

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO**

GILSON JOEL CICONET

**USO ATUAL DOS SOLOS DE ÁREAS ÚMIDAS DA BACIA DO JIRAU,
DOIS VIZINHOS - PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**DOIS VIZINHOS
2016**

GILSON JOEL CICONET

**USO ATUAL DOS SOLOS DE ÁREAS ÚMIDAS DA BACIA DO JIRAU,
DOIS VIZINHOS - PR**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Manejo da Fertilidade do Solo, com Ênfase em Manejo Ecológico do Solo ou Agricultura de Precisão Aplicada ao Manejo da Fertilidade do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Jairo Calderari de Oliveira Junior

DOIS VIZINHOS

2016



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Coordenação de Agronomia
Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo**



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia nº 001

Mapeamento e conflitos de uso de solos hidromórficos da bacia do Jirau, Dois Vizinhos - PR

por

Gilson Joel Ciconet

Monografia apresentada às quinze horas do dia vinte de dezembro de dois mil e dezesseis, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Manejo da Fertilidade do Solo, com Ênfase em Manejo Ecológico do Solo ou Agricultura de Precisão Aplicada ao Manejo da Fertilidade do Solo, Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. André Pellegrini
Membro da banca

Prof. Dr. Carlos Alberto Casali
Membro da banca

Prof. Dr. Jairo Calderari de Oliveira Jr
Orientador

Prof. Dr. Carlos Alberto Casali
Coordenador do Curso

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo.

Dedico este primeiramente a Deus, por me dar coragem e permitir chegar até aqui. Também a minha família, por serem compreensivos e pelo apoio no dia a dia, e a todos os colegas de curso o meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me abençoado e iluminado durante essa trajetória.

Agradeço a minha família, em especial a meus pais, Vilson e Luiza, pelo apoio incondicional sem medir esforços para que essa caminhada fosse possível.

A todos os professores da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos – PR em especial ao professor e orientador Jairo Calderari de Oliveira Junior pela compreensão e apoio no decorrer do curso e pelos trabalhos assistidos.

Agradeço a todos nossos colegas de pês graduação pela parceria e amizade, em especial aos colegas Gustavo H. Liberalesso, Daian Simon, e Alexandre Rigom, parceiros de estrada.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização do curso de pês graduação e do presente trabalho, o meu muito obrigado!

RESUMO

CICONET, Gilson Joel. **Uso atual dos solos de áreas úmidas da bacia do Jirau, Dois Vizinhos - PR.** 2016. 34f. Monografia (Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo) – Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

A crescente demanda pela produção de commodities no mundo e a valorização da terra, promoveu uma pressão sobre as áreas que antes eram tidas como inapropriadas para a produção agrícola, sobretudo as áreas úmidas, também conhecidas como várzeas. Essas áreas, planas, próximas aos cursos d'água, apresentam elevada saturação por elementos químicos no seu complexo de troca e também de água no espaço poroso, reduzindo drasticamente a sua capacidade em reter possíveis poluentes. Estes solos também armazenam água, que é liberada lentamente aos corpos hídricos, reduzindo as oscilações na vazão do rio, sobretudo durante as épocas de estiagem. Agronomicamente, as várzeas se apresentam como de elevada fertilidade, com constante suprimento de água aliadas ao relevo suave a suave-ondulado, facilitam as várias operações com maquinário e implemento, instigando os proprietários a ampliarem suas áreas de produção várzea adentro. De fato, essas áreas são protegidas pelo Novo Código Florestal, no qual define que a vegetação nessas áreas deve ser preservada ou reestruturada pelo proprietário. Entretanto, como os mapas de solos disponíveis atualmente foram confeccionados em escala que não permitem a identificação das áreas de várzea e, conseqüentemente, dificultam a fiscalização das mesmas. Este trabalho teve como objetivo identificar o uso atual nas áreas de solos hidromórficos da bacia do rio Jirau, no município de Dois Vizinhos, Paraná. Para tanto, foram adquiridas imagens do satélite SRTM com resolução de 30 metros, para gerar índices de representação do relevo e para identificar as áreas de várzea. Posteriormente os usos dentro da bacia foram digitalizados, e cruzados com o mapa de solos hidromórficos. Os resultados apontaram que 50,5% das áreas de várzea são ocupadas por mata, enquanto 38,7% são atualmente ocupadas com agricultura ou pastagem. Também foi observado uso frequente dessas áreas (6,9 %) com construções ou terraplanagem, que engloba aviários, tanques de piscicultura e galpões. Devido à valorização da terra e ao crescimento da avicultura na região, grande parte das áreas de várzea foram ocupadas, ocorrendo a supressão da mata e comprometendo a qualidade de água que abastece o município.

Palavras-chave: Uso e ocupação da terra, conservação do solo, Gleissolos.

ABSTRACT

CICONET, Gilson Joel. **Actual use of Jirau basin wetlands, Dois Vizinhos**. 2016. 33f. Monografia (Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo) – Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016

The growing demand for commodity production in the world and the appreciation of land has put pressure on areas that were once considered inappropriate for agricultural production, especially wetlands, also known as floodplains. These flat areas near the waterways are highly saturated by chemical elements in their exchange complex and also water in the porous space, drastically reducing their capacity to retain possible pollutants. These soils also store water, which is released slowly to the water bodies, reducing the oscillations in the flow of the river, especially during the dry seasons. Agronomically, the floodplains present themselves as being of high fertility, with a constant supply of water allied to the soft to wavy relief, facilitating the various operations with machinery and implements, instigating the owners to expand their floodplain production areas. In fact, these areas are protected by the New Forest Code, in which it defines that the vegetation in these areas must be preserved or restructured by the owner. However, as the soil maps available today were made in scale that do not allow the identification of floodplain areas and, consequently, make it difficult to inspect them. This work aimed to identify the current use in the areas of hydromorphic soils of the Jirau river basin, in the municipality of Dois Vizinhos, Paraná. For this purpose, images of the SRTM satellite with a resolution of 30 meters were acquired to generate indices of relief representation and to identify the floodplain areas. Subsequently the uses inside the basin were digitized, and crossed with the map of hydromorphic soils. The results indicated that 50.5% of the floodplain areas are occupied by forest, while 38.7% are currently occupied with agriculture or pasture. It was also observed frequent use of these areas (6.9%) with buildings or earthworks, which includes aviaries, fish tanks and sheds. Due to the appreciation of the land and the growth of poultry in the region, most of the floodplain areas were occupied, with the suppression of the forest and the quality of water supplying the municipality.

