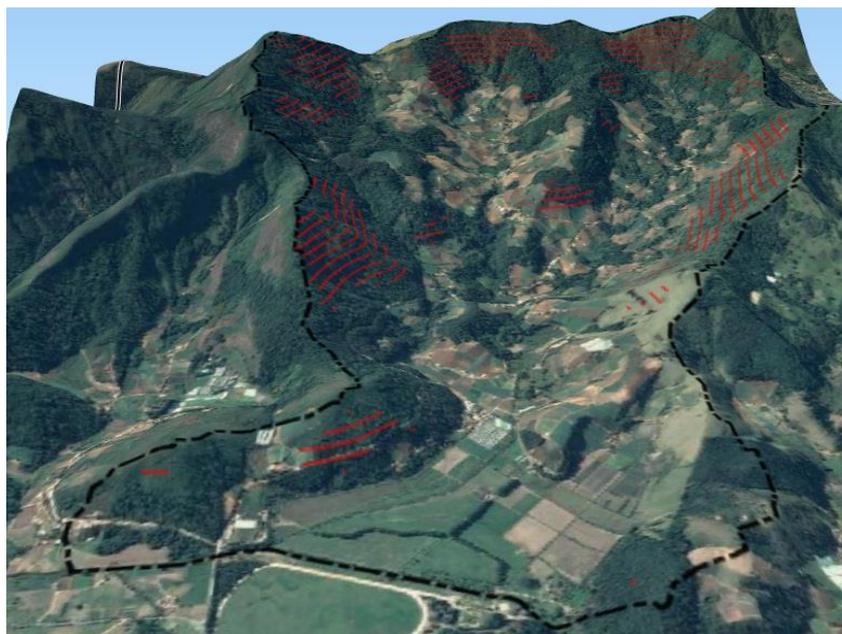
#### 4.1.2 Áreas de uso restrito

Devido às suas características e vulnerabilidades de área de relevo Montanhoso, o Código Florestal (BRASIL,2012), classifica as áreas de inclinação de 25 a 45 graus como de Uso Restrito, onde é permitido o *manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris*, bem como a manutenção da infraestrutura física existente associada ao desenvolvimento de atividades, desde que observadas boas práticas agrônômicas de conservação do solo, como por exemplo plantio em curvas de nível, uso de cobertura vegetal, e cultivos de espécies de ciclo longo e perenes. Na microbacia, as áreas que se encontram em condições de Uso Restrito estão demonstradas na Figura 7.



**Figura 7.** Áreas de Uso Restrito na microbacia.

Devido à dificuldade em se manter um sistema agrícola nestas áreas, quando se sobrepõem as imagens de satélite com as áreas de uso restrito da microbacia (Figura 8), percebe-se que são áreas onde não existe uma prática de agricultura considerável e que as mesmas estão, naturalmente, sendo destinada à preservação, com uma ocupação do solo predominantemente por vegetação nativa.



**Figura 8.** Modelo tridimensional da área de estudos, evidenciando as áreas de Uso Restrito.

Quantitativamente, observa-se que as áreas de uso restrito e, portanto, prioritárias na adoção de práticas de conservação do solo compreendem 14,2% da área total da microbacia, com uma área total de 120,07 hectares. Áreas de Topo de Morro, também consideradas de Áreas de Preservação Permanente – APP, foram encontradas, porém em pequenas parcelas, nas altas vertentes da face Nordeste da microbacia, totalizando 22.10 hectares ou 2,62% da área total.

**Tabela 3.** Quantitativo de áreas especiais de relevo na Microbacia.

Áreas Especiais	Área (ha)	Área (%)
Declividade de 25 a 45°	120,0710	14.23
APP de Topo de Morro	22.10	2.62

Áreas com declividade superior a 45°, consideradas como Áreas de Preservação Permanente de Relevo pelo Código Florestal não foram encontradas na microbacia.

## 4.2 Solos

Neste estudo, os solos da microbacia foram caracterizados de acordo com sua Classe, Aptidão Agrícola e Fertilidade, a fim de facilitar a compreensão das relações e dinâmicas dos atributos químicos e físicos do solo com as características de relevo e paisagem da microbacia.

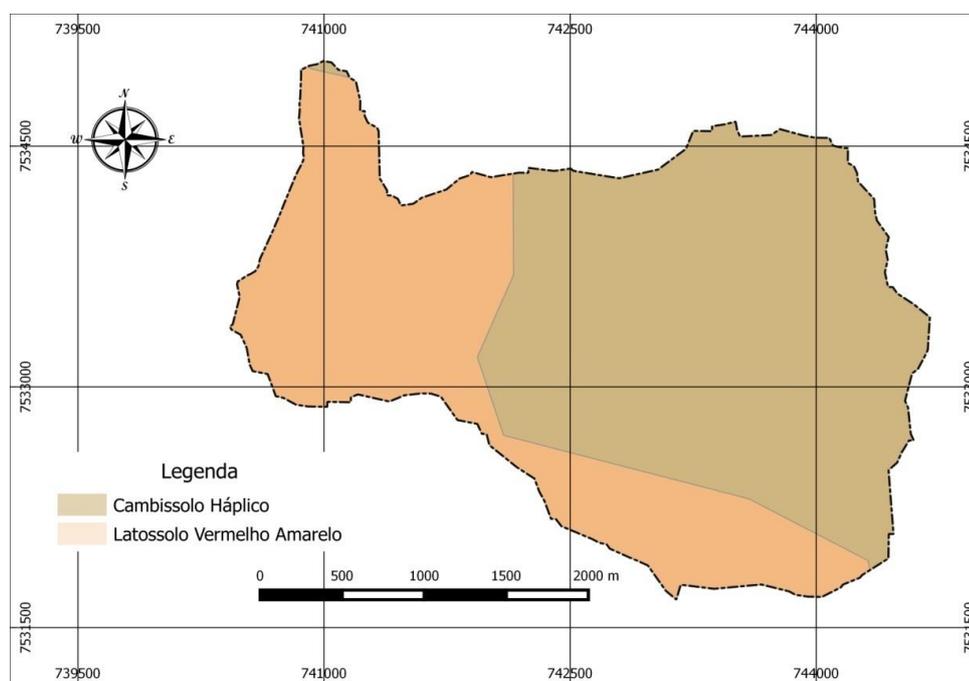
### 4.2.1 Classes de solo

De acordo com o Mapa de Solos do Brasil (SANTOS,2011), Banco de Dados da EMBRAPA Solos – NGE0, os solos presentes na microbacia pertencem a duas classes: Latossolos Vermelho Amarelo e Cambissolos Háplico. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (EMBRAPA,2006), pode-se classifica-los conforme a Tabela 4.

**Tabela 4.** Descrição das classes de solo encontradas na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ. Adaptado de EMBRAPA,2006.

Classe	Descrição
Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos Cambissólicos	Solos com propriedades intermediárias para Cambissolos, apresentando materiais primários alteráveis visíveis no perfil, a olho nu ou com auxílio de uma lente de 10 X, e/ou fragmentos de rocha no horizonte B, em porcentagens estimadas inferiores aos limites para definir horizonte B câmbico, e/ou relação silte/argila menor que 0,7 e maior que 0,6 nos solos de textura média e menor que 0,6 e maior que 0,5 nos solos argilosos, dentro de 200cm da superfície do solo (exclusive BC ou B/C).
Cambissolos Háplicos Distróficos latossólicos	Solos que apresentam o horizonte B incipiente com características morfológicas similares às do B latossólico, porém com espessura ou uma ou mais características físicas, químicas ou mineralógicas que não atendem aos requisitos para B latossólico, dentro de 150 cm da superfície do solo.

A distribuição desses solos na Microbacia é demonstrada cartograficamente na Figura 9.



**Figura 9.** Classes de solos na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

É razoável que sejam estas as duas classes predominantes na microbacia, já que Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos ocorrem com frequência em relevos Forte Ondulado e Montanhoso. Ambos possuem considerável susceptibilidade a erosão e fortes impedimentos à mecanização nestas condições de relevo.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem em quase todas as regiões do Estado do Rio de Janeiro, em relevos que variam de ondulado a montanhoso. Apesar do relevo movimentado, são solos bastante utilizados com pecuária extensiva, culturas de café, milho e cana-de-açúcar, olericultura e silvicultura. Entretanto, o uso desses solos deve ser restrito à produção de culturas semiperenes ou perenes, ou ainda silvicultura e sistemas agroflorestais.

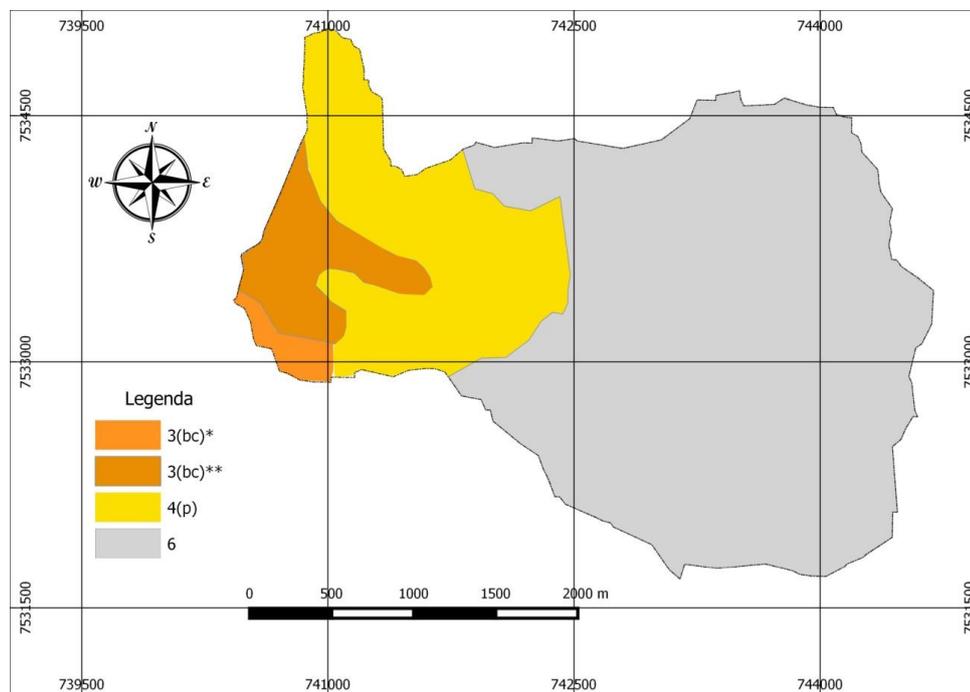
Já os Cambissolos, são encontrados nos relevos montanhosos e forte ondulados, sob florestas perenifólias ou subperenifólia. Seu potencial agrícola é variável. Podem ser utilizados para silvicultura, quando os perfis apresentam maior profundidade do *solum* (A+B), sistemas silvipastoris e, em determinados casos, frutíferas de maior valor comercial (EMBRAPA,2013). De acordo com a Tabela 5, os Cambissolos são os de maior abrangência na área da microbacia de Barracão dos Mendes.

**Tabela 5.** Distribuição das classes de solo na microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ.

Código	Classe	Área (ha)	Área (%)
LVA <sub>d7</sub>	Latossolo Vermelho Amarelo Tb Distrófico + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos	333.21	39.50
CX <sub>be1</sub>	Cambissolo Háplico Tb Eutrófico + Latossolos Vermelho- Amarelos Distróficos	510.51	60.50

#### 4.2.2 Aptidão agrícola das terras da Microbacia Barracão dos Mendes

A partir do Mapa de Aptidão Agrícola das Terras do Estado do Rio de Janeiro (CARVALHO,2003), foi realizado mapa de aptidão agrícola da microbacia em estudo, e encontraram-se quatro classes de aptidão (Figura 10)



**Figura 10.** Mapa de Aptidão Agrícola das terras de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

De acordo com o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Antônio,1994), pode-se definir as classes de aptidão agrícola das terras da microbacia de Barracão dos Mendes da seguinte forma (Tabela 6):

**Tabela 6.** Classes de aptidão na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, Rio de Janeiro.

Classe	Descrição	Área (ha)	Área (%)
3(bc)*	Terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo B e/ou C, com aptidão para culturas especiais de ciclo longo.	13,21	1,56%
3(bc)**	Terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo B e/ou C, com aptidão para dois cultivos ao ano.	56,80	6,73%
4 (p)	Terras indicadas para pastagem plantada, com aptidão regular e inaptas para lavouras.	177,30	21,02%
6	Terras indicadas para preservação da flora e da fauna	596,41	70,69%

Com base na análise destes dados pode-se observar que a maior fração da área de estudos (70%) é inapta às lavouras e indicada à preservação da fauna e flora, representando a área de relevo forte ondulado e Montanhoso, com impedimentos à mecanização e susceptibilidade à erosão em grau de limitação Forte.

Portanto, pode-se concluir que, de acordo com os dados de aptidão agrícola das terras do Estado do Rio de Janeiro, a área de estudos possui graus de limitações consideráveis, principalmente à mecanização e susceptibilidade a erosão, devido a seu relevo Forte Ondulado e Montanhoso. E, de acordo com o mapa de declividade, isto corresponde a 81% da área total da microbacia. Ainda, de acordo com o mapa de aptidão, cerca de 91% das áreas são inaptas para a lavoura. Desta forma, considerando as características de relevo e aptidão agrícola na Microbacia, pode-se constatar que se tratam de terras com fortes limitações para a produção agrícola e que isto pode ser responsáveis por redução de produtividade e aumento no aporte de insumos necessários, o que requer um nível tecnológico médio a alto, com aplicação média a alta de capital.

#### 4.2.3 Fertilidade dos solos

Na agricultura, a produtividade é resultado da ação integrada e simultânea dos fatores que compõe cada agroecossistema – solo, clima, planta e manejo. Todos estes fatores estão inter-relacionados de modo que qualquer alteração em um deles pode refletir na ação de outro. Portanto, qualquer que seja o sistema, é imprescindível que práticas de conservação do solo sejam adotadas, visando a proteção dos recursos naturais e à manutenção de oferta de serviços e bens ambientais. Desta maneira, não há um fator mais importante do que o outro, pois basta que um deles não atenda às necessidades da planta, para que esta não alcance seu pleno desenvolvimento produtivo (EMBRAPA, 2013).

De mesmo modo, a fertilidade de um solo, ou seja, a capacidade do solo em suprir os nutrientes essenciais às plantas não é composto apenas pela sua fertilidade química, ou seja, apenas pela presença e concentrações de nutrientes químicos no solo. A fertilidade de um solo também é composta por atributos físicos e biológicos, como profundidade, impedimentos ao desenvolvimento radicular, porosidade, disponibilidade de água e oxigênio, estrutura e; fauna do solo, microorganismos, plantas cultivadas e espontâneas e sua diversidade, atividade e funções (serviços) ecológicos que desenvolvem.

Devido ao processo histórico de ocupação agrícola na região de estudo, ao uso intensivo de insumos químicos nas últimas décadas e ao domínio montanhoso característico

da microbacia, optou-se em utilizar as ferramentas geoestatísticas para produzir mapas de fertilidade química do solo, e assim compreender um pouco melhor a dinâmica dos principais nutrientes na paisagem agrícola.

O estudo de fertilidade aqui apresentado não teve como objetivo produzir dados para recomendações de adubação, mas sim, apresentar um diagnóstico da fertilidade do solo, a partir de alguns atributos, nesta paisagem de agricultura em domínios montanhosos. Demonstra também a possibilidade de se utilizar esta tecnologia para pesquisas e planejamento de políticas públicas e planos de desenvolvimento, que tenham como objetivo incentivar e fomentar a adoção de práticas de manejo de fertilidade específicas para cada localidade, visando a redução do uso indiscriminado de fertilizantes químicos a partir da racionalização de sua aplicação e utilização de técnicas de dosagens e práticas localizadas e variáveis.

As análises químicas geradas foram submetidas a ferramentas de geoestatística para geração dos mapas apresentados abaixo, demonstrando a distribuição espacial dos indicadores potencial hidrogeniônico (pH), Alumínio (Al), Potássio (K), Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Matéria Orgânica (MO).

Os resultados estatísticos encontrados para os atributos analisados, nas profundidades de 0-20cm (Prof1) e 20-40cm (Prof2) encontram-se na Tabela 7 e Figura 11.