Key-words: Soil use and management, soil conservation, Gleisols.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Perímetro da bacia do rio Jirau, utilizada na captação de água para os habitantes do município de Dois Vizinhos – PR..... 16
- Figura 2.** Áreas hidromórficas na bacia do rio Jirau, identificadas pelo índice MRVBF .. 19
- Figura 3.** Sobreposição das áreas hidromórficas na bacia do rio Jirau, identificadas pelo índice MRVBF, e imagens de satélite de alta resolução20
- Figura 4.** Uso atual das terras na bacia do rio Jirau e confronto com as áreas de solos hidromórficos (hachuras)22
- Figura 5.** Modelo Digital da superfície, obtido por meio de imagens SRTM, com resolução espacial de 30 metros.29
- Figura 6.** Índice de fundo de vale plano (MRVBF) - as áreas em vermelho apresentam os maiores valores e solos hidromórficos.30
- Figura 7.** Área de várzea utilizada para pastagem animal.31
- Figura 8.** Área à beira do rio Jirau utilizada pelo gado para consumir água.31
- Figura 9.** Meandro abandonado do rio Jirau, com grande deposição de material das áreas acima.32
- Figura 10.** Tradagem mostrando solo de coloração acinzentada (hidromórficos), logo abaixo da sedimentação dos materiais das áreas bem drenadas acima (de coloração avermelhada).32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
3.2. MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS HIDROMÓRFICOS	17
3.2.1. Legenda preliminar	17
3.2.2. Validação das Unidades de Mapeamento	17
3.3. MAPA DE CONFLITO SOLOS HIDROMÓRFICOS vs USO ATUAL.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS	25
ANEXOS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda pela produção de commodities no mundo e a valorização da terra, promoveu uma pressão sobre as áreas que antes eram tidas como inapropriadas para a produção agrícola, sobretudo as áreas úmidas, também conhecidas como várzeas. Nas áreas úmidas, o principal processo de formação do gleização e paludização, em que no primeiro ocorre a redução do Fe^{3+} (insolúvel) para o Fe^{2+} (solúvel), este último sendo removido do sistema pelas águas de inundação e conferindo ao solo coloração gleizada (cinza), caracterizando dessa forma a classe dos Gleissolos (EMBRAPA, 2013). Já na paludização ocorre pelo grande acúmulo de material orgânico, favorecido pela lenta decomposição em ambiente inundado (anaeróbio), ultrapassando 80 g kg^{-1} de C orgânico e alterando completamente o comportamento do solo, o qual passa a responder mais pelas características da matéria orgânica do que do material mineral, originando assim a classe dos Organossolos (EMBRAPA, 2013).

Tanto Gleissolo como Organossolo são frágeis e desempenham importante papel para o ambiente e a sociedade de forma geral, pois são a última “barreira” antes que adubos e defensivos agrícolas atinjam os corpos d’água e mananciais, e já não possuem a mesma capacidade de retenção e filtragem de poluentes quando comparados a solos de ambientes bem drenados. Parte dessa fragilidade dos solos de áreas úmidas se deve ao soterramento por material oriundo da erosão de áreas circunvizinhas, por outro lado eles também representam importante regulador do fluxo hídrico de rios, armazenando água nos períodos chuvoso e liberando a água nos períodos de estiagem. Esta última função é comprometida quando se procede a abertura de drenos, pois a reduz drasticamente a influência do solo como regulador de fluxo dos rios.

Para a compreensão dos diversos componentes de um sistema como, por exemplo, solo, geologia e hidrologia, a bacia hidrográfica é a principal unidade para abordagem, caracterizada principalmente pela previsibilidade de eventos cíclicos e relativa estabilidade (RAMOS et al 1989). Segundo Moore (1993), para a criação de um modelo efetivo na predição de eventos hidrológicos e, conseqüentemente, nas variações de atributos do solo, a bacia hidrográfica é a unidade da paisagem mais adequada.

Diante do exposto, fica evidente que a utilização dessas áreas para fins agrícolas ou de produção animal comprometem a qualidade dos recursos naturais e a sustentabilidade do sistema produtivo a médio e longo prazo. Este projeto tem como objetivo identificar a ocorrência e o uso de solos hidromórficos na bacia do Jirau, no município de Dois Vizinhos-PR.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O estado do Paraná é notoriamente conhecido pela sua vocação agrícola, sobretudo para a produção de cereais, sempre figurando entre os maiores produtores do Brasil, com o maior porto de exportação de grãos, em Paranaguá. Em decorrência da grande importância que a agricultura e pecuária para o estado, o valor da terra têm aumentado significativamente, levando os produtores a utilizarem o máximo possível suas propriedades, incluindo áreas com baixa aptidão ou inapropriadas para tais atividades. O mais alarmante é que a cobertura vegetal original ocorre em apenas 16% da superfície do estado (IPARDES, 2004), com tendência a reduzir ainda mais.

Dentre as mesorregiões do Paraná, a região Sudoeste se destaca pela floresta ombrófila mista com Araucária, grande participação na captação de água para o rio Iguaçu e relevo consideravelmente acidentado (MINEROPAR, 2006). Este último, por sua vez, implica em grande fragilidade ambiental, com solos altamente susceptíveis a erosão e instabilidade do terreno. Os processos erosivos, mesmo em diferentes intensidades, podem causar grandes problemas de armazenamento de água nas encostas e assoreamento dos rios, este último se torna mais expressivo conforme diminui a extensão de mata ciliar.

Os solos de ambientes bem drenados, mesmo que possua declividade acentuada, desempenham importante papel na retenção de poluentes e nutrientes em seu complexo de troca, atenuando assim a ação antrópica. Entretanto, as áreas planas próximas aos cursos d'água apresentam elevada saturação por elementos químicos no seu complexo de troca e também de água no espaço poroso, reduzindo drasticamente a sua capacidade em reter possíveis poluentes (ARAÚJO et al., 2012). Outro importante ponto a ser mencionado é capacidade de armazenamento de água, a qual pode ser liberada lentamente aos corpos hídricos, reduzindo as oscilações na vazão do rio, sobretudo durante as épocas de estiagem. Estas características tornam os ambientes hidromórficos extremamente frágeis, com respostas muito rápidas a ação antrópica.

Do ponto de vista agrônomo, as áreas de várzea se apresentam como de elevada fertilidade, pois acumulam sedimentos e nutrientes que são constantemente transportados das áreas de encosta ao redor. Outro importante aspecto dessas áreas e que favorece a prática agrícola é o constante suprimento de água, uma vez que o lençol freático se encontra próximo a superfície (SANTOS; SALCEDO, 2010). Ademais, as várzeas possuem relevo suave a suave-ondulado, facilitando as várias operações com maquinário e implemento, instigando os proprietários a ampliarem suas áreas de produção várzea adentro.

Ao que pese os aspectos positivos e negativos, seja do ponto de vista ambiental ou agrônomo, as várzeas têm seu uso parcialmente limitado por algumas legislações. No estado de São Paulo, por exemplo, o decreto nº 39.473 de 1994 estabelece normas para utilização das várzeas no estado, preconizando principalmente a preservação da qualidade e disponibilidade da água, fauna e flora, de forma compatível com o desenvolvimento sócio-econômico. Em nível nacional, o “Novo Código Florestal” (lei nº 12.651/2012) enquadra as áreas de várzea como sendo de preservação permanente, ou seja, a vegetação original da área deve ser preservada pelo proprietário da mesma ou, quando a vegetação for suprimida, a mesma deve ser recomposta pelo proprietário.

Todavia, a distribuição espacial das áreas de várzea é pouco conhecida, principalmente pelos mapas de solos disponíveis em escala pequenas. Para o estado do Paraná, por exemplo, os mapas de solos disponibilizados foram confeccionados na escala 1:600.000, tornando incompatível com o planejamento de uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas como a do Rio Jirau. A inexistência de mapas mais detalhados se dá por vários motivos, entre eles o elevado custo em análise e locomoção, falta de técnicos devidamente treinados, grande tempo necessário para sua execução, entre outros.

Nos levantamentos de solos, a delimitação de solos, tanto bem drenados como mal drenados, está sujeita ao conhecimento tácito do profissional que executa tal tarefa. Uma forma de reduzir a subjetividade no mapeamento e de reproduzir a mesma técnica em outras áreas e por outros profissionais se dá pela análise quantitativa de indicadores ambientais. Segundo Jenny (1941), o solo é resultado de cinco fatores, ditos fatores de formação, a saber:

- 1) Relevo, 2) Clima, 3) Organismos, 4) Material de Origem e 5) Tempo.

Dos fatores citados anteriormente, o relevo se destaca como maior responsável pela variação de tipos de solo em pequena e média escala, responsável pela redistribuição de energia, água e material. Ademais, o relevo é uma variável relativamente fácil de representação numérica e matricial, sobretudo pelo Modelo Numérico do Terreno (MNT). Este último é utilizado na geração de Índices de Representação do Relevo (IRR), que expressam de forma quantitativa algumas situações ambientais, inclusive áreas hidromórficas (MAGANHOTO 2013).

A validação, em campo, das áreas hidromórficas é facilmente realizada pela presença de feições redoximórficas. Essas feições indicam o processo de redução dos óxidos de ferro do solo (goetita e hematita), utilizados como aceptores de elétrons no processo de respiração biológica durante a decomposição da matéria orgânica. As feições podem ocorrer tanto como mosqueados, manchas avermelhadas ou amareladas em meio a matriz cinza, ou toda a matriz do solo com coloração acinzentada (VEPRASKAS, 1996). No primeiro caso, a saturação do espaço poroso com água ocorre de forma intermitente, não possibilitando a completa remoção dos óxidos de Fe, enquanto o segundo caso é mais frequentemente observado em áreas permanentemente saturadas com água. Em situações de extrema saturação de água no espaço poroso do solo, ocorre o processo de paludização (BREMEN & BUURMAN, 2002). Este processo se caracteriza pelo acúmulo de material orgânico, uma vez que o ambiente subóxico ou anóxico dificulta a mineralização da matéria orgânica, sobretudo de compostos de maior peso molecular e mais lignificados (BUOL et al., 1997).

Devido a saída do Fe ocorrer em caráter permanente, é possível identificar áreas que um dia foram mal drenadas e, após a abertura de drenos, não apresentam o lençol freático próximo a superfície. Desta forma, também é possível determinar o avanço de atividades antrópicas sobre as áreas hidromórficas.

Além de impactar na qualidade da água, a pressão antrópica nessas áreas também atinge de forma significativa a flora, uma vez que matas de áreas hidromórficas podem ter por finalidade proteger cursos d'água ou nascentes. Além disso, suas espécies vegetais produzem alimentação para fauna, seja ela aquática ou não, desempenhando papel fundamental também na ciclagem de nutrientes (RAMOS, 1989).

Ao pensar na dinâmica dos sistemas em sua sucessão ao longo da paisagem, se destaca o papel dessas áreas como corredores ecológicos para flora e fauna, bem como na recarga de água para o lençol freático, garantindo o abastecimento de recursos hídricos. A vegetação presente em áreas hidromórficas possui espécies adaptadas ao

regime de inundação do lençol freático. Solos permanentemente encharcados, são acompanhados de uma vegetação bastante peculiar, formada por poucas espécies que toleram essa condição.

A efetiva caracterização de bacias hidrográficas quanto aos tipos de solos e capacidade de uso de suas terras, deve ser pautada no nível de detalhe utilizado na aquisição de informação. Para que uma área possa ser representada cartograficamente em um mapa, é necessário que a mesma ocupe uma área maior do que 0,4 cm² no mapa impresso (EMBRAPA, 1995), e pode ser determinada segundo a equação:

$$\text{A.M.M. (ha)} = \frac{(E*0,4)}{10^8} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde:

A.M.M. (ha) = área mínima mapeável em hectares

E = Escala de publicação

Tomazoni (2007) estudou o potencial erosivo dos solos na bacia do Jirau, entretanto utilizou uma base dados em escala incompatível ou antiga. As fotos aéreas utilizadas foram obtidas em 1980, o que pode gerar dúvida quanto a possíveis mudanças no uso da terra. O mapa de solos utilizado foi publicado na escala 1:600.000 (LARACH et al., 1984), em que a menor “mancha” de solos passível de ser representada no mapa deve possuir área maior que 1.440 hectares, o que é incompatível com o planejamento a nível de propriedade ou bacia hidrográfica, além de que áreas pequenas, como geralmente se observam para os solos hidromórficos, não são representadas no mapa. De fato, Larach et al. (1984) apresentam para a região somente Nitossolos, Latossolo e Neossolos.