**Tabela 7.** Estatísticas descritivas dos dados de fertilidade do solo analisados.

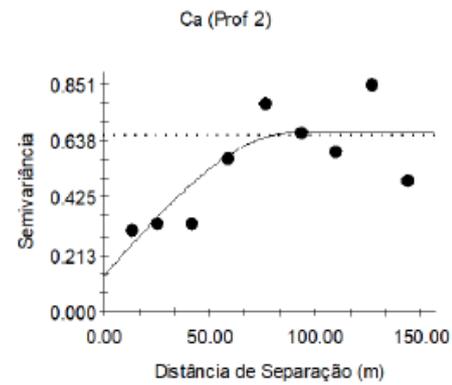
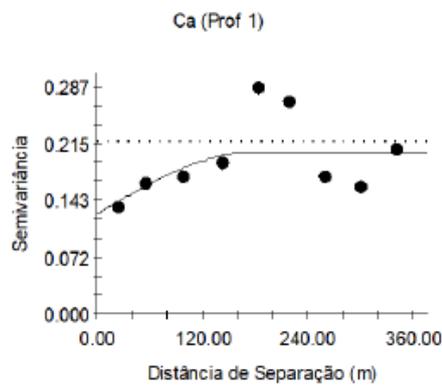
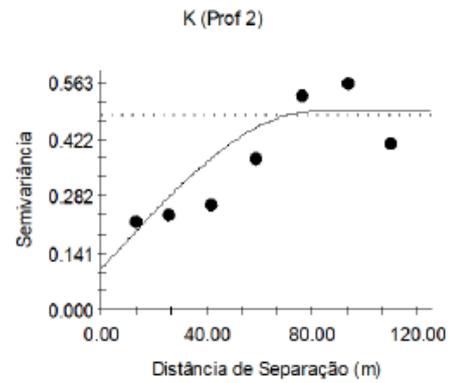
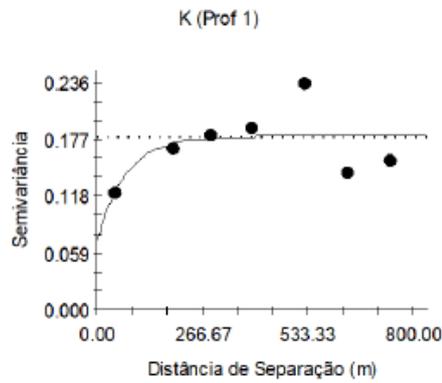
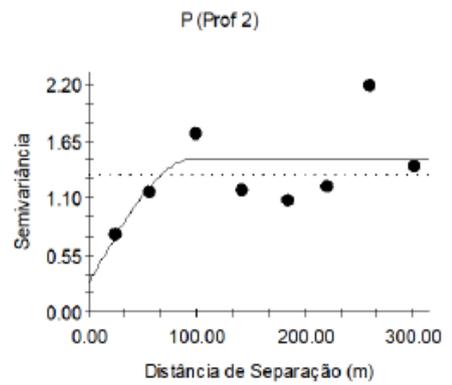
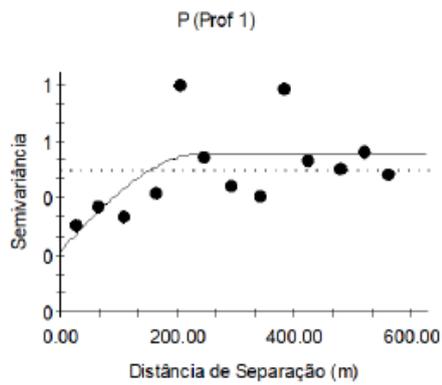
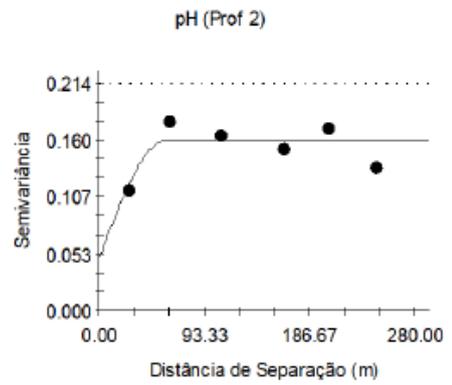
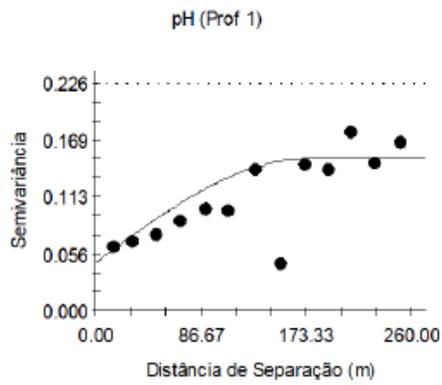
	Média	DP	CV	Mín.	Mediana	Máx.	Ass.	Curt.
Prof. 1								
pH	5.21	0.47	9.09	4.20	5.20	6.40	0.28	-0.52
P	214.60	163.00	75.96	42.00	168.00	900.00	1.71	3.30
K	242.29	118.49	48.90	38.00	224.00	869.00	1.73	5.65
Ca	4.29	2.05	47.82	0.90	3.90	10.90	1.15	1.59
Mg	0.85	0.32	37.44	0.20	0.80	1.70	0.06	-0.68
Al	0.43	0.50	115.68	0.00	0.30	2.10	1.41	1.34
MO	30.75	7.51	24.42	9.65	30.52	58.44	0.08	1.50
Prof. 2								
pH	4.78	0.50	10.38	3.80	4.70	6.60	0.76	0.95
P	39.64	52.31	131.97	1.00	24.00	324.00	3.31	12.75
K	95.86	65.67	68.50	10.00	77.50	378.00	1.45	2.55
Ca	1.52	1.16	76.16	0.20	1.15	5.60	1.25	1.20
Mg	0.39	0.29	74.49	0.10	0.30	1.70	1.52	2.67
Al	1.03	0.74	71.45	0.00	1.10	3.30	0.40	-0.40
MO	21.95	8.25	37.59	5.34	21.29	48.10	0.47	0.44

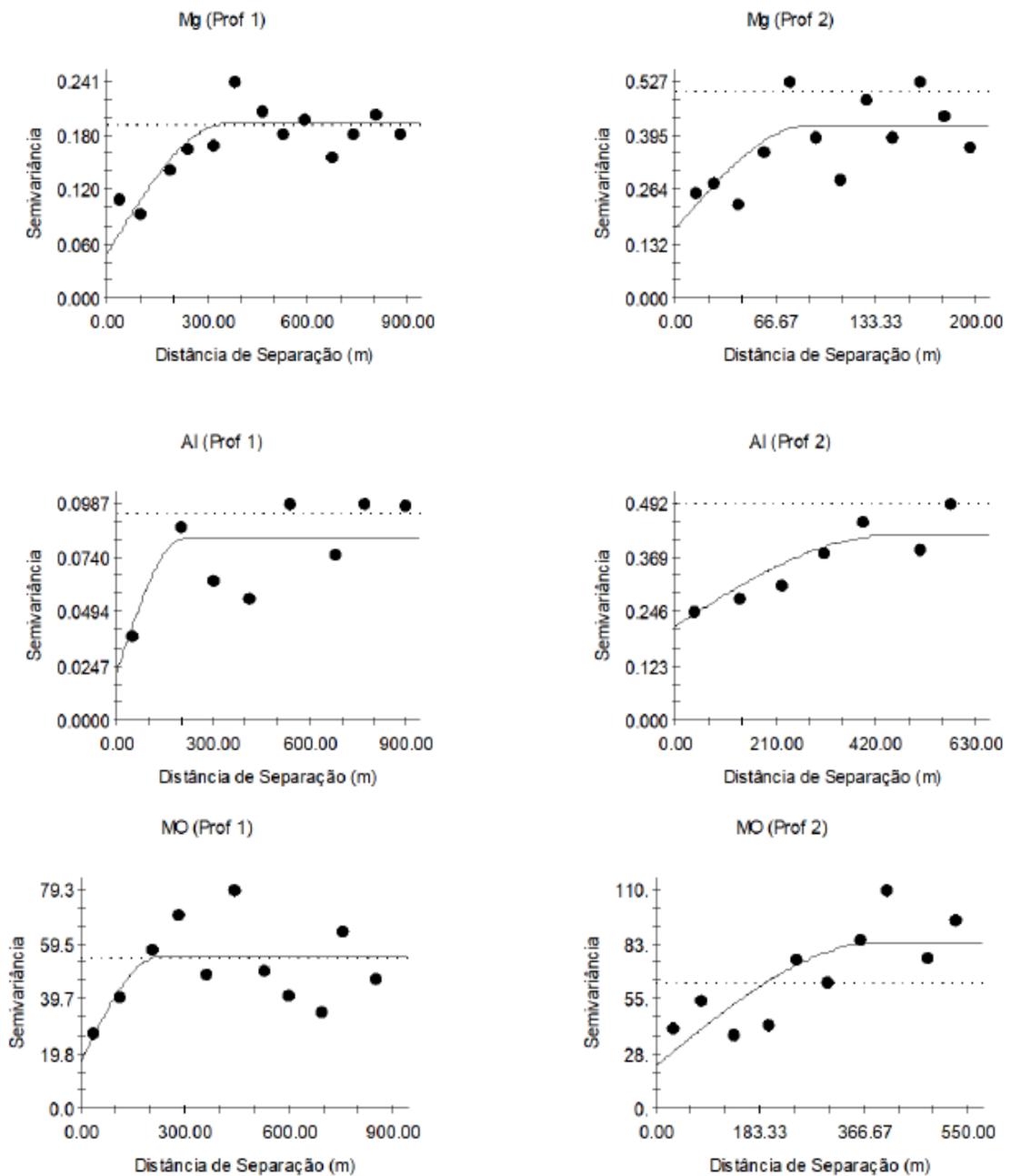
DP=desvio padrão; CV=coeficiente de variação (%); Mín=valor mínimo; Máx.=valor máximo; Ass.=coeficiente de assimetria; Curt.=coeficiente de curtose.

**Tabela 8.** Modelos e parâmetros do variograma.

	Modelo	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub>	a (m)	SQR	Validação Cruzada		
						A	B	RMSE
Prof 1	pH Esf.	0.048	0.150	172.8	0.014	0.03	1.00	0.28
	P* Esf.	0.202	0.526	234.0	0.163	-4.99	1.15	122.83
	K* Exp.	0.072	0.180	218.4	0.005	12.38	0.99	100.83
	Ca* Esf.	0.126	0.203	177.0	0.014	0.43	0.96	1.72
	Mg* Esf.	0.049	0.193	353.4	0.007	0.11	0.90	0.24
	Al** Esf.	0.022	0.083	209.0	0.002	0.07	0.87	0.36
	MO Esf.	16.800	54.810	223.0	1642.000	0.49	0.98	5.00
Prof 2	pH Esf.	0.049	0.160	59.9	0.001	0.25	0.95	0.35
	P* Esf.	0.276	1.471	96.1	0.889	-1.24	1.20	40.30
	K* Esf.	0.100	0.493	82.1	0.034	9.01	0.95	46.94
	Ca* Esf.	0.131	0.668	90.6	0.112	0.30	0.86	0.96
	Mg* Esf.	0.169	0.420	90.2	0.063	0.05	0.96	0.22
	Al Esf.	0.214	0.418	450.0	0.010	0.04	0.96	0.51
	MO Esf.	21.266	83.876	400.0	2188.000	2.40	0.89	6.49

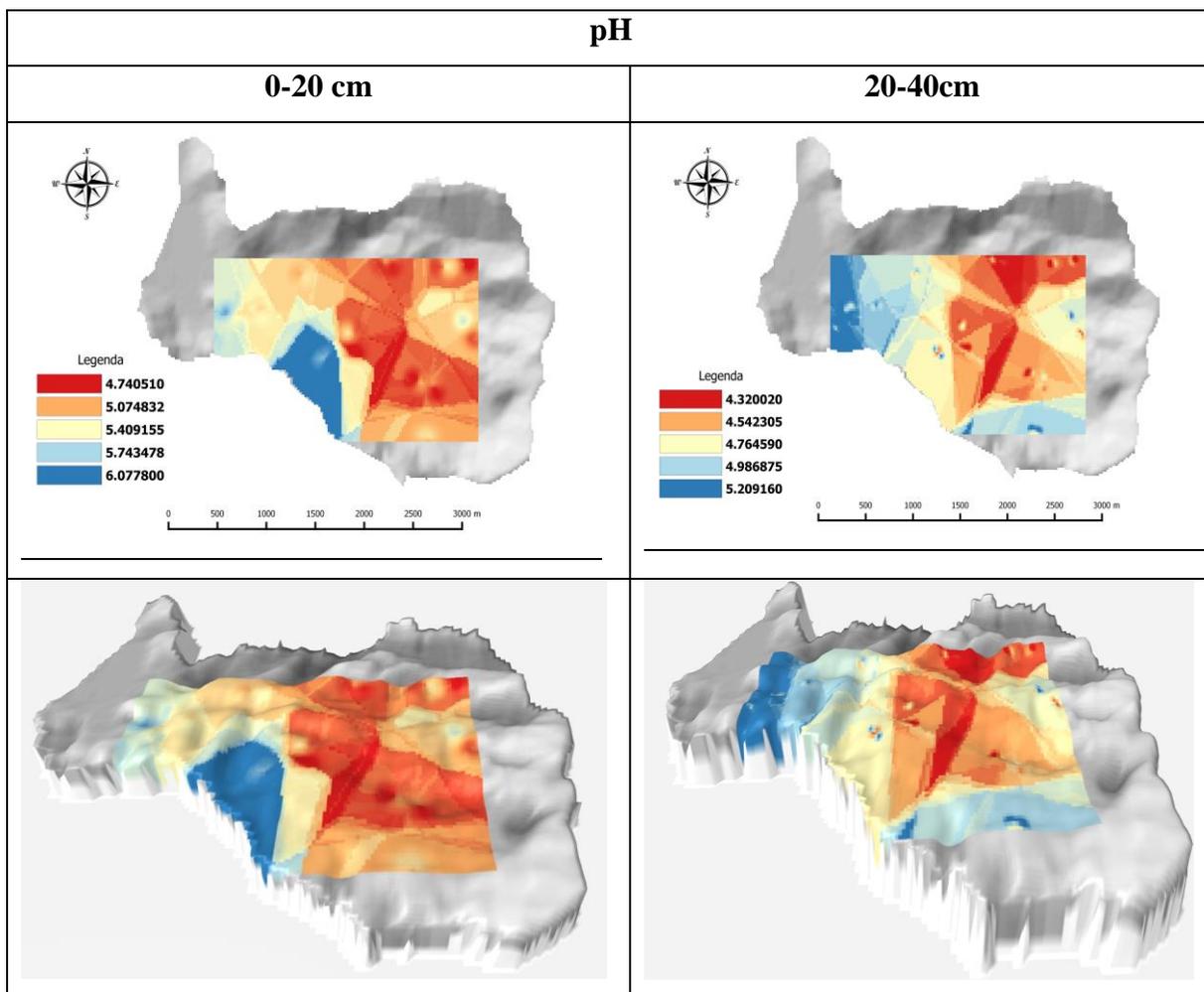
\*transformação logarítmica (ln(x)); \*\*transformação ln(x+1); Esf=esférico; Exp.=exponencial; C<sub>0</sub>=efeito pepita; C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>=patamar; a=alcance (m); SQR=soma do quadrado dos resíduos; A=coeficiente linear; B=coeficiente angular; RMSE=raiz do erro quadrático médio.





**Figura 11.** Variogramas dos atributos avaliados em ambas as profundidades para PH, fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al) e matéria orgânica (MO).

Após análise estatística, foram confeccionados os mapas temáticos para cada atributo analisado, nas duas profundidades exploradas, a seguir demonstradas (Figuras 12 a 18). Os dados gerados por análises contínuas da fertilidade química dos solos na área de estudo podem ser utilizados para diversas análises, e principalmente, no acompanhamento ao longo do tempo de seus parâmetros em zonas específicas de manejo.