Apesar de não representado nos mapas, é sabido que solos hidromórficos existem na bacia do Jirau, e que os mesmos exercem importante papel no abastecimento de água para a população no centro urbano. Deste modo, a identificação dos solos hidromórficos pode ser realizada por um conjunto de técnicas que se baseiam na modelagem e análise do terreno, como proposto por MOORE (1993); IPPOLITI et al. (2005); PRATES et al. (2012), MAGANHOTTO et al. (2013). Nessa modelagem, o relevo é representado por um conjunto de índices, chamados de Índices de Representação do Relevo (IRR), a saber:

- **Índice Topográfico de Umidade (ITW)** –este índice foi definido por Chagas (2006) como uma função da declividade e da área de contribuição por unidade de largura ortogonal à direção do fluxo, ou seja, o tamanho da superfície que está captando água da chuva e direcionando esse volume ao ponto calculado. Assim, esse índice descreve a tendência de uma célula acumular água. Maiores valores de TWI indicam maior tendência de acumular água (MAGANHOTTO et al., 2013). Chagas (2006) identificou, para os solos bem drenados, índices de umidade variando de 4 a 5, geralmente topos de morros, e para solos mal drenados com caráter hidromórfico valores entre 5 e 10. Esse índice é frequentemente utilizado na identificação de Gleissolos que ocorrem em áreas planas.
- **Índice de Fundos de Vale Plano** (*Multiresolution Index of Valley Bottom Flatness - MRVBF*) - Manganhotto et al. (2013) define que este índice, além de identificar os fundos de vales planos, também mede o potencial de erosão da área. Dessa forma também é possível distinguir os fundos de vale (áreas de deposição) de encostas (áreas de erosão), combinando diferentes paisagens em um único índice. Araújo et al. (2011) também verificaram que valores altos para esse índice representam que a área em questão é contribuinte do processo de transporte e deposição de sedimentos.
- O **Fator LS** representa o efeito da topografia sobre a erosão. O fator L representa a relação de perdas de solos em função do comprimento de rampa, uma vez que quanto maior o comprimento, maior será a energia que a água em superfície alcançará e maior seu poder erosivo. O fator S trata da relação de perdas de solo entre um declive qualquer e um declive de 9%, sendo apresentada uma equação para possíveis ajustes às características locais (MAGANHOTTO et al., 2013; COUTINHO et al., 2014). É um fator difícil de ser calculado, portanto, é obtido através de softwares.
- **Índice de Topos Planos** (*Multiresolution Index of Ridge Top Flatness – MRRTF*) - quantifica o quão plano é o topo de uma encosta, o que favorece a formação de solos profundos, a mecanização e drenagem da área, porém tendem a ser menos férteis (OLAYA E CONRAD, 2008).

- **Altitude em Relação ao Canal de Drenagem** (*Altitude Above Channel Network – AACN*) - para Manganhotto et al. (2013) este índice representa a distância vertical da célula em questão em relação à célula (ou pixel) mais próxima localizada na rede de drenagem. Quando apresenta valores menores, quer dizer que o lençol freático está mais próximo da superfície, caracterizam-se como áreas de deposição e para valores maiores de altitude (encostas), o lençol freático está mais distante da superfície, possíveis áreas de erosão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Dois Vizinhos possui uma área de 418,0 quilômetros quadrados, situado na região Sudoeste do Paraná, com altitude média de 509 metros acima do nível do mar, localizada nas coordenadas geográficas latitude 25° 44' 35" S e longitude 53° 4' 30" W. O clima do município caracteriza-se como do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico com verão quente, sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C e o mês mais quente acima de 22 °C. Geadas pouco frequentes, ventos com direção predominantes sul-sudeste com tempo bom e norte-nordeste em períodos de precipitações (MAACK, 1981). Umidade relativa do ar variando em média de 64 a 74% e precipitação pluviométrica entre 1800 a 2200 mm ano⁻¹ (IAPAR, 1994). De acordo com a classificação do IBGE o município de Dois Vizinhos, pertence à microrregião de Francisco Beltrão e Pato Branco (nº 41027) inserida, por sua vez, na mesorregião do Sudoeste do Terceiro Planalto Paranaense.

Dois Vizinhos está inserida na bacia do rio Iguaçu e, em menor escala, possui a rede hidrológica composta pelos rios Dois Vizinhos, Chopim e Jirau (VAZZOLER et al., 1997). Este último possui grande importância para o município, em especial para a área urbana, visto que é do rio Jirau que é captada a água para o seu abastecimento.

A bacia do Jirau está compreendida entre as latitudes 25°43'13" e 25°46'28" sul e as longitudes 53°02'24" e 53°08'29" oeste (Figura 1), considerada de pequeno porte, sendo que o canal principal possui largura inferior a 10 metros. Sua área total é da ordem de 34,72 km² sendo o perímetro da mesma de 29,51 km, com área efetiva de 2.472 ha. O Regime de chuva variou em média anual nos últimos 10 anos de 1800 a 2200 mm ano⁻¹.



Figura 1. Perímetro da bacia do rio Jirau, utilizada na captação de água para os habitantes do município de Dois Vizinhos – PR.

Fonte: Google EarthPro (2016)

3.2. MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS HIDROMÓRFICOS

3.2.1. Legenda preliminar

Em um primeiro momento foram adquiridos, de forma gratuita, imagens do sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Emission and Reflection Radiometer*), com resolução espacial de aproximadamente 30 m, em que cada pixel da imagem georreferenciada guarda a informação da cota altimétrica daquela região, resultando no MNT. Esses dados serão inseridos no programa SAGA (versão 2.0), também disponibilizado de forma gratuita, onde foram utilizados para obtenção dos IRR, que se destinam a descrever quantitativamente o relevo (MOORE et al., 1993) e que também são vistos como um conjunto de preditores do terreno.

Segundo Moore (1993) e Prates et al. (2012), as áreas mal drenadas e, conseqüentemente com solos hidromórficos, podem ser identificadas pelo Índice de Fundos de Vale Plano (*Multi Resolution Valley Bottom Flatness - MRVBF*). Além das áreas mal drenadas, Moore (1993) também utilizou este índice para separar áreas de erosão com áreas de deposição, indicando principalmente superfícies sem grande variação altimétrica em relação ao canal de drenagem, em que provavelmente o lençol freático se encontra próximo a superfície.

3.2.2. Validação das Unidades de Mapeamento

As áreas com valores de MRVBF acima de 2,5 foram identificadas na legenda preliminar como solos hidromórficos, e posteriormente foram visitadas a campo, com seus limites ajustados de acordo com as observações feitas pela amostragem com trado holandês. Em cada ponto amostrado, foi observada a presença ou não de feições redoximórficas até a profundidade de 100 cm, destacando-se a vantagem de ser facilmente caracterizado e relativamente barato. A localização de cada ponto foi marcada com GPS para posterior comparação com as imagens dos IRR, no intuito de calibrar quais valores de quais índices indicam a presença de solos hidromórficos nas condições da bacia do Jirau.

3.3. MAPA DE CONFLITO SOLOS HIDROMÓRFICOS vs USO ATUAL

Para a elaboração do mapa de uso atual, as áreas com diferentes atividades foram vetorizadas no Google EarthPro® e inseridas no programa ArcMap®, em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG). Após a vetorização, o mapa de uso atual foi cruzado com o de solos hidromórficos e uma análise de tabulação cruzada forneceu a informação de qual a ocupação destes solos.