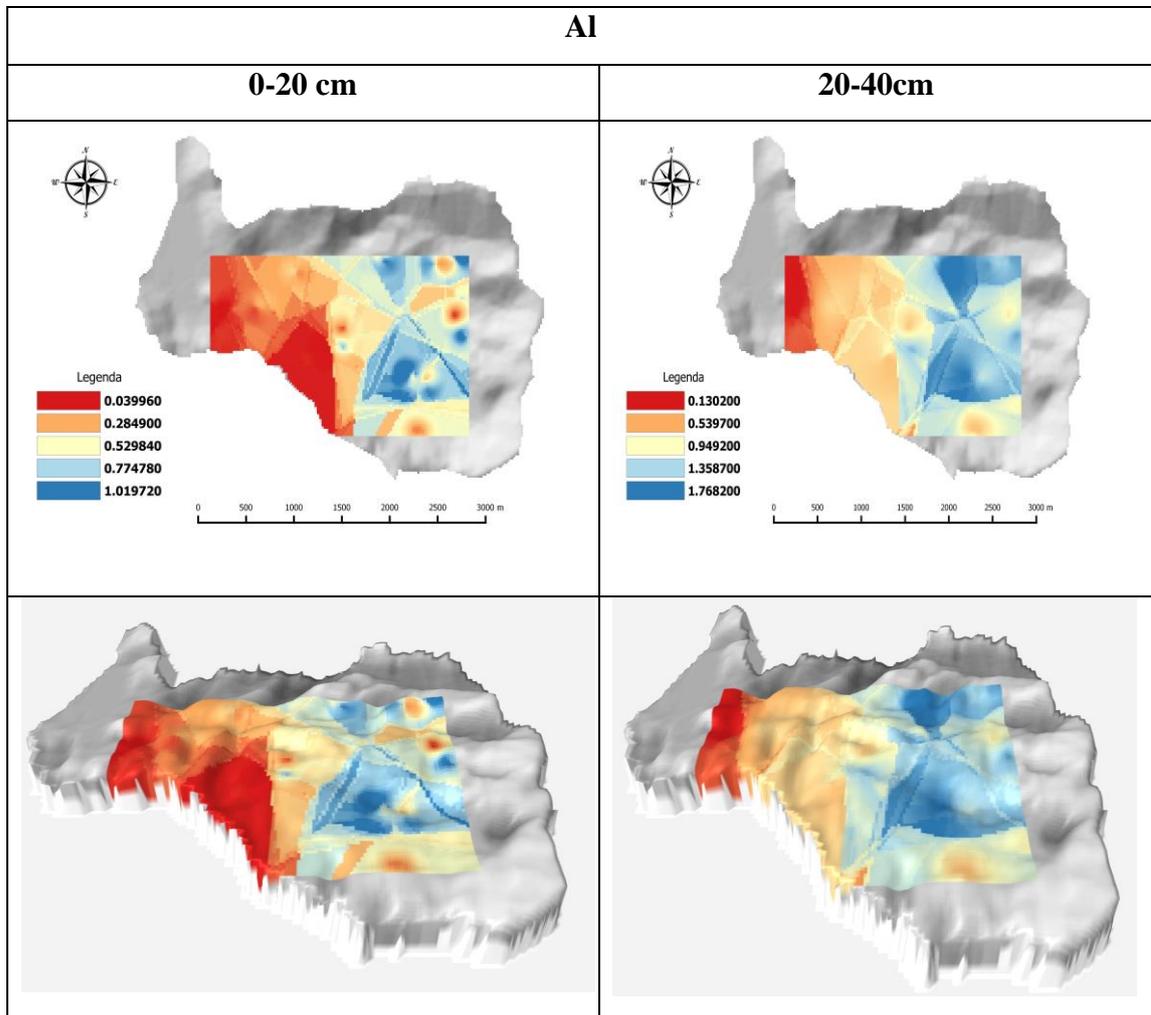
**Figura 12.** Distribuição espacial de pH, a 0-20 e 20-40 cm.

Os resultados apontam para um solo onde predominam valores de pH baixo, caracterizando solos ácidos a fortemente ácidos (4,4-5,3), em todo domínio montanhoso, com pequenas variações nas duas profundidades. Já mais próximo às várzeas e morros baixos, em profundidade de 20-40 cm, observaram-se valores de pH um pouco mais elevados, entretanto, porém ainda ácidos. Valores que tendem mais ao Moderadamente ácido (5.4 – 6.5) são percebidos nas planícies e domínios de morros baixos, e valores que tendem ao Extremamente Ácido encontram-se nos altos vales da área observada

A maior variação encontrada ocorreu na camada superior do solo, e representa uma diferença de 1,33. Já na profundidade de 20-40 cm, os valores têm uma menor variação ao longo da área amostral (0,88).

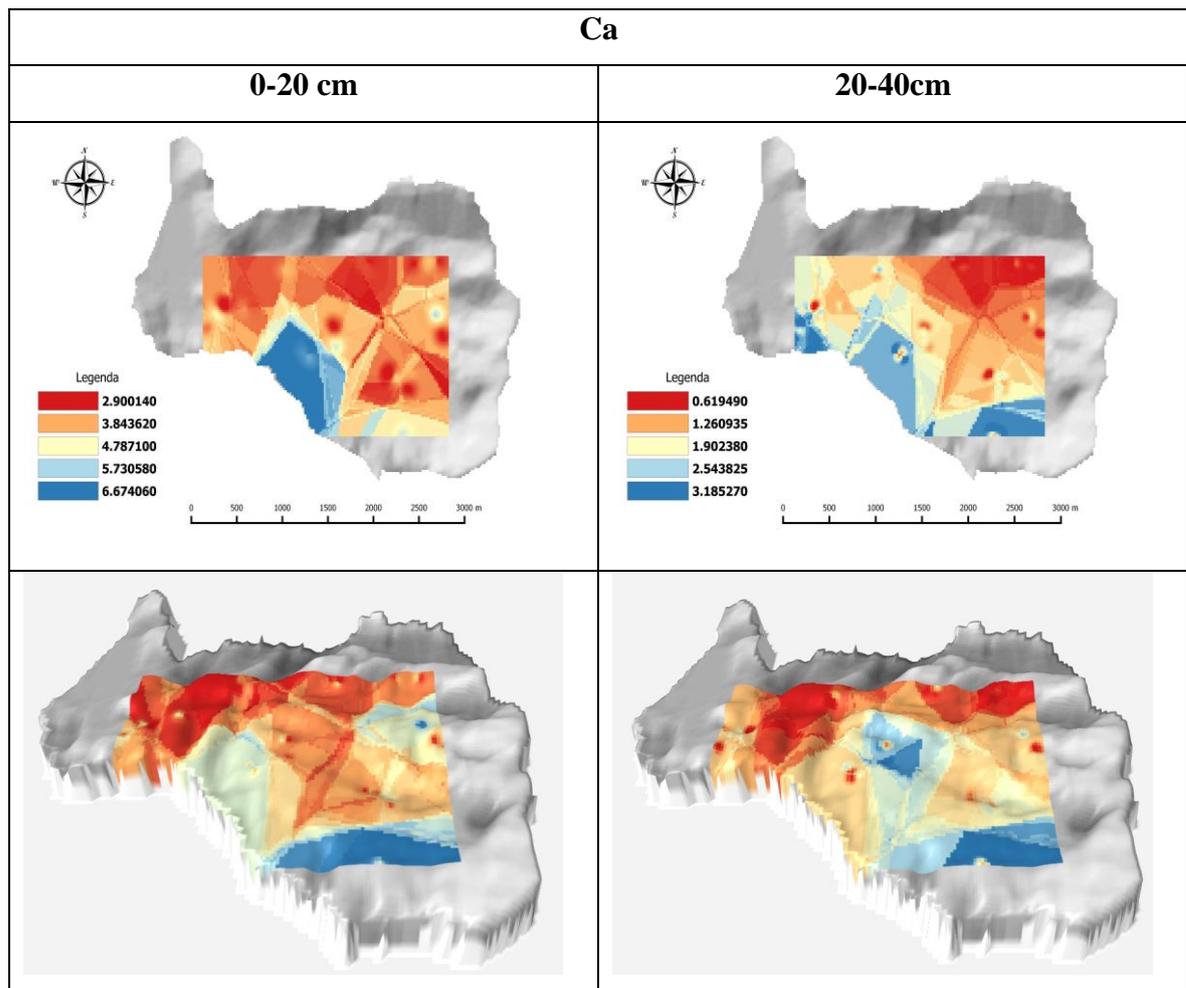
Em uma perspectiva agroecológica, o pH de um solo deve ser visto como um indicador de toda uma situação biológico-físico-química, que é anormal quando alcança valores extremos. Muito abaixo de seu limite, também pode indicar um solo compactado, adensado e sujeito a erosão. Portanto, o pH é um indicador e condição principal para que elementos normalmente existentes no solo possam ser mobilizados ou tornar-se tóxicos, como por exemplo o alumínio em solos adensados e ácidos ou o boro e molibdênio em solos adensados e salinos (PRIMAVESI, 1987). A adubação nitrogenada também possui efeito acidificante no solo (LOTTERO,1970). Ainda, segundo o Primavesi (1987), a correção do pH

deve visar três pontos: i) aumentar o complexo de troca, influenciando diretamente na CTC, o que ocorre a partir de pH 5,0; ii) saturar o complexo de trocas com cálcio; iii) elevar o pH até um nível onde o alumínio trocável não seja mais danoso.



**Figura 13.** Distribuição espacial de Alumínio, 0-20 e 20-40 cm.

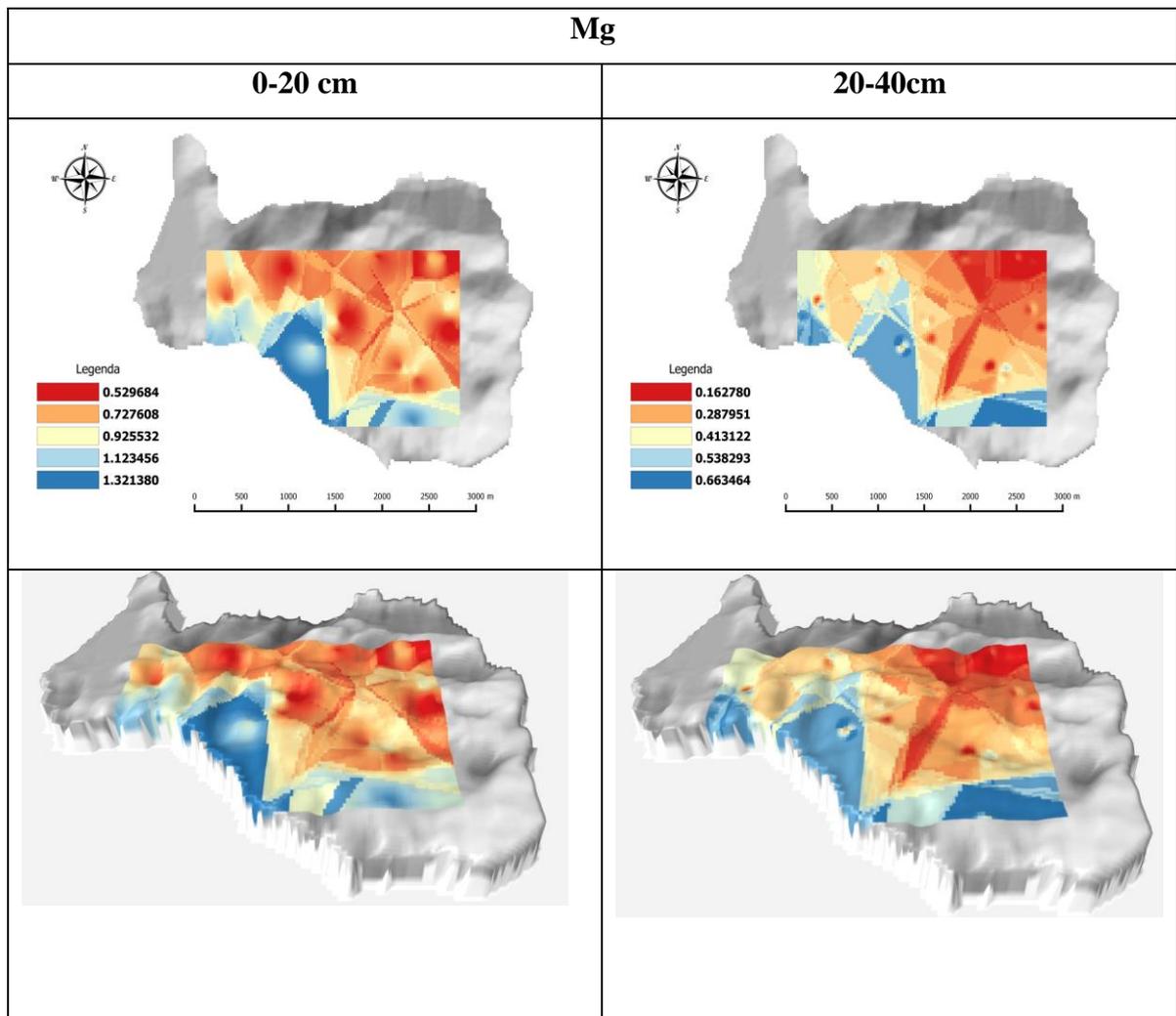
O elemento cálcio apresenta distribuição mais homogênea na área de estudos, não demonstrando variação significativa por seu relevo (Figura 14). Na profundidade de 0-20 demonstrou valores de 2,9 a 3,8 por todo o relevo. Maiores variações ocorreram na camada de 20-40 cm onde no domínio de morros baixos, mais próximo a planície, apresentou valores menores, entre 1,2 e 1,9. Na camada superior existe uma maior área com altos valores de cálcio, demonstrando não haver deficiência deste elemento. Pela espacialidade do elemento demonstrada nos mapas, percebe-se que há um acúmulo de Ca na parte baixa dos vales. Em profundidade, pode-se perceber também um maior acúmulo no domínio dos morros baixos, onde, provavelmente, está sendo escoado subsuperficialmente para as cotas mais baixas do relevo.



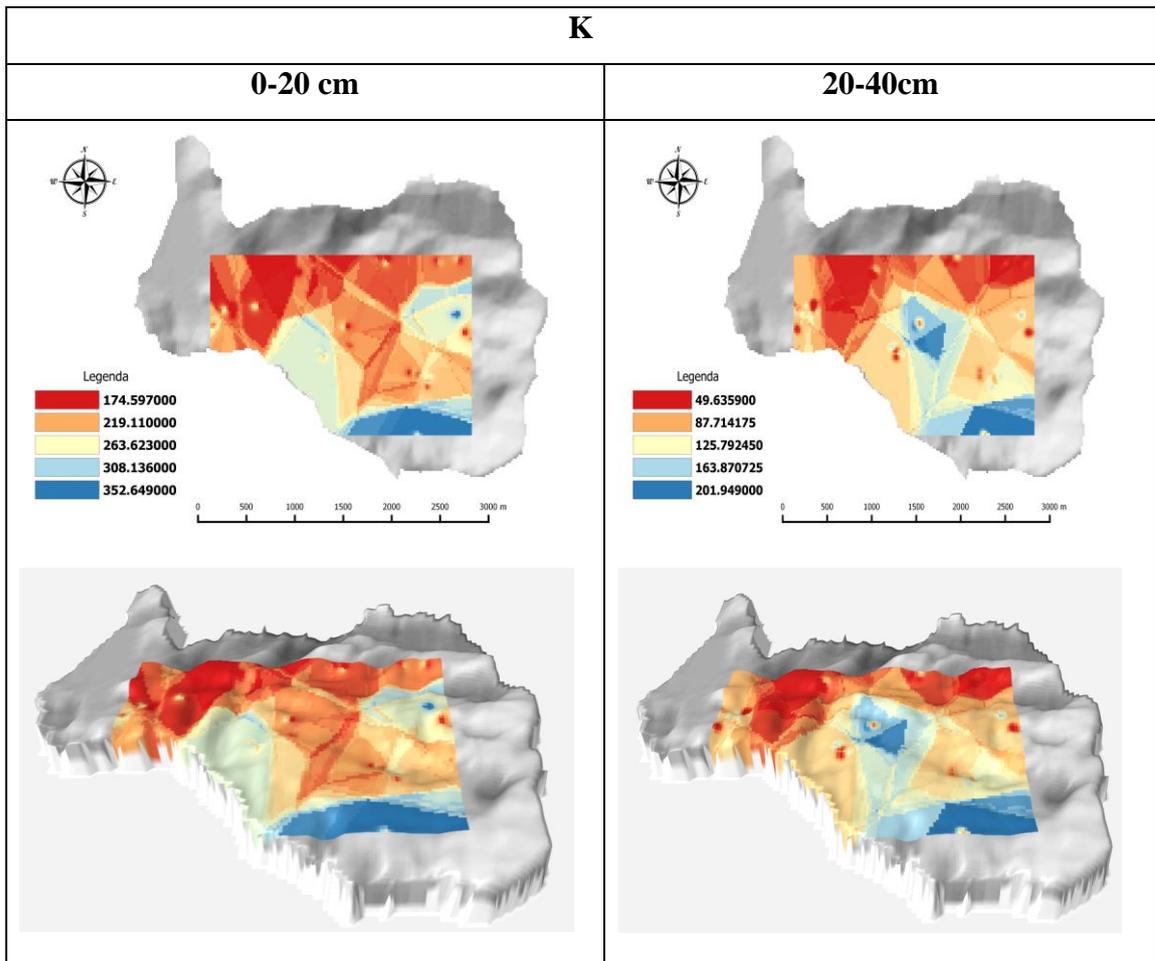
**Figura 14.** Distribuição espacial de Cálcio, 0-20 e 20-40 cm.