Esse mapa foi utilizado como referência para discutir o avanço das atividades agropecuárias sobre os solos hidromórficos, estimando-se em porcentagem e em área total o impacto da pressão antrópica na bacia do rio Jirau.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As prospeções a campo mostraram que o índice MRVBF foi efetivo na delimitação dessas áreas, considerando, para tanto, valores maiores que 2,5 como áreas hidromórficas. A adoção deste parâmetro resultou na delimitação de um total de 188,6 ha de solos hidromórficos na bacia do Jirau, o que representa 7,6% do total da área da bacia (Figura 2). De forma geral, essas áreas não são continuadas apresentando-se como um mosaico relativamente orientado no sentido o curso do rio, provavelmente pelo relevo que promove “encaixes” na drenagem, ou seja, com transição abrupta da encosta para o rio, fazendo com que os vales sejam estreitos ou inexistentes.

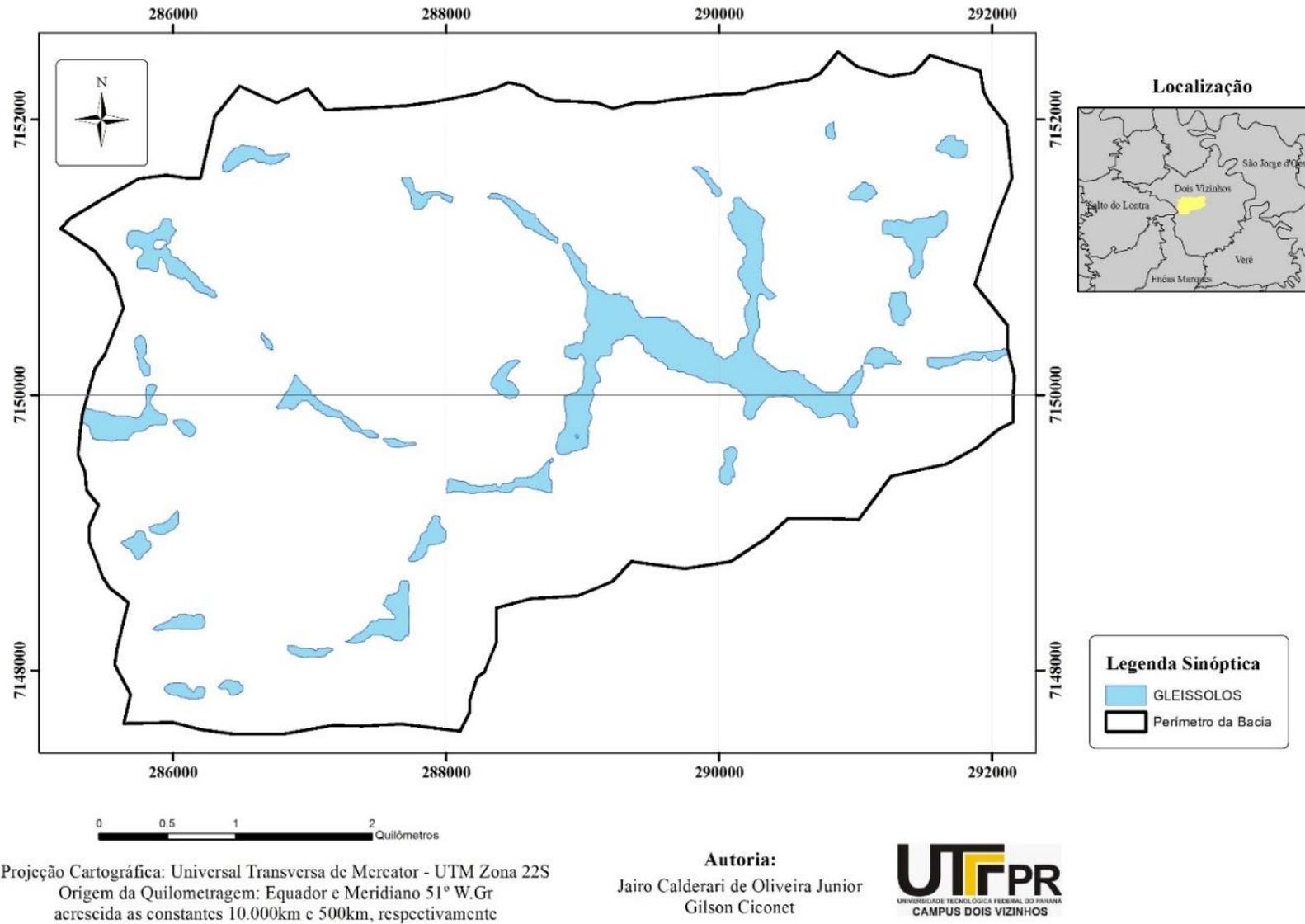


Figura 2. Áreas hidromórficas na bacia do rio Jirau, identificadas pelo índice MRVBF



Figura 3. Sobreposição das áreas hidromórficas na bacia do rio Jirau, identificadas pelo índice MRVBF, e imagens de satélite de alta resolução
Fonte: Google EarthPro (2016)