O elemento Magnésio, a exemplo do Cálcio, também apresentou homogeneidade na paisagem, e também em profundidade, onde seus valores ficaram entre 0,16 (20-40cm) e 1,32 (0-20cm). Percebe-se que, pela soma Ca+Mg das áreas, a microbacia possui valores Médios no horizonte superficial, e valores que tendem mais ao Baixo em profundidade.

Na camada superior do solo em toda área analisada, os valores de Mg estão superiores a  $0,5 \text{ molc.d}^{-3}$ , não havendo a necessidade do uso de calcário dolomítico, pois este elemento apresenta teores satisfatórios.

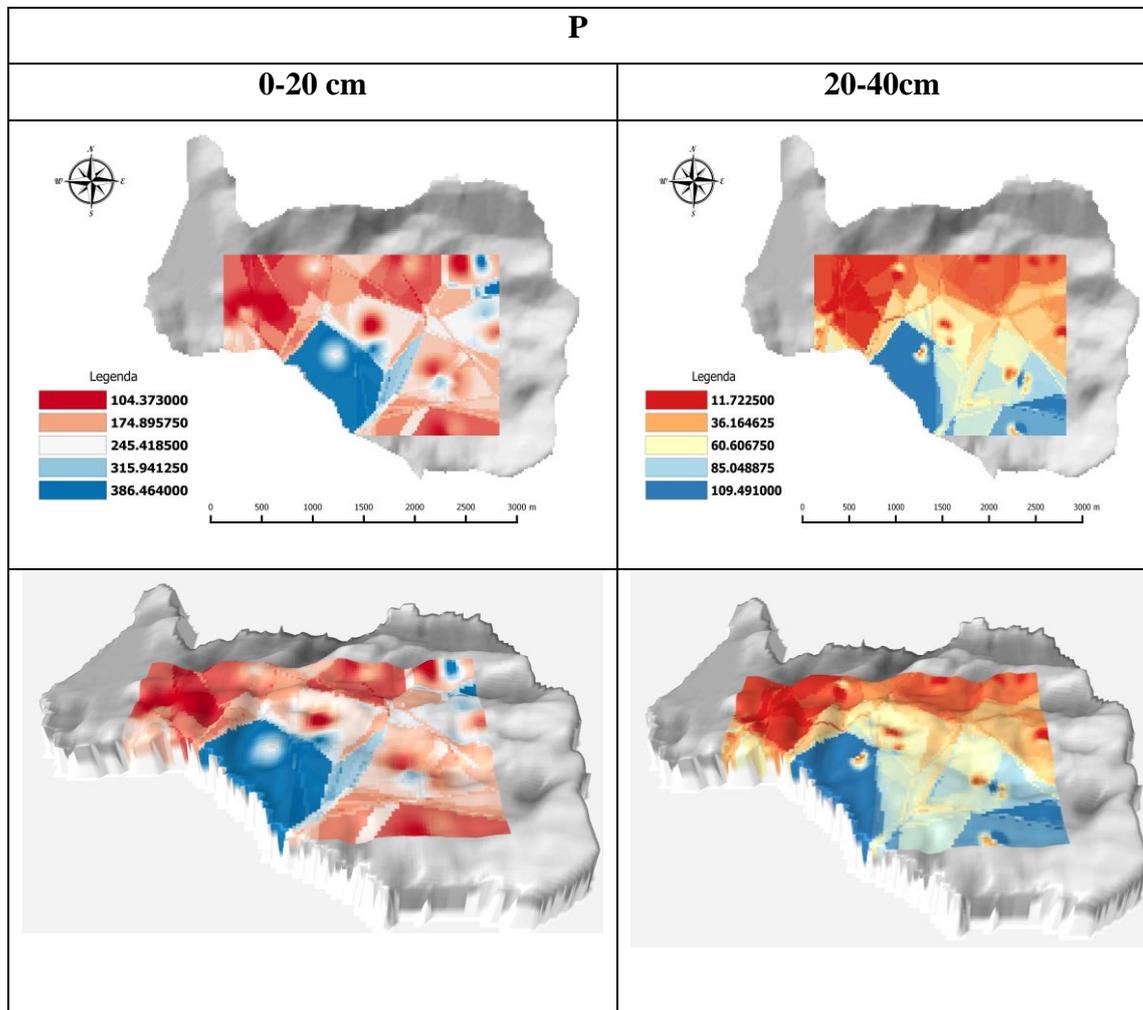


**Figura 15.** Distribuição espacial de Magnésio, 0-20 e 20-40 cm.

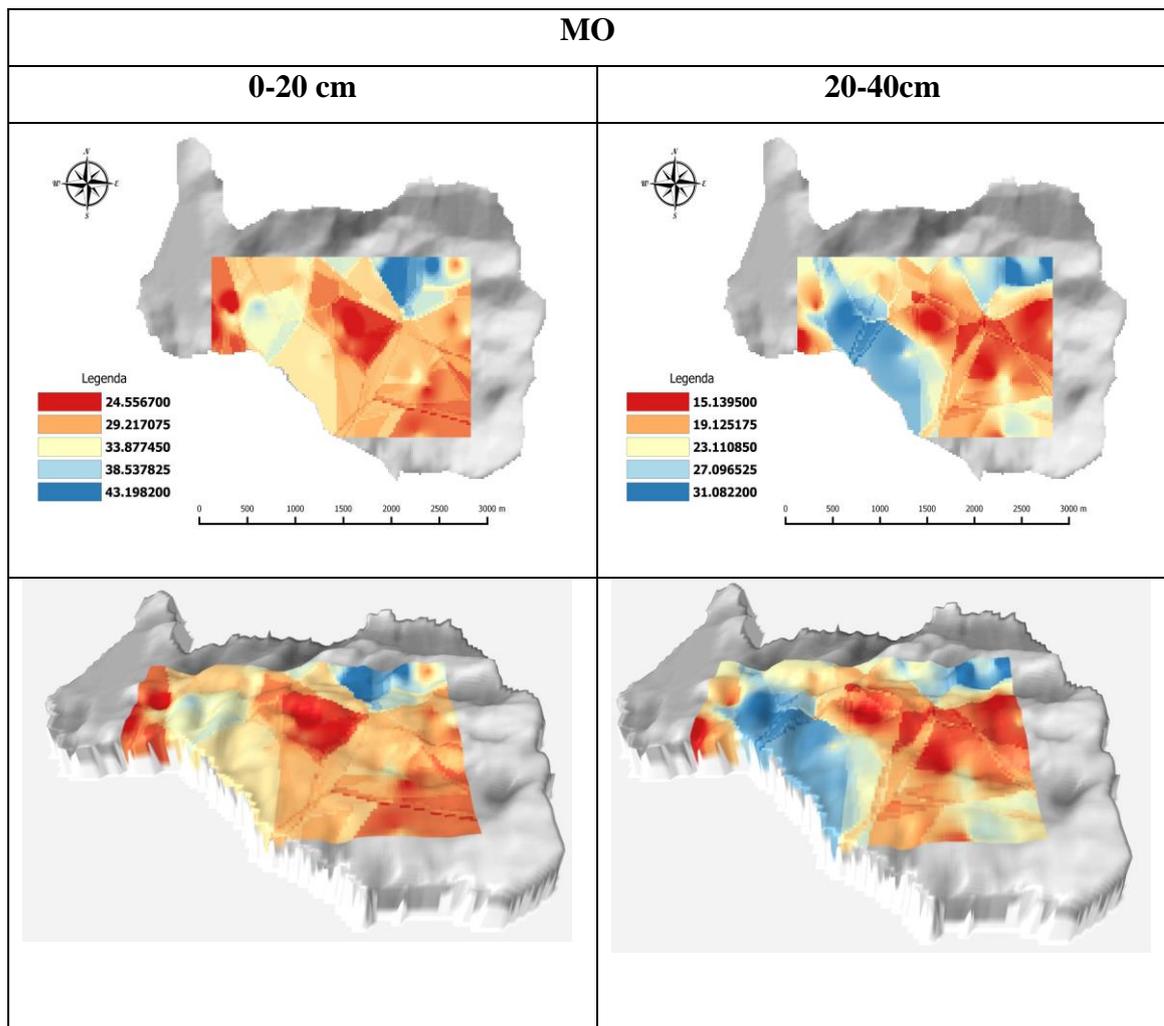


**Figura 16.** Distribuição espacial de Potássio, 0-20 e 20-40 cm.

O elemento Fósforo não apresentou significativas variações em profundidade, mantendo suas maiores concentrações nas áreas planas do relevo (Figura 17). A matéria orgânica apresentou maiores concentrações em profundidade, demonstrando assim a sua baixa concentração nas camadas superficiais do solo



**Figura 17.** Distribuição espacial de Fosóforo, 0-20 e 20-40 cm.



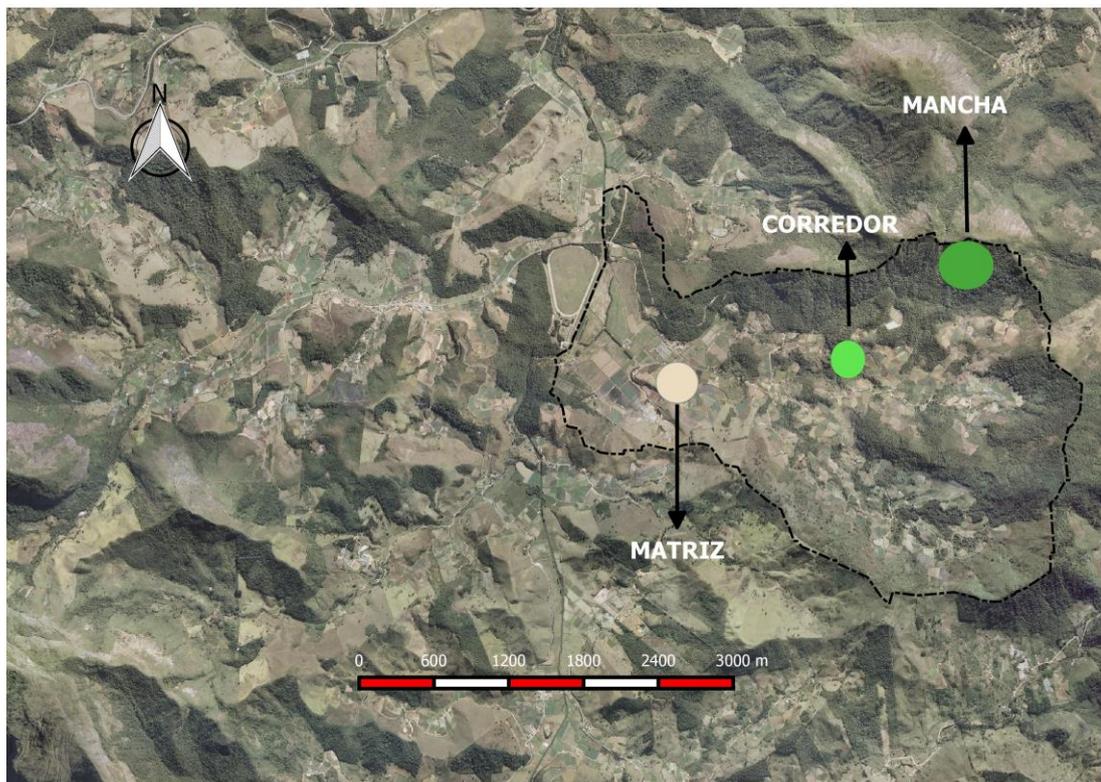
**Figura 18.** Distribuição espacial de matéria orgânica, 0-20 e 20-40 cm.

### 4.3 Paisagem

Definida por Metzger (2001), a paisagem é um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala. A heterogeneidade pode ser do ambiente físico com fatores como topografia, solos, umidade, geomorfologia; da ação de perturbações naturais como queimadas, tornados, pragas; e, da ação de perturbações antrópicas como desmatamentos, criação de estradas, reservatórios de água e agricultura.

Diferente dos ecossistemas naturais, os agroecossistemas e paisagens agrícolas possuem, além da energia solar, um aporte muito grande de energia de fora do sistema como trabalho humano, insumos químicos, agrotóxicos e maquinários. A diversidade biótica também é reduzida devido a maximização da produção, com a seleção artificial e natural de espécies atuando juntas, produzindo animais e plantas dominantes. Portanto, os agroecossistemas naturais e paisagens agrícolas estão mais sob controle e dependência externa do que interna.

Considerando: 1) Matriz como unidade dominante da paisagem (espacial e funcionalmente) ou conjunto de unidades de não-habitat, sendo o elemento principal no controle da dinâmica da paisagem; 2) Mancha como uma área homogênea, restrita e não linear da paisagem que se distingue das unidades vizinhas e; 3) Corredor como área homogênea e linear da paisagem que se distingue das unidades vizinhas; em uma escala de 1: 30.000, podemos identificar estas áreas na paisagem da Microbacia Barracão dos Mendes.



**Figura 19.** Identificação de unidades da Paisagem da Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

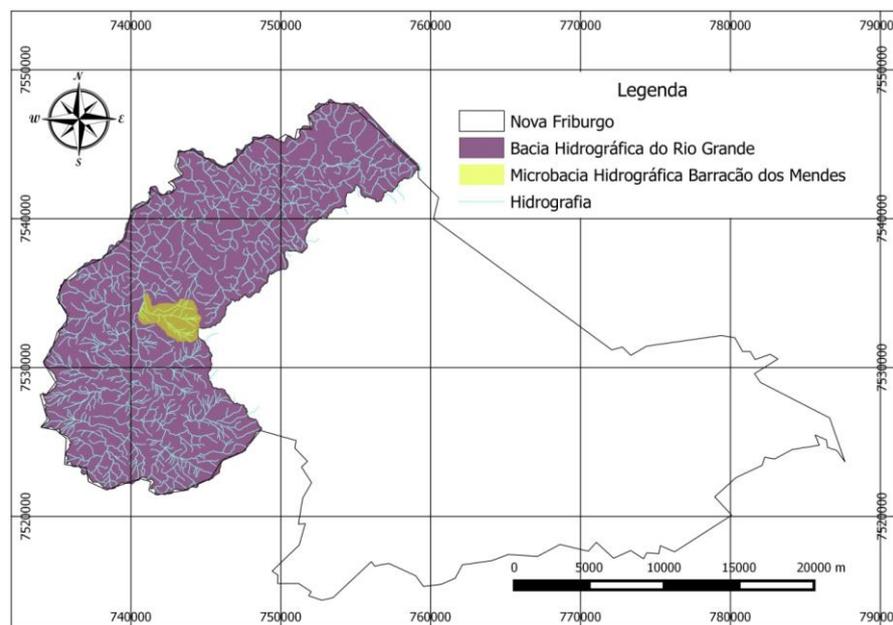
Desta maneira, devemos considerar a dependência espacial entre os elementos da paisagem, ou seja, o que acontece com uma mancha é o resultado de sua localização, relativa a estrutura do mosaico de seu entorno e também, o papel do homem na paisagem, onde este é parte integrante do sistema e não apenas um agente perturbador.

Para este estudo, foram observadas características da paisagem de Barracão dos Mendes quanto a sua hidrografia, remanescentes de vegetação nativa, área consolidada, zoneamento ambiental de acordo com o Código Florestal (BRASIL, 2012) e, também, suas principais vulnerabilidades.

#### 4.3.1 Hidrografia

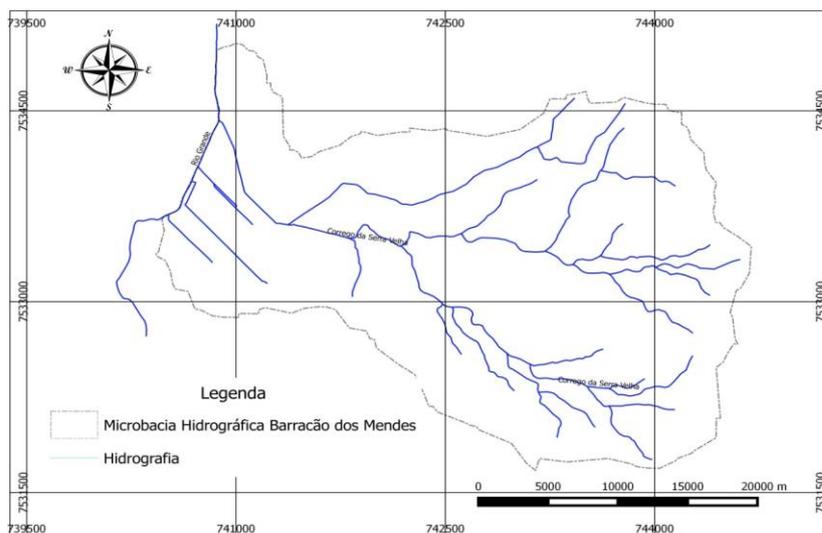
O Rio Grande é um dos principais afluentes da margem direita do rio Paraíba do Sul, que é responsável pelo abastecimento de vários municípios do centro-norte fluminense. O rio nasce em Campestre, localidade situada na área do Parque Estadual dos Três Picos, e atende a irrigação dos agricultores do distrito de Campo do Coelho, seguindo para o distrito de Rio Grandina, onde suas águas são captadas para o abastecimento público de Nova Friburgo.

Após receber as águas do Rio Bengalas, o Rio Grande junta-se ao Rio Negro, formando o Rio Dois Rios, para finalmente encontrar sua foz no Paraíba do Sul, no município de São Fidélis, compreendendo assim a Região hidrográfica VII – Rio Dois Rios.



**Figura 20.** Localização da Microbacia de Barracão dos Mendes na Bacia Hidrográfica do Rio Grande no município de Nova Friburgo, RJ.

Situada em Nova Friburgo, na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, a Microbacia de Barracão dos Mendes é de grande contribuição ao Rio Grande, com numerosos afluentes, destacando o Córrego da Serra Velha, que atravessa toda a microbacia, com suas nascentes localizadas nas altas vertentes. Conseqüentemente, o número de nascentes na microbacia também é expressivo, e contabilizando 25 no total, demonstrando ser esta uma microbacia de importância relevante na produção de água e recursos hídricos, com importantes áreas de recarga.

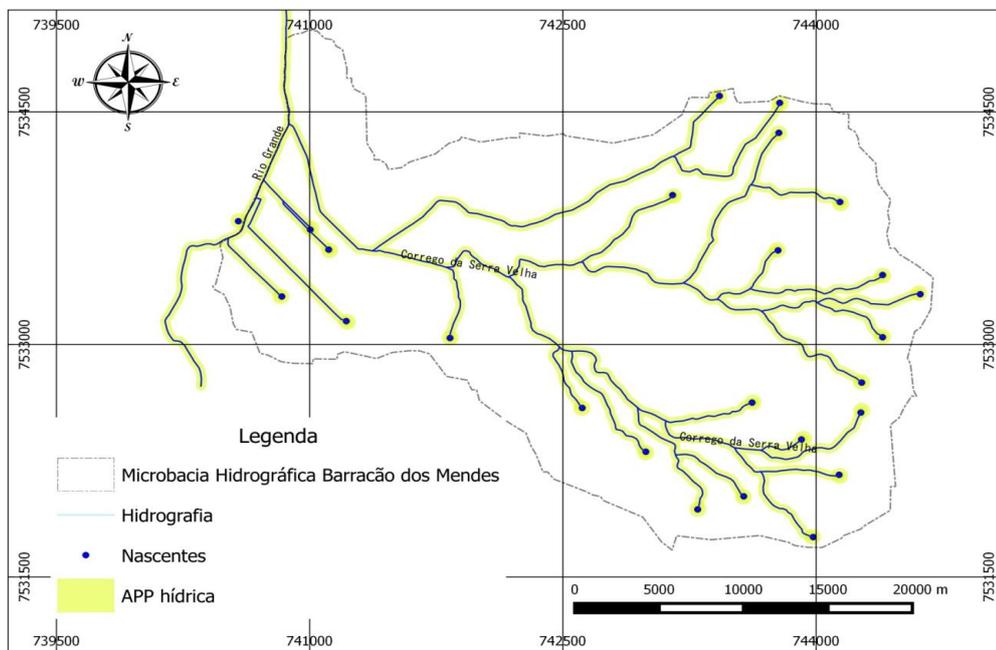


**Figura 21.** Hidrografia da Microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.



**Figura 22.** Perfil hidrográfico da área de estudos, Nova Friburgo,RJ.

De acordo com o Código Florestal (BRASIL, 2012), as Áreas de Preservação Permanente são áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Para as APP de cursos hídricos, foi considerada uma faixa de 30 metros em ambas as margens, e para nascentes um raio de 50 metros em cada nascente.



**Figura 23.** Mapa de Áreas de Preservação Permanente hídricas na microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Ainda de acordo com o Código Florestal (BRASIL,2012), para propriedades rurais de até 4 módulos fiscais, que se enquadrem como da Agricultura Familiar é possível realizar a recomposição de APP hídricas com sistemas agroflorestais, respeitando uma concentração de 50% de espécies nativas e 50% de espécies exóticas, sendo possível a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas consolidadas até 22 de julho de 2008. Segundo o Artigo 61- da referida lei, a área de recomposição das faixas marginais será de acordo com o tamanho da propriedade, variando de 5 a 15 metros, para áreas da agricultura familiar. Para nascentes, independentemente do tamanho da propriedade, a área a ser recomposta deve ser de no mínimo 15 metros do centro da nascente, também sendo possível o desenvolvimento de sistemas agroflorestais como nas APP de curso hídrico.

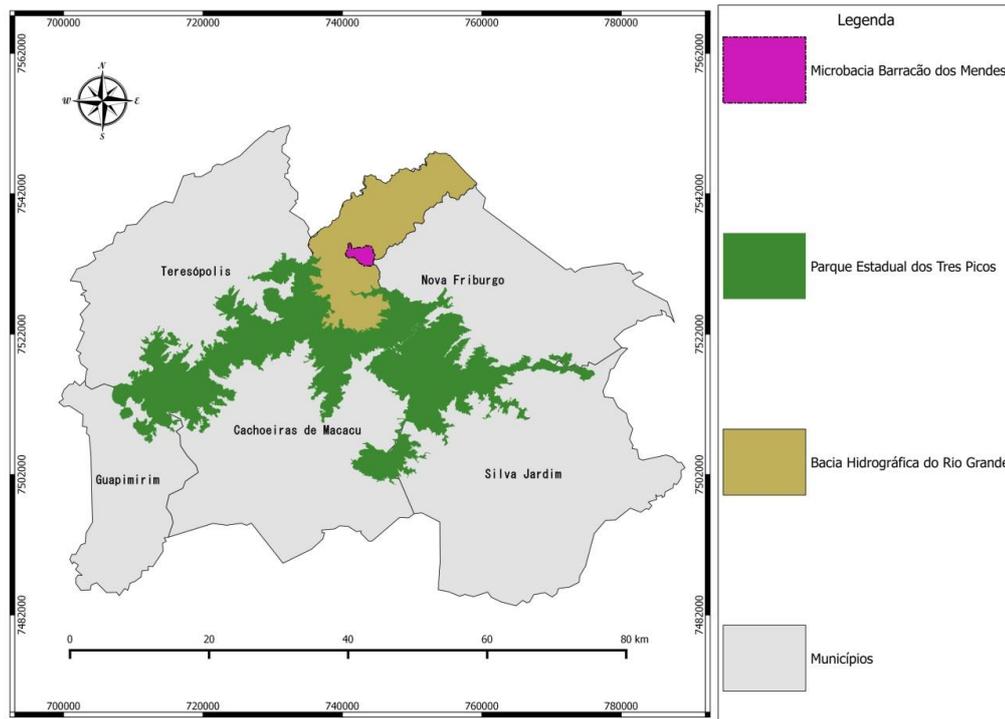
**Tabela 9.** Áreas encontradas das APP hídricas na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

APP	Área (ha)	Área (%)
Cursos d'Água	174,79	20,72
Nascentes	19,5	2,3

Portanto, ocupando uma área de 23,2%, as Áreas de Preservação hídricas possuem grande importância na Microbacia, e são áreas prioritárias para incentivo e adoção de práticas agroflorestais.

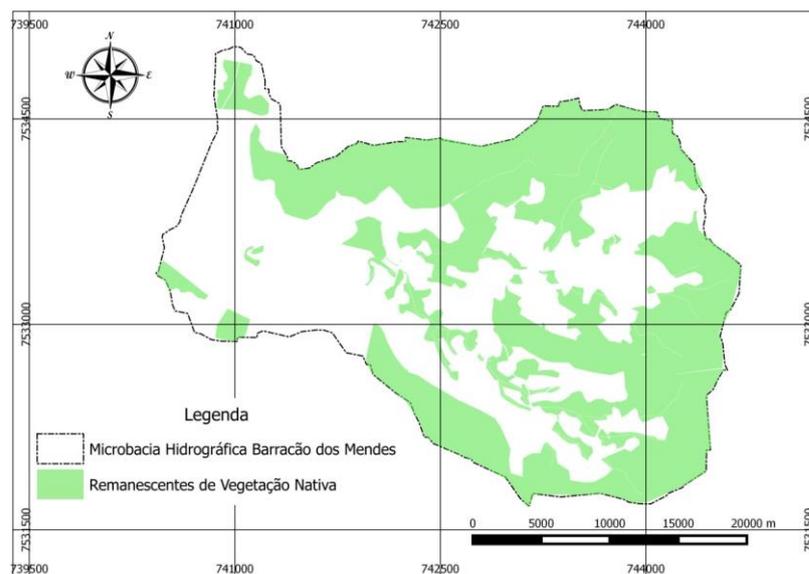
#### 4.3.2 Remanescentes de vegetação nativa

A microbacia de Barracão dos Mendes localiza-se na zona de amortecimento do Parque Estadual dos Três Picos, criado em 2002 com aproximadamente 46.350 hectares, sendo o maior parque do Estado do Rio de Janeiro. No parque são encontrados os mais elevados índices de biodiversidade de todo o estado do Rio de Janeiro contendo o ponto culminante da Serra Mar, o Pico Maior do conjunto de montanhas denominado Três Picos, com 2.316 metros de altitude. No distrito de Campo do Coelho – Nova Friburgo, se encontra a parte mais preservada do parque, e também onde ocorre forte e importante atividade produtora agrícola do estado do Rio de Janeiro, com a predominância de agricultores familiares (INEA, 2009).



**Figura 24.** Área de abrangência do Parque Estadual dos Três Picos, Rio de Janeiro.

As áreas de remanescentes de vegetação nativa, segundo o código florestal (Brasil,2012), são as áreas com vegetação nativa em estágio primário ou secundário avançado de regeneração. Devido ao contexto ambiental da microbacia como zona de amortecimento, estas áreas são de grande importância como habitat de uma diversidade de espécies de insetos, animais e vegetais da Serra do Mar. Na Figura 25 pode-se ver a distribuição espacial destas áreas no interior da microbacia.



**Figura 25.** Mapa de Remanescentes de Vegetação Nativa na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Analisando a distribuição espacial dos remanescentes de vegetação nativa da microbacia, pode-se observar que as maiores concentrações encontram-se em seu Domínio Montanhoso, nas altas vertentes de seu entorno, regiões também com a maior concentração de nascentes.

**Tabela 10.** Áreas de ocupação do solo por Remanescentes de Vegetação Nativa na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ

Ocupação do Solo	Área (ha)	Área (%)
Remanescentes de Vegetação Nativa	442,63	52,46

Correspondendo a uma área maior do que a metade da microbacia, os fragmentos de vegetação nativa possuem importante papel na preservação da sua biodiversidade e habitat. Estas áreas também podem estar susceptíveis a pressão exercida pela Matriz agrícola da paisagem, o que pode ser aprofundado em outros estudos. É preciso buscar formas de manejo e sistemas agrícolas que possam se beneficiar dos serviços ambientais prestados pelos remanescentes de vegetação nativa, e que possam coexistir com estes, criando um agroecossistema equilibrado e mais próximo ao natural. Espera-se ainda que, a área de Remanescentes de Vegetação Nativa da microbacia aumente consideravelmente nos próximos anos, em virtude das Recomposições de áreas de Reserva Legal dos imóveis rurais. Esta deve corresponder a 20% da área total do imóvel, com o objetivo de assegurar o uso econômico e sustentável dos recursos naturais, auxiliar a conservação e reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem com abrigo e proteção da fauna silvestre e flora nativa (BRASIL,2012).

A localização da Reserva Legal, de acordo com o Art 14 do Código Florestal deve considerar os seguintes critérios: i) plano de bacia hidrográfica, ii) Zoneamento Ecológico-Econômico, iii) a formação de corredores ecológicos com outras reservas legais, ou área de preservação permanente ou ainda unidades de conservação, iv) áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade, e v) as áreas de maior fragilidade ambiental. Ou seja, até mesmo para a definição da alocação de reserva legal, o agricultor deverá ter uma visão sistêmica da microbacia onde está inserido, onde a geotecnologia pode e deve auxiliar nesta decisão, principalmente coletivamente entre agricultores com áreas confrontantes, a fim de estabelecer corredores e aumentar manchas a partir da vegetação da reserva legal. Quando o agricultor não possui estas informações, ele tende a escolher o local de sua reserva legal levando em consideração apenas fatores inerentes a seu imóvel rural, sem uma perspectiva do todo. Este fato pode ocasionar pequenas ilhas de reservas dentro da matriz agrícola, onde irão sofrer forte pressão e efeito de borda, podendo ter os seus referidos serviços ambientais comprometidos, e até mesmo a sua permanência comprometida e ameaçada.

Importante salientar também que, para a agricultura familiar, a Lei permite o manejo florestal sustentável em áreas de reserva legal, onde além de área de reserva, também pode ter um uso racional e gerar renda para o agricultor através de atividades pressupostas, tanto do manejo florestal quanto por serviços ambientais.

#### 4.3.2.1 NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*

O NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*, é um indicador de vegetação utilizado para destacar a vegetação de ocorrência em determinada área. Este Índice de Vegetação é dado por Sensoriamento Remoto, em razão entre as bandas de alta correlação entre si, realçando os alvos de interesse, neste caso a Biomassa Vegetal. (FREIRE;

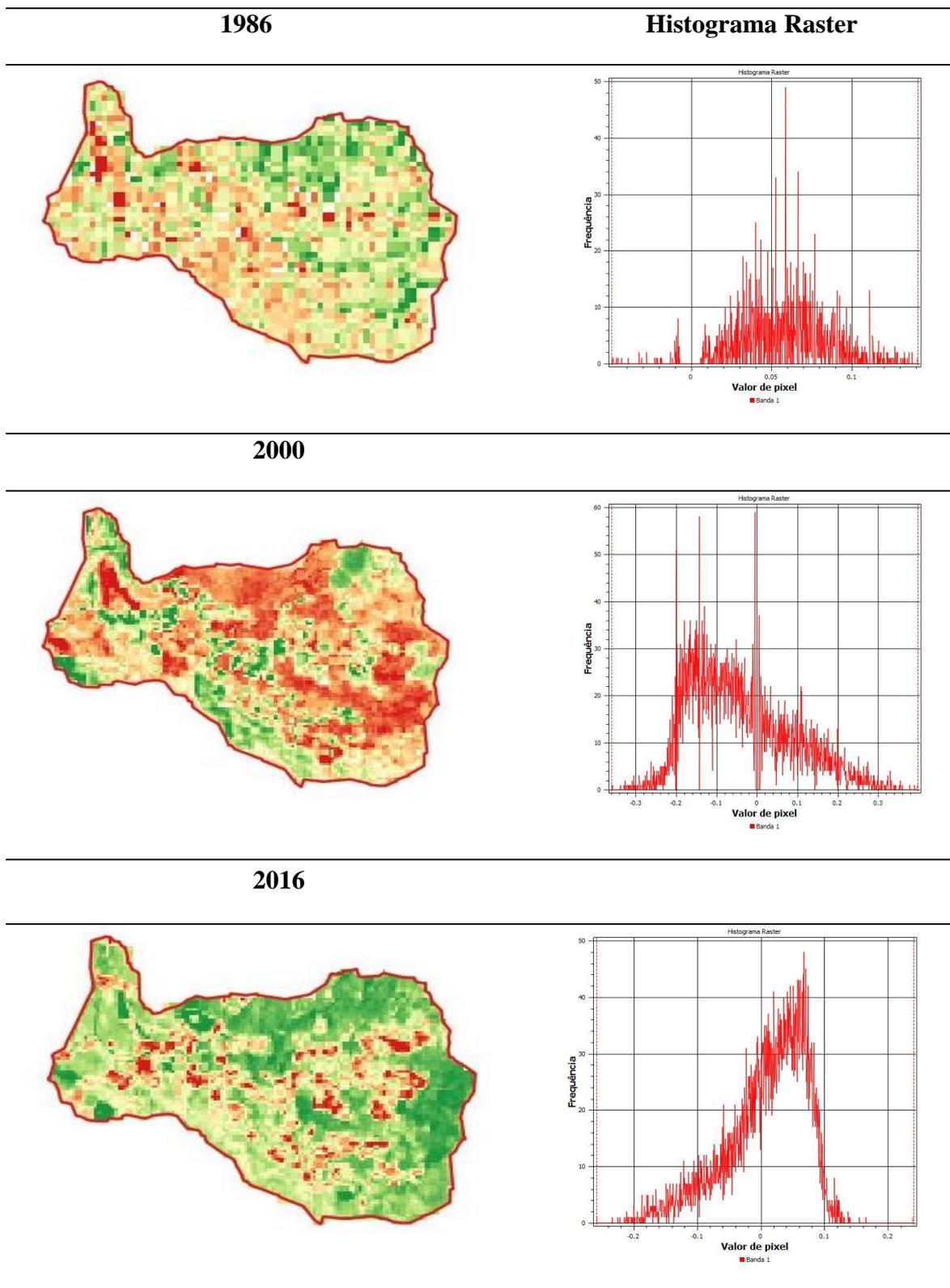
PACHECO, 2005). É representado pela faixa que vai de -1 a 1 e quanto mais próximo de -1 menor será o Índice de Vegetação e quanto mais próximo de 1 maior será o Índice de Vegetação.