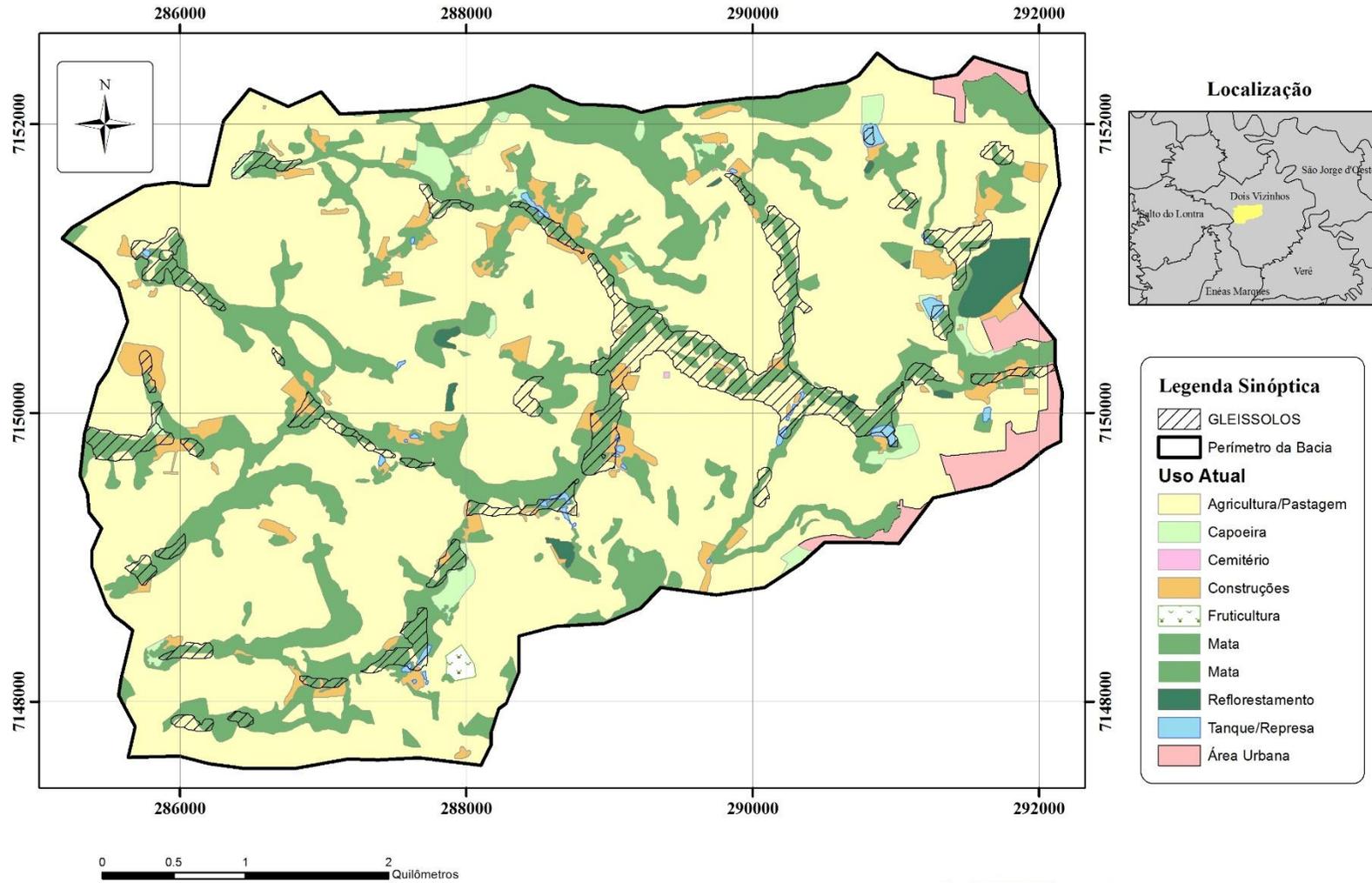
Na identificação dos usos da terra, por vezes a distinção entre áreas de agricultura e pastoreio é dificultada pelo manejo e também pelo fato de alguns sistemas integrarem ambas atividades e, por este motivo optou-se por agrupa-las (Figura 3 e Tabela 1). A mata, uso mais adequado para as áreas hidromórficas, representa apenas 50,5% dessas áreas (Tabela 1), e o restante é dividido entre outras atividades. Áreas que aparentemente não são utilizadas para atividades agropecuárias, mas que não possuem a vegetação original, foram identificadas como Capoeira.

Tabela 1. Tipos de uso da terra na bacia do rio Jirau e áreas ocupadas por cada uso em hectares e porcentagem. Uso da terra em solos hidromórficos (SH).

USO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	SH¹ (ha)	SH (%)
Agricultura/Pastagem	1703,6	68,9	72,9	38,7
Mata	552,5	22,4	95,2	50,5
Construções	96,7	3,9	13,0	6,9
Área Urbana	48,0	1,9	0,2	0,1
Capoeira	33,7	1,4	2,3	1,2
Reflorestamento	23,8	1,0	0,1	0,1
Tanque/Represa	10,7	0,4	4,8	2,6
Fruticultura	3,5	0,1	-	-
Cemitério	0,2	0,01	-	-
TOTAL	2472,7	100	188,6	100

Ao sobrepor os perímetros das áreas hidromórficas nas imagens de satélite, logo se observa algumas áreas que foram desmatadas e posteriormente abandonadas (Figura 3). Esse fato se deve provavelmente ao excesso de água ou recorrente alagamento dessas áreas, restringindo assim as atividades agropecuárias. Entretanto, com maior frequência foi possível observar a utilização dessas áreas para produção agropecuária e implantação de tanques para piscicultura (Figura 4), perfazendo 2,6% de toda área de solos hidromórficos na bacia.

A utilização dessas áreas com pisciculturas deve ser vista com cuidado, pois a utilização de antibióticos para o tratamento de peixes pode contaminar as águas que abastecem a cidade, uma vez que o solo saturado de água perde sua capacidade de retenção de possíveis poluentes. Além dos antibióticos, o manejo errado dessa atividade pode levar ao grande aporte de compostos nitrogenados ou fosforados, que conseqüentemente promovem a eutrofização das águas e redução do O₂ dissolvido na água, o que representa um grande risco aos demais peixes que habitam o rio.



Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator - UTM Zona 22S
 Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W.Gr
 acrescida as constantes 10.000km e 500km, respectivamente

Autoria:
 Jairo Calderari de Oliveira Junior
 Gilson Ciconet



Figura 4. Uso atual das terras na bacia do rio Jirau e confronto com as áreas de solos hidromórficos (hachuras)

Em grande parte das áreas denominadas como construções, houve ações de terraplanagem, alterando a sucessão natural de tipos de solo ao longo da paisagem. Além disso, frequentemente são observados aviários nessas áreas, umas das principais atividades da região sudoeste do Paraná. Assume-se, como manejo adotado pela maioria dos avicultores, a utilização da cama de aviário como adubo para as áreas mais elevadas da paisagem, com solos bem drenados. Desse modo, o risco com a contaminação da água pelos resíduos da atividade poderia ser considerado como mínimo. Entretanto, se faz necessário o acompanhamento mais frequente das atividades desses aviários. O reflorestamento ocupa uma área muito pequena na bacia, e ainda menor em solos hidromórficos, com 0,1% da área (Tabela 1). Dentre as atividades identificadas na bacia, o reflorestamento se enquadra como a de menor impacto sobre os solos e a qualidade da água que abastece a cidade.

Depois da mata, a ocupação dos solos hidromórficos com maior expressão é a agricultura e pastagem, atingindo 37,8% da área (Tabela 1). As demais áreas de mata são caracterizadas principalmente pela declividade acentuada, fato que dificulta a mecanização e produção, sendo o principal motivo para que os proprietários mantenham essas áreas com mata. Assim, as áreas de fundo de vale, ainda que apresentem excesso, se tornam as mais pressionadas pela expansão agrícola.

A escolha pela implantação de atividades agropecuárias em áreas de solos hidromórficos, se deve provavelmente ao fato do relevo ser mais suave, onde as operações com maquinário e acesso são facilitadas, ao contrário das áreas de mata situadas em encostas íngremes. Outro fato que pode levar os proprietários a ocuparem áreas de solos hidromórficos é que, em períodos de estiagem, as plantas dessas áreas não apresentam stress hídrico tão intenso quanto as plantas que estão na parte mais elevada da paisagem. Por se situar próximo ao rio, as áreas de fundo de vale possuem lençol freático próximo a superfície, garantindo o aporte de água para a planta mesmo em período de estiagem, fato que não ocorre nas áreas mais elevadas.

De forma geral, as áreas de mata ocupam uma parcela considerável da bacia do Jirau (22,4% - Tabela 1) mas, com dito anteriormente, se concentra em áreas com declive acentuado. A ocupação das áreas mais declivosas, com

atividades compatíveis a sua capacidade de uso, pode configurar uma alternativa às atividades agropecuárias em solos hidromórficos.

5. CONCLUSÃO

Apesar de não serem indicadas para outras atividades que não sejam de conservação, as áreas de solos hidromórficos na bacia do rio possuem apenas metade da sua área destinada a este fim. A atividade que mais exerce pressão sobre as áreas de solos hidromórficos da bacia é a agropecuária, seguido pela construção de aviários e tanques de piscicultura.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. M. et al. Estimativa do potencial de sedimentação e erosão: caso Manguezal do Pina, Recife (PE), Brazil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.16, n.2, p.133-140, 2011.
- BUOL, Stanley W.; HOLE, F.D.; MCCracken, R.J.; SOUTHARD, Randal J. Soil genesis and classification. Ames, Iowa State University Press, 1997. 527p.
- BREEMEN, N. & BUURMAN, P. Soil formation, 2nd ed. Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, NL. 2002.
- CHAGAS, C. Da S. Mapeamento digital de solos por correlação ambiental e redes neurais em uma bacia hidrográfica no domínio de mar de morros.2006. 238p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Solos e nutrição de plantas, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.
- COUTINHO, L. M.et al. Cálculo do Fator LS da Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) para a bacia do Rio da Prata, Castelo – ES. Revista Agroambiente. Boa Vista –RR, v. 8, n.1, p. 01-09, 2014.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos/Humberto Gonçalves dos santos et al. Brasília: EMBRAPA, 1995. 116p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2013. 353p.
- IAPAR- Instituto Agrônomo do Paraná. Cartas Climáticas do Paraná, 2000. Série Histórica. 1994.
- IPARDES. Leituras regionais: mesorregiões geográficas paranaenses. Sumário executivo. Curitiba : IPARDES, 2004.
- IPPOLITI, G. A. et al. Análise digital do terreno: ferramenta na identificação de pedoformas em microbacia na região de "Mar de Morros" (MG) Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.29, n.2, p. 269-276, 2005
- JENNY, H. Factors of soil formation: A system of quantitative pedology. New York, Dover Publications, 1994 [1941]. 281p.
- LARACH; J. O. I. et al, Mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná. Londrina: EMBRAPA e IAPAR, 1984 b. E:1:600.000.
- MAACK, Reinhard. Geografia Física do Estado do Paraná. 2 ed. Rio de Janeiro: José Artes Gráficas. 2001. Olímpio. 1981.
- MAGANHOTTO, R. F. et al. A aplicação dos índices de representação do relevo como ferramenta de suporte no planejamento ambiental de unidades de conservação - Estudo de caso Floresta Nacional de Irati. Revista Geografar. Curitiba v.8, n.2, p.205-236, 2013.

MINEROPAR. Atlas geomorfológico do Estado do Paraná – Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 63p. 2006.

MOORE, I. D. et al. Soil attribute prediction using terrain analysis. **Soil Science Society of America Journal**, 57(2), 443-452, 1993.

Olaya, V. & Conrad, O. Geomorphometry in SAGA. In: Hengl, T. and Reuter, H.I. (Eds): Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science, Elsevier, 33, 293-308. 2008.

PRATES, V.; SOUZA, L.C. P.; OLIVEIRA JUNIOR, J.C. Índices para a representação da paisagem como apoio para levantamento pedológico em ambiente de geoprocessamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p. 408-414, 2012;

RAMOS, F. et al. **Engenharia Hidrológica**. Rio de Janeiro-RJ: ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos; Editora da UFRJ, 1989.

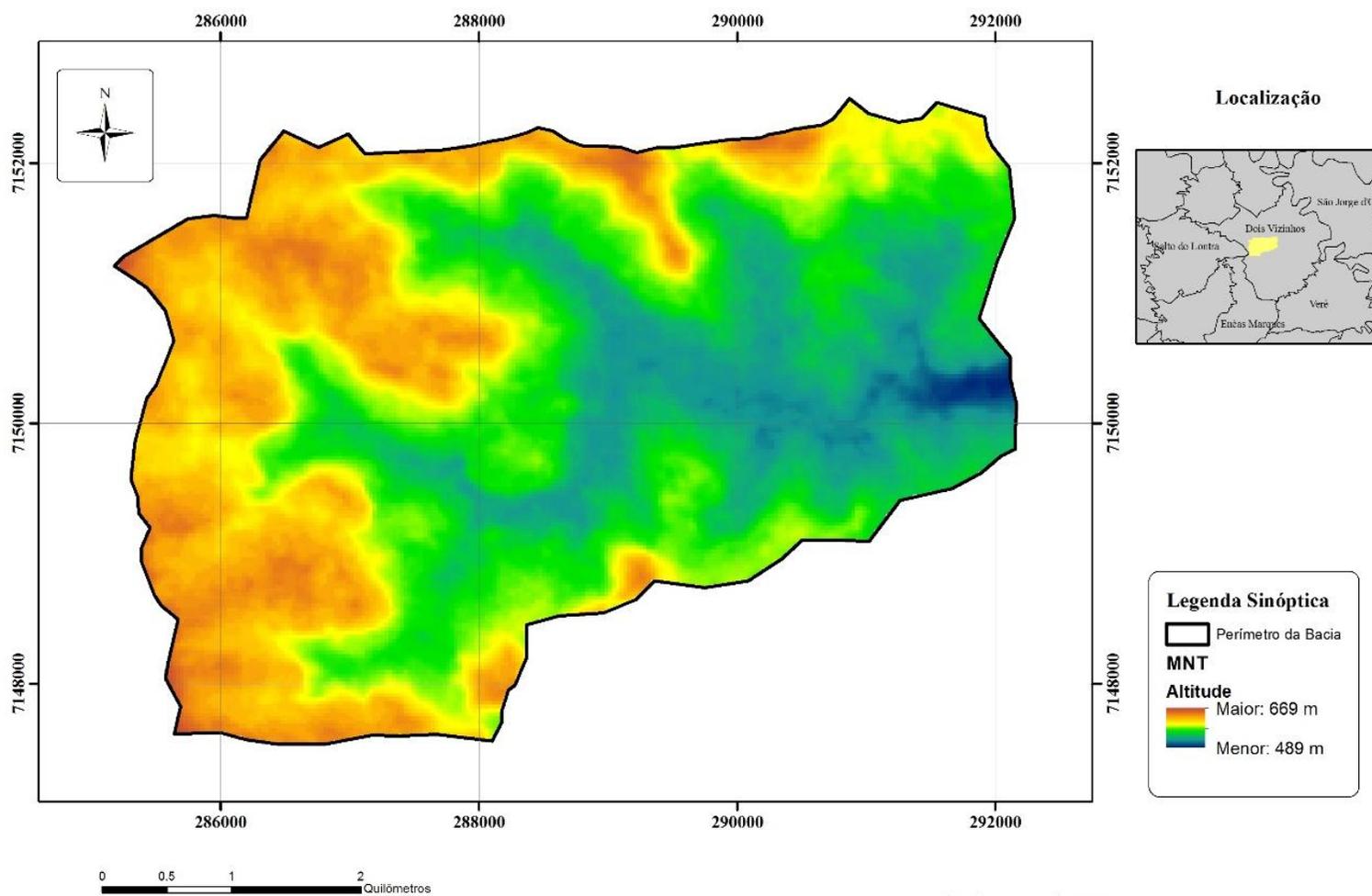
SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H. Relevo e fertilidade do solo em diferentes estratos da cobertura vegetal na bacia hidrográfica da represa Vaca Brava, Areia, PB. *Revista Árvore*, v. 34, p. 277-285, 2010.