Para este estudo, considerando o histórico de ocupação agrícola da área, foi realizado o estudo de NDVI para três diferentes épocas, representando as últimas três décadas de ocupação na microbacia. Desta forma, pode-se observar como foi a dinâmica de ocupação do solo e também de regeneração dos remanescentes de vegetação nativa.

O Geoprocessamento de imagens de satélite para geração de índices de vegetação gera um histograma, que identifica as frequências de cada valor de pixel da imagem. Para o ano de 1986, as maiores frequências foram encontradas nos valores entre 0 e 0,1. Já para o ano 2000, a maior frequência foi para valores entre 0 e -0,3, indicando uma menor cobertura vegetal, e conseqüentemente maior área com solo exposto. Finalmente, para o ano de 2016, houve significativo aumento da frequência de valores de 0 a 0,1, como no ano de 1986. No entanto, com picos de frequência maior, o que pode indicar uma vegetação mais úmida e estabelecida atualmente, do que quando comparada a 30 anos atrás.

Portanto, observa-se que, atualmente, é o momento em que existe uma maior preservação de remanescentes de vegetação nativa, tanto em área quanto em biomassa úmida. Podem existir diversos fatores que levaram a essa regeneração vegetal, desde as dificuldades intrínsecas do relevo frente à ocupação agrícola, como também a criação de novas Leis Ambientais e de Unidades de conservação em seu entorno, como o Parque Estadual dos Três Picos.

O NDVI pode ser atualizado sempre, com dados recentes, para fins de avaliação da qualidade dos remanescentes de vegetação nativa, cultivos e cobertura do solo na área de estudos. Permite, ainda, monitorar áreas de preservação, controle de desmatamentos e de queimadas.



**Figura 26.** Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – IVDN, microbasia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ.

A partir da análise das imagens pode-se perceber que na primeira década dos anos 2000 ocorreram as maiores taxas de ocupação do solo, mesmo nas altas vertentes da microbacia, e que, mais recentemente, na segunda década dos anos 2000, houve um retorno da vegetação nativa nessas áreas, concentrando a ocupação e atividade humana nas áreas de relevo Moderadamente Ondulado, de domínio de Morrotes e Morros baixos.

#### 4.3.3 Área Consolidada

De acordo com o Código Florestal (BRASIL,2012), uma área pode ser considerada Consolidada quando há ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações e benfeitorias, atividades agrosilvipastoris e práticas de pouso.

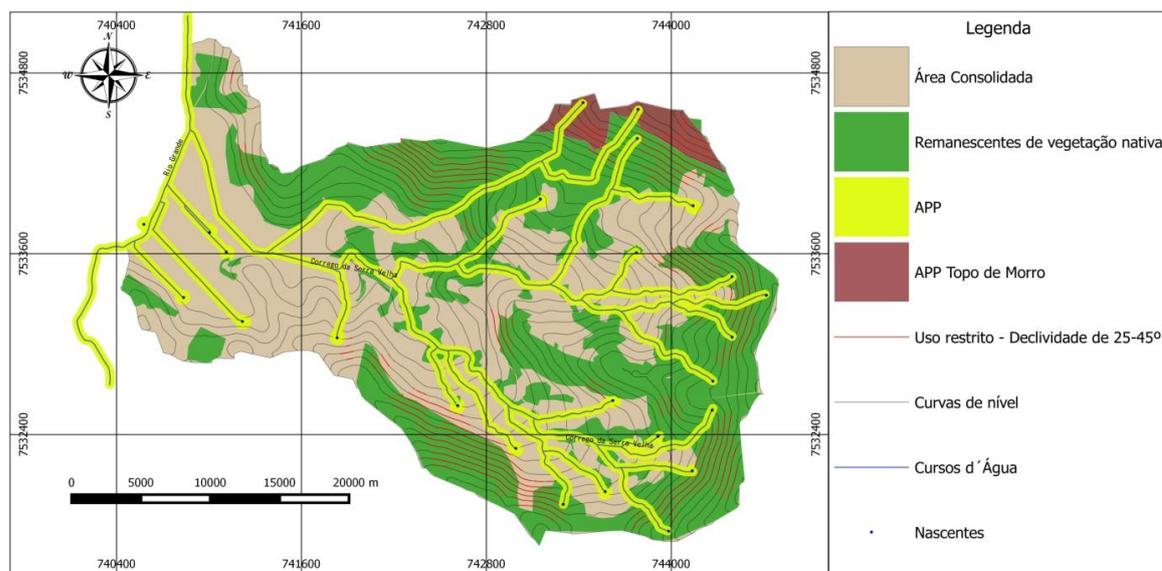
Este novo conceito surge nesta Legislação para poder flexibilizar a recomposição de Áreas de Preservação Permanente existentes nestas áreas. Nesta, pré-determinou-se tamanhos de áreas a serem recompostas de acordo com o tamanho do imóvel rural, como disposto no artigo 61-A da referida lei. Portanto, para efeito deste estudo, considerou-se como consolidada toda a área da microbacia de Barracão dos Mendes que não está ocupada com remanescentes de vegetação nativa, e que predominantemente são representadas por imóveis rurais de pequeno porte, ou seja, menores do que quatro módulos fiscais, que no município de Nova Friburgo representam 40 hectares.

**Tabela 11.** Abrangência da Área Consolidada na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo,RJ.

Ocupação do Solo	Área (ha)	Área (%)
Área Consolidada	401.09	47,54

#### 4.3.4 Zoneamento Ambiental da Área de Estudos

Com os dados de uso e ocupação do solo, e a identificação e demarcação das áreas de interesse ambiental, de acordo com a legislação ambiental federal vigente, é possível sobrepor todas as camadas para se obter um Mapa Georreferenciado de Zoneamento Ambiental de uma propriedade rural, uma microbacia hidrográfica ou até mesmo de toda uma bacia hidrográfica. Este que poderá auxiliar no desenvolvimento sustentável rural do território, bem como no planejamento estratégico de políticas públicas e identificação de zonas prioritárias para determinadas práticas de manejo agrícola ou de manejo sustentável de recursos naturais, assim como para sua preservação e conservação.



**Figura 27.** Mapa de Zoneamento Ambiental da Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Por ser georreferenciado, uma vez elaborado, este e todos os outros mapas desenvolvidos podem ser trabalhados e analisados em diversas escalas, sendo possível, por exemplo, saber se determinada propriedade está ou não inserida em uma área de preservação permanente, ou ainda, se está com práticas agrícolas em zona de uso restrito, onde deverão ser priorizadas práticas conservacionistas de solo.

Com a imagem digital georreferenciada do mapa, um aparelho de GPS ou *smartphone* provido de GPS, os diversos atores do desenvolvimento rural sustentável como agricultores, técnicos, pesquisadores, extensionistas, estudantes e gestores de política pública podem ter acesso ao Zoneamento ambiental do território de interesse para assim, ter uma ferramenta de precisão para suas tomadas de decisão. Por se basear na legislação ambiental vigente, o zoneamento ambiental também pode servir como unidade básica e essencial para a elaboração de outros Zoneamentos, como por exemplo, um Zoneamento Agro Ecológico – ZEA, de toda a microbacia, onde além do zoneamento ambiental, serão levadas em consideração também as demais características de Relevo, Solo e Paisagem para definição de zonas de práticas agroecológicas mais adequadas a cada situação.

Com o zoneamento ambiental, pode-se saber também com exatidão a abrangência de cada área de interesse dentro da microbacia, como demonstrado na Tabela 12.

**Tabela 12.** Áreas de Interesse Ambiental na Microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Áreas Especiais	Área (ha)	Área (%)
Uso Restrito 25 a 45°	120,0710	14,23
APP de Topo de Morro	22,10	2,62
APP Cursos d'Água	174,79	20,72
APP Nascentes	19,5	2,3
Remanescentes de Vegetação Nativa	442,63	52,46
Área Consolidada	401,09	47,54

Algumas destas áreas podem estar sobrepostas a outras, como por exemplo, áreas de Uso Restrito em sobreposição a áreas de remanescentes de vegetação nativa, ou áreas consolidadas. A partir destas informações é possível extrair diversas outras informações, de acordo com o interesse de cada estudo, como determinar qual a Área de Preservação Permanente em área consolidada, e por tanto prioritária para manejo agroflorestal.

#### **4.4 Vulnerabilidades**

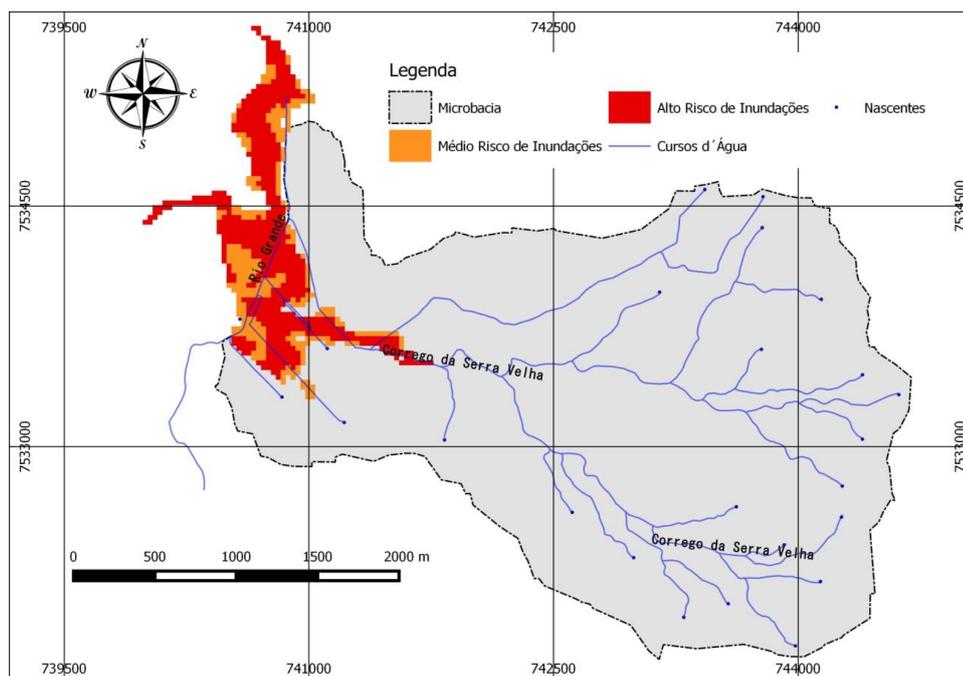
Toda a vulnerabilidade da Microbacia de Barracão dos Mendes foi exposta em seu mais alto nível no mês de janeiro de 2011, quando ocorreu um Evento Hidrometeorológico Extremo – EHE, registrando na Estação Sítio Santa Paula, do Instituto Estadual do Ambiente-INEA - precipitação acumulada de 240,0 mm em 24 horas. O valor acumulado mensal para janeiro de 2011 foi de 573,6mm, enquanto a média é de 200-250mm para a mesma época (DOURADO, 2012).

Nova Friburgo foi o município onde ocorreu o maior número de movimentos de massa, e na Bacia do Rio Grande ocorreu o maior número de mortes causadas por inundação e escorregamentos generalizados. O baixo curso do Córrego Dantas foi caracterizado pelas inundações com muitos sedimentos depositados após o evento, registrando até 3 m de altura em alguns pontos. O evento também foi caracterizado pelo alto número de movimentos de massa disseminados em toda a Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

A análise morfológica e a classificação em padrões de relevo são determinantes para identificar os riscos de inundação e movimento de massa de determinada área de estudo, demonstrando assim as áreas mais vulneráveis a estes eventos. A partir desta análise, pode-se identificar e classificar áreas de risco para cada evento específico, como risco de queimadas, inundação, movimentos de massa, entre outros. Neste estudo, foi feita a identificação de áreas com riscos de Inundação e de áreas de cicatrizes de escorregamentos de 2011, representando as mais sensíveis a novos escorregamentos.

##### **4.4.1 Inundação**

Como demonstrado nos Padrões de Relevo, a microbacia possui 62,41 hectares de Planícies Fluviais ou de Inundação (R1a), indicando esta ser uma importante vulnerabilidade. Ao analisar o produto obtido através de modelagem, validado por trabalho de campo pela CPRM entre os anos 2012 e 2014 da PMNF (2015), foi possível classificar essas áreas vulneráveis em Médio e Alto Risco de Inundações.



**Figura 28.** Áreas de Risco de Inundações na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Pela análise pode-se ver que os riscos de inundações vão além do domínio das Planícies de Inundação identificadas, pois existe alto e médio risco de inundação em uma área de 81,69 hectares, ou seja, 19,28 hectares além da planície identificada. Por isso, para indicadores mais complexos como vulnerabilidade e classificação de riscos é recomendado utilizar uma série de metodologias geotecnológicas antes de realizar um mapeamento e zoneamento de áreas.

**Tabela 13.** Áreas identificadas com Alto e Médio risco de inundações na Microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Grau de Risco de Inundação	Área (ha)	Área (%)
Alto	55,01	6,50
Médio	26,68	3,16
Total	81,69	9,66

A área inundável da microbacia representa 9,66% de sua área total. No entanto, se considerarmos que a área consolidada é de 401,09 hectares ou 47,54%, este valor representa 20,3% da área agricultável da microbacia apresentando médio e alto risco de inundação. Se considerarmos ainda que as propriedades rurais são pequenas, este valor pode representar ainda um grande número de propriedades e sistemas agrícolas que convivem com esse risco anualmente.