TOMAZONI, Julio Caetano; GUIMARÃES, Eliste Determinação da Capacidade de Uso do Solo de Bacia Hidrográfica Através da Sistematização da EUPS no SPRING. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v.26 n.4, p.323-332, 2007

Vepraskas, M.J. Redoximorphic features for identifying aquic conditions. *Tech. Bull.* 301. North Carolina Agric. Res. Service, North Carolina State Univ., Raleigh, NC. 1996.

,

ANEXOS

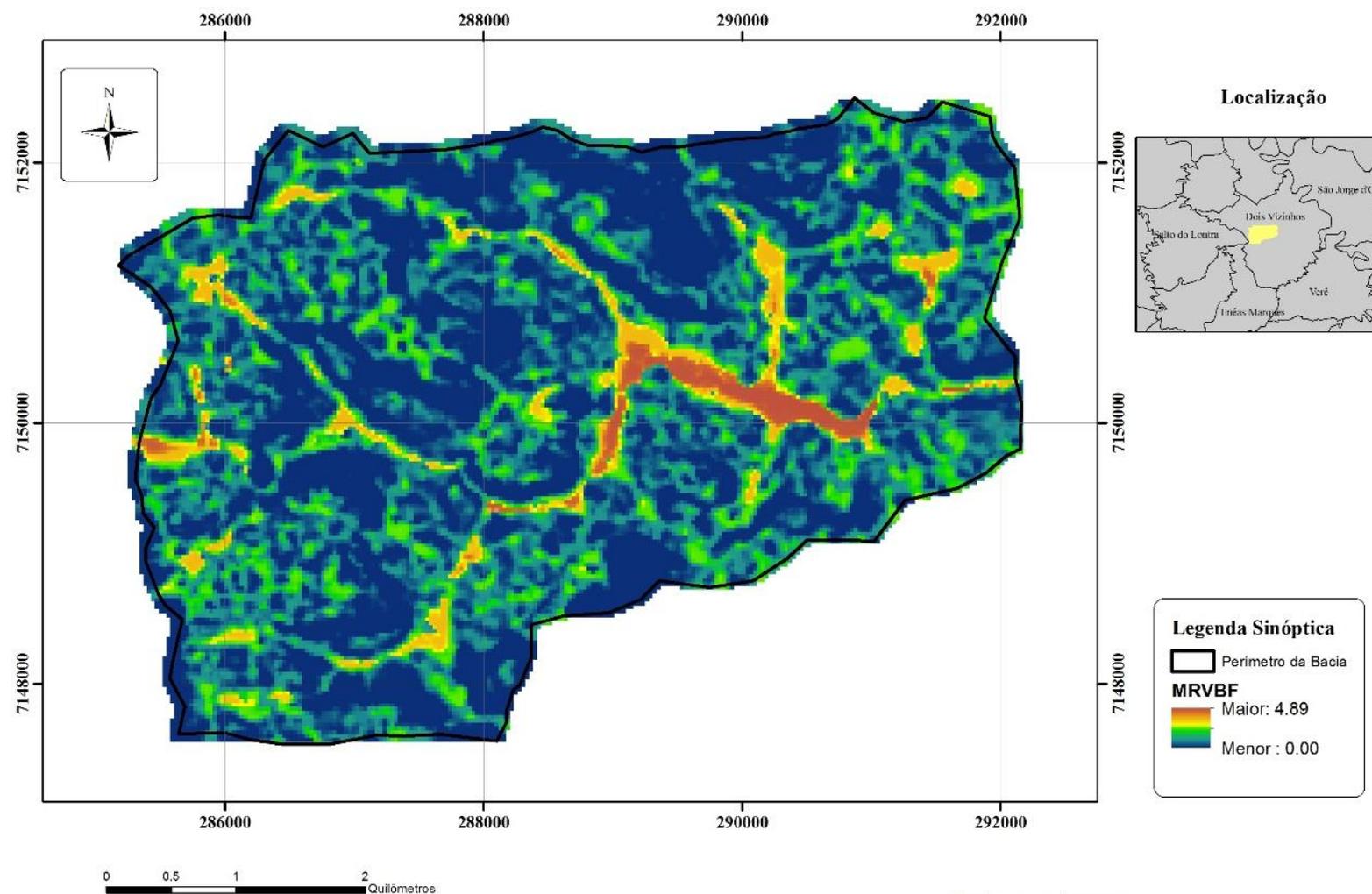


Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator - UTM Zona 22S
 Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W.Gr
 acrescida as constantes 10.000km e 500km, respectivamente

Autoria:
 Jairo Calderari de Oliveira Junior



Figura 5. Modelo Digital da superfície, obtido por meio de imagens SRTM, com resolução espacial de 30 metros.



Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator - UTM Zona 22S
 Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W.Gr
 acrescida as constantes 10.000km e 500km, respectivamente

Autoria:
 Jairo Calderari de Oliveira Junior



Figura 6. Índice de fundo de vale plano (MRVBF) - as áreas em vermelho apresentam os maiores valores e solos hidromórficos.



Figura 7. Área de várzea utilizada para pastagem animal.



Figura 8. Área à beira do rio Jirau utilizada pelo gado para consumir água.



Figura 9. Meandro abandonado do rio Jirau, com grande deposição de material das áreas acima.



Figura 10. Tradagem mostrando solo de coloração acinzentada (hidromórficos), logo abaixo da sedimentação dos materiais das áreas bem drenadas acima (de coloração avermelhada).