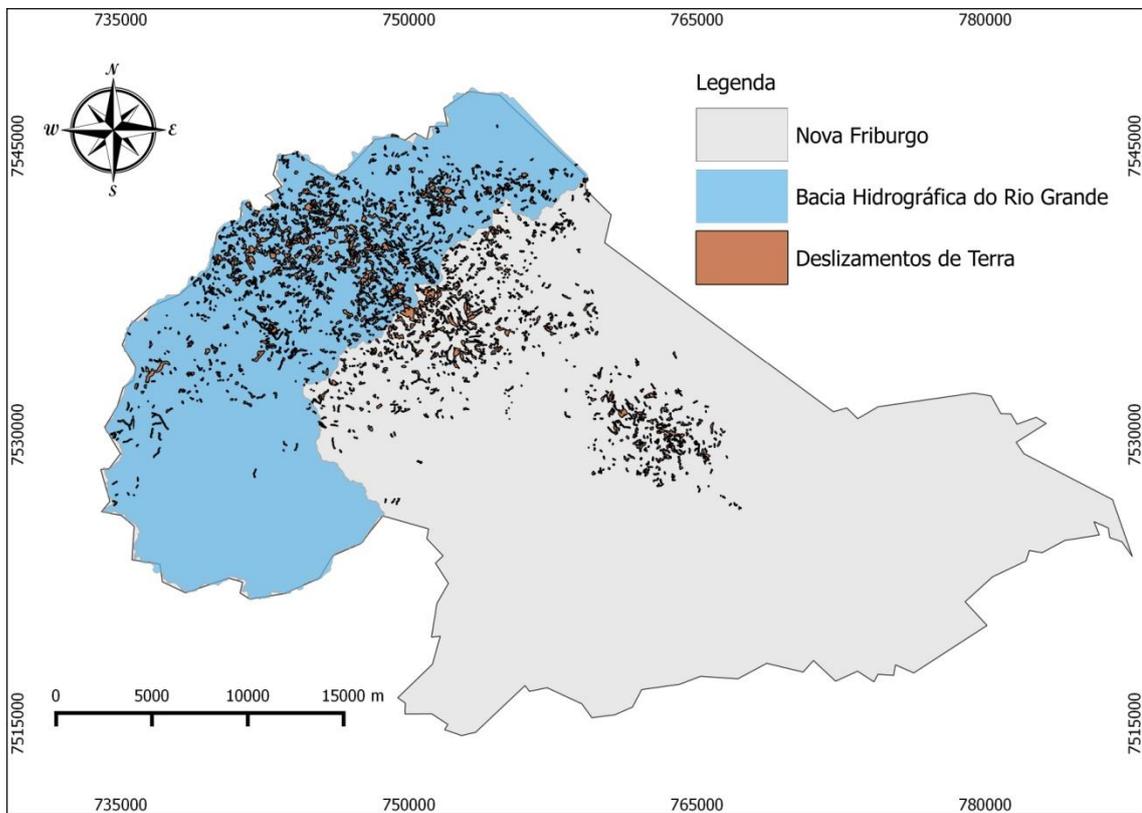
Rossi et. al. (2015) em seus estudos identificaram áreas de produção agrícola na microbacia e constataram áreas impactadas pelo transbordamento do rio que permaneceram dois meses inundadas, com grande deposição de areia. Portanto, para além do problema inundação, que por si já impacta significativamente a agricultura, também há o problema de sedimentação de areia em grandes volumes, o que prejudica a camada superficial do solo, e

conseqüentemente a agricultura, trazendo novos desafios à agroecologia para a recomposição e manejo nesse tipo de zona.

#### 4.4.2 Movimentação de massa

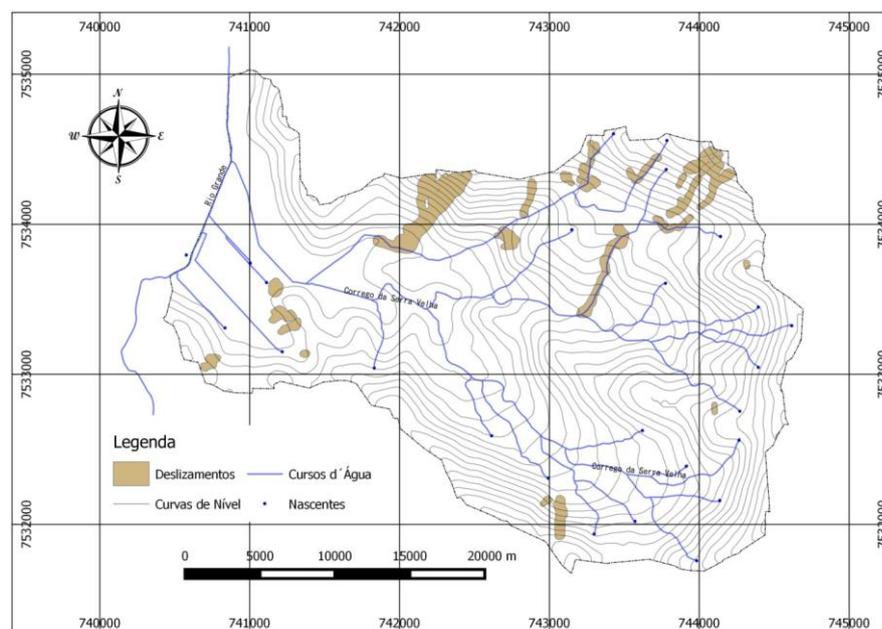
A maior concentração de movimentos de massa ocorreu no alto da serra, ou seja, nos trechos altos das bacias hidrográficas (DOURADO,2012). De acordo com o Departamento de Recursos Minerais DRM (2011) foram classificados cinco grandes grupos de movimentos de massa na região: i) Corridas de massa, detritos, terra ou de lama; ii) deslizamentos tipo “Parroca”; iii) Deslizamentos tipo “Rasteira”; iv) Deslizamentos tipo “Vale suspenso”; e, v) Deslizamentos tipo “Catarina”.

Foram registrados 2.544 pontos de deslizamento em todo município de Nova Friburgo, sendo 89% concentrados na Bacia do Rio Grande.



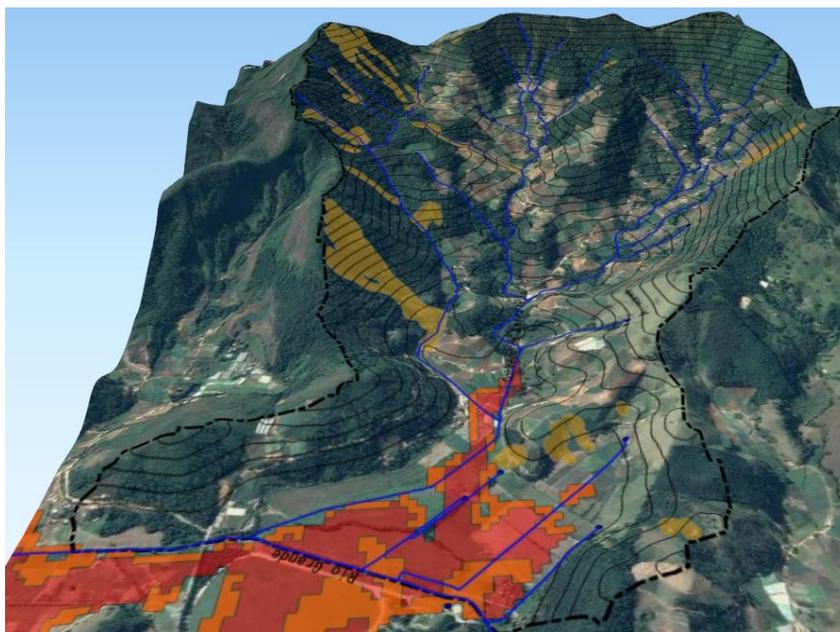
**Figura 29.** Mapa de deslizamentos de terra ocorridos em janeiro de 2011 no município de Nova Friburgo, Rio de Janeiro.

Na área de estudos foram identificados 28 pontos de deslizamentos de terra, com maior concentração nas áreas de Domínio Montanhoso e Rampas de Colúvio-Alúvio, causando soterramento total nestas áreas



**Figura 30.** Mapa de deslizamentos de terra ocorridos em janeiro de 2011 na microbacia de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ.

Com essas informações, pode-se identificar as principais áreas de risco e vulnerabilidades naturais da microbacia (Figura 31), identificar as áreas de médio e alto risco, e partir daí, realizar todo e qualquer tipo de planejamento estratégico territorial. No que diz respeito a Agroecologia e Transição Agroecológica, a compreensão destes fatores e identificação destas zonas de risco nos permite criar áreas prioritárias para preservação, recuperação, e ainda, definir quais práticas agroecológicas são mais adequadas a estas condições. Permite, ainda, elaborar uma sazonalidade nas atividades, evitando assim épocas onde os riscos se intensificam. Vimos que, na região, a prática de pousio já é comum entre alguns agricultores que praticam determinados sistemas agrícolas nas áreas de vargem e nas áreas de declividades acentuadas. No entanto, apenas uma prática, como o pousio neste caso, não deve ser o suficiente para reduzir ou até mesmo conviver com estes riscos, inerentes a agricultura em ambientes de montanha, de extrema sensibilidade a eventos climáticos, geomorfológicos e também por perturbações antrópicas. A ação antrópica nestas áreas deve sempre considerar estes riscos, e ser positiva e benéfica visando sempre o não favorecimento desses processos ou ainda, a redução destes riscos, seja para o solo agricultável, para o sistema produtivo, e sobretudo, para as vidas humanas.



**Figura 31.** Principais áreas de risco de inundações e deslizamentos na microbacia Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, RJ

#### 4.5 Mapa de Zoneamento Agroecológico Proposto

Após toda análise de relevo, solo e paisagem da área de estudo, é possível propor um zoneamento ambiental agroecológico para todo o território (Figura 32), considerando as restrições de cada zona anteriormente analisadas. Deste modo, a área dos estudos foi dividida em cinco zonas de manejo agroecológico recomendados, sendo:

1 – Zona Consolidada (ZC): Área consolidada sem restrições à prática da agricultura. Esta zona pode sofrer outros zoneamentos mais detalhados e em menor escala, levando em consideração parâmetros como os de fertilidade química dos solos, onde será possível estabelecer manejos de adubação adequados a cada microregião dentro da área de estudos, mediante acompanhamento anual ou semestral de seus índices geoestatísticos.

2- Zona de Preservação e Manejo Sustentável (ZPMS) – Esta zona compreende toda a área de remanescentes de vegetação nativa na área de estudos. Deve ser preservada para o abrigo da vida silvestre, regeneração florestal, produção de água e habitat para inimigos naturais. As Reservas Legais das propriedades devem ser declaradas prioritariamente nesta zona. Propriedades que não estão inseridas nesta área, devem priorizar a alocação de suas reservas florestais próximas a esta, ou de modo a favorecer corredores e manchas. O Manejo Sustentável mediante Plano de Manejo Sustentável também deve ser permitido e incentivado nesta zona.

3- Zona de Recuperação Ambiental (ZRA) – Compreendida pelas Áreas de Preservação Permanente de cursos hídricos e nascentes, sobrepostas às áreas consolidadas. Nesta zona devem ser priorizadas ações para a recomposição de mata ciliar. Por se tratar de território predominantemente da agricultura familiar, estas ações podem ser tomadas gradualmente, favorecendo a implantação de Sistemas Agroflorestais, com a inserção de elementos arbóreos intercalados com produtos agrícolas. Também deve-se evitar o uso

contínuo ou excessivo de máquinas nesta área a fim de não favorecer processos de assoreamento. Nesta zona, espera-se que no médio – longo prazo, ao menos uma faixa de 15 metros dos cursos d'água esteja com espécies perenes estabelecidas, de modo a garantir a mínima proteção e função da mata ciliar, e também, gerando trabalho e renda aos produtores, de acordo com um plano de manejo sustentável.

4- Zonas de Uso Restrito (ZUR) - Compreendidas pelas áreas de declividade entre 25 e 45° sobrepostas a área consolidada, e por tanto sob manejo agrícola, esta zona deve priorizar práticas conservacionistas de solo, como terraceamento, cultivo em curvas de nível, cultivos de espécies de ciclo longo e/ou perenes, e uso racional de maquinário. Todo o manejo nestas zonas deverá ter como prioridade práticas que desfavoreçam processos erosivos e de deslizamentos de terra.

5- Zona com Riscos de Inunção (ZRI) - Situadas nas planícies de inunção da área de estudos, esta zona possui riscos médios a altos de inunção, principalmente nos períodos chuvosos, compreendidos de novembro a março na região. Desta forma, o planejamento agrícola anual deve levar isto em consideração, priorizando cultivos outros nesta época do ano, que apresentem menores riscos econômicos aos produtores, como espécies tolerantes a encharcamento, espécies para produção de sementes de adubação verde que podem ser comercializadas e sistemas agroflorestais com espécies arbóreas tolerantes.

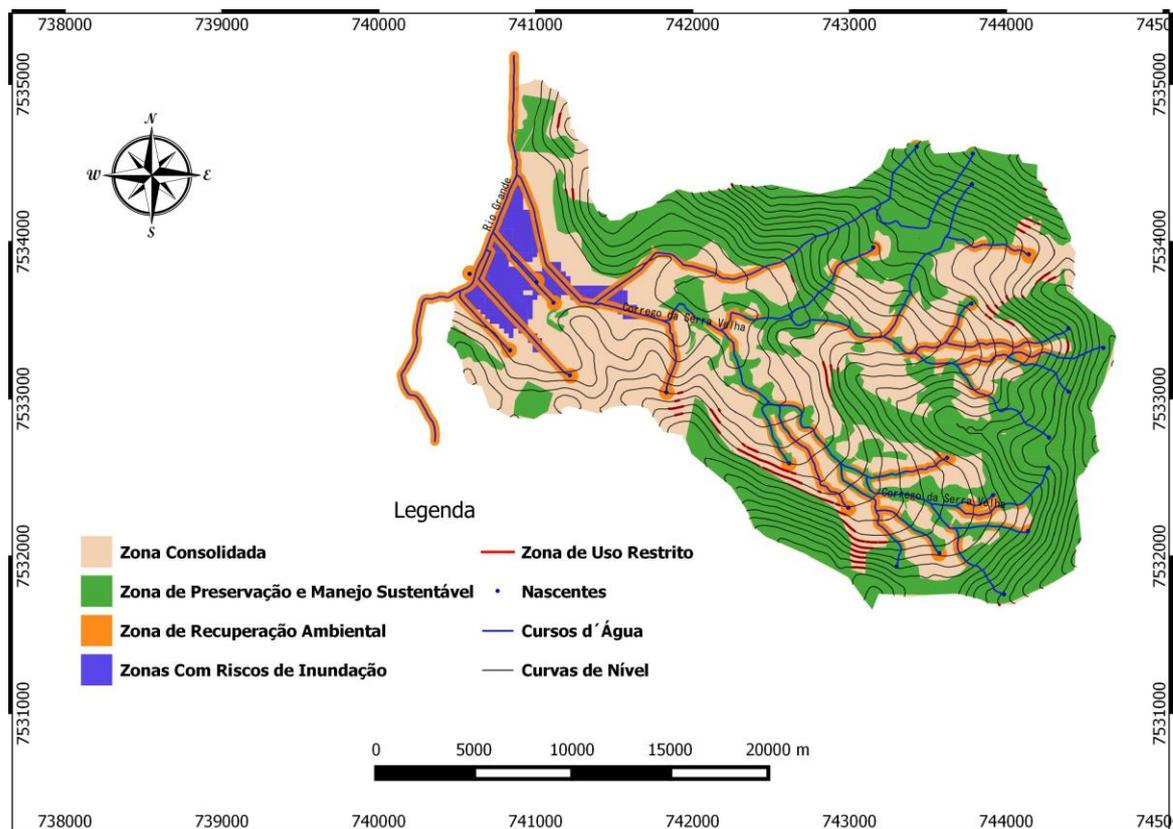


Figura 32. Mapa de Zoneamento Agroecológico proposto para a área de estudos.

#### 4.5 Perspectivas para uma Nova Paisagem Agrícola

Eis que o Alto Vale do Rio Grande, ao longo de séculos de ocupação humana nos deixa como herança, de seus tempos de produtos de “atividades acessórias” e em seguida, de modernização da agricultura o seguinte legado: sistemas agrícolas mecanizados e intensivos de produção de hortaliças e com elevado aporte de insumos químicos - agrotóxicos e fertilizantes – e uso de sementes de cultivares híbridas, adquiridas a cada safra. Talvez se tenha perdido a perspectiva de Alto Vale, como nos tempos antigos, e a agricultura moderna tenha voltado a perspectiva do agricultor para a propriedade e a alta produtividade. Porém, perder a perspectiva de Alto Vale e não apreender a realidade local - ambiente de montanha, extremamente sensível e vulnerável a eventos que podem se tornar catastróficos para a natureza e para o homem – é arriscado e insustentável. O Megadesastre da Região Serrana, ocorrido em janeiro de 2011, ilustra este risco e insustentabilidade.

Embora tenha sido um Evento Hidrometeorológico Extremo – EHE, o Megadesastre tornou evidente todas estas vulnerabilidades, de uma única vez, em uma única madrugada. Este fato certamente trouxe a lembrança e consciência de todos, inclusive agricultores, de que o Alto Vale do Rio Grande é condição permanente e imperativa, e de que para habitá-lo e dele tirar o sustento, tem-se que voltar os olhos para o mesmo e, mudar a escala de observação da paisagem, repensar a ação humana e de ocupação desta área.

Quanto aos sistemas agrícolas, é urgente que se pense uma nova agricultura para a região, adaptada às condições montanhosas, multidisciplinar, e que disponha de alta tecnologia aplicadas a práticas conservacionistas de solo e dos recursos hídricos, e não da alta tecnologia agroquímica e do velho paradigma da agricultura moderna. Torna-se necessário neste momento de mudanças de paradigma, pensar a transição agroecológica de forma sistêmica, com incentivo ao desenvolvimento de práticas integradas de produção e conservação, adequadas à realidade específica do território, considerando todas as variáveis, dinâmicas e relações entre relevo, solos, paisagem e homem. Somente assim será possível o estabelecimento de zonas de manejo, definidas com base em Zoneamento Agroecológico da microbacia.

A inovação tecnológica trouxe muitos benefícios para a agricultura como a tecnologia dos satélites. Tornou acessível o sensoriamento remoto, o geoprocessamento e demais ferramentas da geotecnologia, resultando no que chamamos hoje de agricultura de precisão. Tal como o agronegócio absorveu estas inovações tecnológicas, a agroecologia também pode incorporá-las, já que não fazem parte do grande complexo agroindustrial nem possuem altos custos. Para isto é necessário a capacitação de técnicos e demais atores do desenvolvimento rural sustentável.

A microbacia Barracão dos Mendes é importante região não só de produção agrícola como também de pesquisa agrícola. Diversas instituições atuam na região, como a EMBRAPA-NPTA, EMBRAPA-Agrobiologia, PESAGRO-RIO, UFRRJ, EMATER-RIO e outras. Na região também existe o CEFFA CEA Rei Alberto I, com formação de técnicos agrícolas residentes nesta e em outras microbacias do território. Desta forma existe uma grande potencialidade na área para realização de políticas públicas que tenham como objetivo o incentivo, o fomento e a capacitação em práticas agrícolas compatíveis com a realidade local e que incentivem e fomentem práticas de conservação de recursos naturais, como é o caso do Pagamento por Serviços Ambientais.

Portanto, espera-se que a agroecologia passe também a utilizar as ferramentas de geotecnologias e a explorar os seus diversos produtos e potencialidades para o planejamento estratégico de ações para o desenvolvimento rural sustentável. Que esta também desenvolva seus conceitos de agricultura precisão, nos quais os mais diversos recursos do

agroecossistema, como água, solo, insumos e trabalho, possam ser utilizados de forma ainda mais racional, eficiente, consciente e otimizada, e levem a resultados mais satisfatórios, eficientes, econômicos e sustentáveis.

## 5 CONCLUSÕES

- 1) O uso de ferramentas de geotecnologia permitiu identificar a evolução da paisagem, os pontos mais vulneráveis e potenciais para a exploração agrícola na área de estudo na Microbacia Barracão dos Mendes;
- 2) A partir do estudo, foi possível criar um banco de dados georreferenciado na Microbacia Barracão dos Mendes, com todas as informações observadas de Relevo, Solo e Paisagem;
- 3) O banco de dados criado deve ser constantemente atualizado com inserção de novas informações;
- 4) Deve-se buscar meios para que este banco de dados possa ser acessível a todos, principalmente agricultores e demais personagens que atuem na região;
- 5) As informações analisadas neste trabalho e seu banco de dados podem auxiliar agricultores na tomada de decisão para o zoneamento agro-ambiental de sua área, principalmente quanto ao Cadastro Ambiental Rural – CAR;
- 6) Para a adoção das ferramentas de geotecnologias e seu uso no mapeamento e planejamento estratégico de propriedades e territórios será necessário investimento na formação e capacitação de técnicos que possam tanto atualizar o banco de dados quanto a coletar dados em campo e orientar agricultores;
- 7) Espera-se que o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas, ou “drones”, se torne rapidamente uma ferramenta usual nos processos de planejamento e monitoramento territorial, sendo este um aliado fantástico pois permite a aquisição primária de dados como Modelo de Elevação de Terreno, Modelo Digital de Superfície, NDVI, Sensoriamento Remoto e diversas outras aplicabilidades a um custo baixo e alta precisão, quando comparados aos dados secundários adquiridos neste trabalho.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As informações e sugestões aqui apresentadas certamente necessitam e devem ser complementadas e utilizadas como base para diversos estudos em variadas linhas temáticas, das mais específicas às mais abrangentes. Porém, o mais importante, é apresentá-las e discutí-las com toda a comunidade, agricultores e moradores, no Comitê de Bacia Hidrográfica, no Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável, nos órgãos públicos de pesquisa e extensão, no CEFFA CEA Rei Alberto I. Ou seja, em todo e qualquer lugar onde sejam pensadas e executadas ações que tenham como objetivo a melhoria dos sistemas agrícolas da microbacia, de forma a tornar possível a ocupação humana e a agricultura de montanha neste ambiente tão sensível e com tanto potencial para produção de serviços ambientais. A batalha por uma transição agroecológica eficiente pode ter esta ferramenta como um importante aliado tecnológico.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, Sistema de informações hidrológicas: Estação Agricultura. São Paulo: Hucitec, 1981.
- ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? Revista de Economia, v. 33, n. 1 (ano 31), p. 31-53, jan./jun. 2007. Editora UFPR.
- ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.,Guaíba: Agropecuária Ed., 2002. 592p.
- ANTONIO, G. J. Y. Constituição de tecnologias sociais a partir de processo de desenvolvimento territorial endógeno: a experiência de ações participativas junto a sistemas de produção familiares em ambientes de montanha em Nova Friburgo (RJ). UFRRJ, PPGAO. 2017.
- ANTÔNIO, R. F. Sistema de Avaliação da aptidão agrícola das terras / A.Ramalho Filho, K.J. Beek. – 3. Ed.rev. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS,1994.
- BERNARDES, L. M. C. Nova Friburgo. Uma cidade serrana fluminense. InAnais da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Vol 5. Tomo II 1950-1951. São Paulo, 1958.
- BRASIL. Código Florestal – Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília:2012.
- BRASIL. Decreto, e condições do estabelecimento de huma colônia de suissos no Reino do Brazil. Rio de Janeiro, 1820. Disponível em <[http://www.djoaovi.com.br/journal.php?id=colonizacao\\_suica\\_em\\_nf&d](http://www.djoaovi.com.br/journal.php?id=colonizacao_suica_em_nf&d)>. Acesso em:05/08/2017.
- BRASIL. Instrução Normativa No 2/MMA, DE 06 DE MAIO DE 2014. Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural-SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural-CAR. Brasília:2014.
- BRASIL. Lei das Águas – Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 12 de março de 1990, que modificou a Lei nº7.990 de 28 de dezembro de 1989. Publicado no D.O.U. de 09/01/1997. Brasília: 1997.
- BRASIL. Plano Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário – PNDRSS. Disponível em <http://www.mda.gov.br/pndrсс/>. Acesso em 15 de agosto de 2017.
- BRUM, A. J. Modernização da agricultura: trigo e soja. Ijuí:FIDENE, 1987. 200 p.

CALDAS, E. D. É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro , v. 21, n. 1, Feb. 2005 .

CÂMARA INTERMINISTERIAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL - CAISAN. Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: 2012/2015. 2011.

CAPORAL, F. R.. Agroecologia: alguns conceitos e princípios / por Francisco Roberto Caporal e José Antônio Costabeber; 24 p. Brasília : MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

CARVALHO FILHO, A. DE; LUMBRERAS, J. F.; AMARAL F. C. S. DO; NAIME, U. J. SANTOS, R. D. DOS; CALDERANO FILHO, B.; LEMOS, A. L.; OLIVEIRA, R. P.; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. DE; CHAFFIN, C. E. Mapa De Aptidão Agrícola Das Terras Do Estado Do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro: embrapa solos, 2003. 1 mapa, color. Escala 1:250.000. Lgi-embrapa solos, 2003.

COSTA, R.N. Monitoramento do Rio Macaé com base na participação das Escolas Públicas, uma ação para a sustentabilidade. Revista Visões 4ª Edição, Nº4, Volume 1 - Jan/Jun 2008

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 20p.

DANTAS, M. E. et al. O emprego da geomorfologia para avaliação de suscetibilidade a movimentos de massa e inundação–mimoso do sul/es. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. Volume 4, nº 2, 2014.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. 2011. Megadesastre da Serra, disponível em <<http://www.drm.rj.gov.br/index.php/downloads/category/13-regio-serrana/download=48%3Amegadesastre-da-serra-jan-2011-pdf>>.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: asuggested interpretation of the determinants and directions of technical change. Research Policy 11(2): 147-162, 1982.

DOURADO, F. et al. O Megadesastre da Região Serrana do Rio de Janeiro: as causas do evento, os mecanismos dos movimentos de massa e a distribuição espacial dos investimentos de reconstrução no pós-desastre. Anuário do Instituto de Geociências, v. 35, n. 2, p. 43-54, 2012.

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2ed Rio de Janeiro, 212p, 1997a.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.: il. ISBN 85-85864-19-2.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes Brasília, Embrapa. Comunicação para Transferência de Tecnologia 370p, 1997b.

EMBRAPA. Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro / editor técnico, Luiz Rodrigues Freire ... [et al.]. – Brasília, DF : Embrapa ; Seropédica, RJ : Editora Universidade Rural, 2013. 430p. : il.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

ESKENAZI, B.; BRADMAN, A.; CASTORINA, R., 1999. Exposures of children to organophosphate pesticides and their potencial adverse health effects. *Environmental Health Perspectives*, 107, sup. 3, pp. 409-419.

FILHO, G. G. Transformações da estrutura produtiva: a questão ambiental na horticultura de Campo do Coelho – Nova Friburgo-RJ/ Genésio Gregório Filho – Niterói: [s.n],2006. 097p.

FINATTO, R. A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. *Soc. nat. (Online)*, Uberlândia, v. 20, n. 2, Dec. 2008.

FREIRE, N. C.F, PACHECO, A. P. Aspectos da detecção de áreas de risco à desertificação na região de Xingó. XII. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais, Goiânia, Brasil, abril 2005, INPE.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE / Diretoria de Geociências - DGC / Coordenação de Cartografia – CCAR. Metadados do produto Ortofoto 1:25.000 do Projeto RJ-25. Centro de Documentação e Disseminação de Informação - CDDI/ IBGE. 2005.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

GONÇALVES NETO, W. Estado e Agricultura no Brasil, São Paulo: Hucitec, 1997.

GOODMAN, D.; REDCLIFT, M. (1991). *Refashioning nature: food, ecology and culture*. Londres: Routledge.

GRAZIANO NETO, F. A questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura. São Paulo: Brasiliense,1982. 154 p.

GRISEL, P. N. Dinâmica agrária da Região Sudoeste do município de Nova Friburgo e os atuais desafios de sua produção hortícola familiar. / Pierre-Nicolas Grisel, Renato Linhares de Assis. Seropédica: Embrapa Agrobiologia,2015.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA - APA Estadual de Macaé d Cima: Plano de Manejo - Contextualização e Análise regional. Rio de Janeiro: Inea, 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2009. Plano de Manejo do Parque Estadual dos Três Picos. CD-ROM.

JAMES, C. . Global status of commercialized biotech/GM Crops: 2006. ISAAA: Ithaca (NY). ISAAA Briefs, n. 35, 2006.

Kazmierczak, M.L. Uso de Dados AVHRR/NOAA Gac para análise da sazonalidade da caatinga. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, Salvador, 1996. Anais. Salvador, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996.

- LAMEGO, Alberto Ribeiro. O Homem e a Serra. Rio de Janeiro. CNG/IBGE, 1950.
- LOPES, A. S., CASALINHO, Hélvio D. Estratégias para a transição agroecológica. Rev. Bras. de Agroecologia/out. Vol.2 N.2, 2007.
- LOTERO, C.J.; MONSALVE, S.A. Effect of N source and application doses on the chemical properties of soil. Revista do Instituto Colombiano. Agropecuário, 5 (3): 199-220, 1970.
- MARTINE, G. Efeitos inesperados e imprevistos da modernização agrícola no Brasil. In os Impactos sociais da modernização agrícola. GARCIA, Ronaldo Coutinho; MARTINE, George (Org). São Paulo: Caetés, 1987.
- MAYER, J. (2003). Raízes e crise do mundo caipira: o caso de Nova Friburgo. 2003. 564 f (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em História Social) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro).
- Meteorológica n°2242009 – São Lourenço. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=2242009&CriarArq=true&TipoArq=2>>. Acesso em: 25set. 2017.
- METZGER, J.P. O que é ecologia da paisagem? Biota Neotropica. V.1, n.12,2001.
- MOLIN, J.P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.22, n.1, p.83-92,2002.
- MOLIN, J.P.; CASTRO, C.N. Establishing management zones using soil electrical conductivity and other soil properties by the fuzzy clustering technique. Scien. Agric, Piracicaba, v.65, p.567-573,2008.
- PEREIRA, L.C; SILVEIRA, A.M.; NETO, F.L. Agroecologia e Aptidão Agrícola das Terra : as bases científicas para uma agricultura sustentável. EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna,2006.
- PIERCE, F.J.; NOWAK, P. Aspects of precision agriculture. Adv. Agronomy, v. 67, p.1-85, 1999.
- PIRES, J. S. R. Análise Ambiental Voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural: Abordagem Metodológica Aplicada ao Município de Luiz Antônio - SP. 1995. 166 páginas. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 1995.
- PIROLI, E. L; SANTAROSA, L. V. Mapas de aplicação localizada de insumos e técnicas para agricultura familiar. Rev. Ciênc. Ext. v.9, n.1, p.135-149, 2013.
- PRADO JUNIOR, Caio. História econômica do Brasil. São Paulo: Brasiliense,2004.
- PRIMAVESI, A. Manejo Agroecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. Ana Primavesi. –São Paulo: Nobel. 9ªed. 1987.
- RESENDE, A.V.; COELHO, M. A. Agricultura de Precisão no Brasil: Avanços, Dificuldades e Impactos no Manejo e Conservação do Solo, Segurança Alimentar e Sustentabilidade. XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil. Teresina, PI. 2010.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Rev. Depto. Geografia, FFLCH-USP, São Paulo, 6:17-29, 1992.

ROSSI, Q. C.; GERVASIO P. M.; AQUINO, A. M.; SANTANA DE LIMA, S.; LOURO B. R. L. Atributos Químicos e Físicos de Solo Cultivado com Oleráceas em Microbacia Hidrográfica, após Desastre Ambiental. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 39, núm. 6, 2015, pp. 1764-1775 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil.

SANGLARD, G. De Nova Friburgo a Fribourg através das letras: a colonização suíça vista pelos próprios imigrantes. História, Ciências e Saúde – Manguinhos, vol.10(1): 173-202, jan-abr.2003.

SANTOS, H. G. DOS; CARVALHO JUNIOR, W. DE; DART, R. DE O.; ÁGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. DA S.; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. DA S; OLIVEIRA, A. P. DE. Mapa de solos do Brasil (documento issn 1517-2627). EMBRAPA SOLOS NUCLEO DE GEOMATICA - NGE0 -2011.

SEAPEC. Agricultura Emergência - Diagnóstico do impacto das chuvas nas áreas agrícolas da região serrana do estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária, Projeto Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro - RIO RURAL / BIRD. SEAPEC, Niterói, jan. 2011. p. 13

SEAPEC. Rio Rural – Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas. 2012. Disponível em: <[http://www.microbacias.rj.gov.br/programa\\_rio\\_rural.jsp](http://www.microbacias.rj.gov.br/programa_rio_rural.jsp)>. Acesso em: 4 ago. 2016.

SEAPEC. Rio Rural – Plano Executivo da Microbacia (PEM) de Barracão dos Mendes, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária, Projeto Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro - RIO RURAL / BIRD. SEAPEC, Niterói, 2015.

SILVA, H. D. B., Estudo do Índice de Vegetação no Município de Floresta - PE, utilizando técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Universidade Federal de Rural de Pernambuco – UFRPE.

SILVA, J. G. Progresso Técnico e Relações de Trabalho na agricultura paulista. Campinas – SP. 1980. 294p. Universidade Estadual de Campinas. (Tese de Doutorado).

SILVA, M. A. Mapeamento digital de atributos do solo e vulnerabilidade ao escoamento superficial, baseado no conhecimento de campo, na sub-bacia das Posses, Extrema, MG. Mayesse Aparecida da Silva.- Lavras: UFLA,2013. 109 p.: il.

SOUZA PINTO, N. L. et al. Hidrología Básica. São Paulo, Editora Blucher. Rio de Janeiro FENAME, 1976.

SPIRONELLO, R. L. Adequabilidade de uso da terra no município de Iporã do Oeste – SC: uma análise Geossistêmica da Microbacia do Arroio Taquarussu. São Paulo: 2002.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. Revista Eletrônica AGB-TL, v. 1, n. 2, p. 21-42, 2005.

TOSTO, S.G. Geotecnologia e Geoinformação: O PRODUTOR PERGUNTA, A EMBRAPA RESPONDE/ editores técnicos. Brasília, DF: EMBRAPA.2014. 248 p.:il.-(coleção 500 perguntas, 500 respostas).

VITTE, A. C. GUERRA, J. T. Reflexões sobre a geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23. 1991, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: SBCS, 1991. p. 265.