

ALINE BRACKS FERREIRA

**COMPARAÇÃO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS
ENTRE AS ÁREAS DE ORIGEM E DE
REASSENTAMENTO DE FAMÍLIAS ATINGIDAS PELA
USINA HIDRELÉTRICA DE IRAPÉ**

**GEOPROCESSAMENTO 2003
VI CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**



**DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UFMG**

ALINE BRACKS FERREIRA

**COMPARAÇÃO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS ENTRE AS ÁREAS DE
ORIGEM E DE REASSENTAMENTO DE FAMÍLIAS ATINGIDAS PELA
USINA HIDRELÉTRICA DE IRAPÉ**

ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Profª. Ana Clara Mourão Moura

**BELO HORIZONTE
2003**

FERREIRA, Aline B.

Comparação de condições ambientais entre as áreas de origem e de reassentamento de famílias atingidas pela Usina Hidrelétrica de Irapé. Belo Horizonte, 2003

vii, 40 f., il.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2003.

1.Geoprocessamento. 2.Reassentamento. 3.Análise ambiental.-I.UHE Irapé

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Ana Clara pela orientação e apoio e a CEMIG pelas informações e dados fornecidos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS	vi
RESUMO	vii
1) INTRODUÇÃO	1
2) CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	3
3) OBJETIVOS	6
3.1) Gerais	6
3.2) Específicos	6
4) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
5) MATERIAIS E MÉTODOS	8
5.1) Construção da base cartográfica	8
5.1.1) Proximidade de estradas e acessos	8
5.1.2) Aptidão agrícola do solo	9
5.1.3) Proximidade da hidrografia	10
5.1.4) Declividade	11
5.1.5) Proximidade de Centros Urbanos	11
5.2) Conversão Vetorial X Raster	11
5.3) Álgebra de Mapas	12
5.3.1) Construção da Síntese de Qualidade Ambiental da comunidade de Jacuba	14
5.3.2) Construção da Síntese de Qualidade Ambiental da Fazenda Fartura	16
5.4) Comparação das Duas Situações	19
6) RESULTADOS	19
7) DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
8) CONCLUSÃO	39
9) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da UHE Irapé no Estado de Minas Gerais	03
Figura 2	Localização dos municípios atingidos pelo reservatório da UHE Irapé	04
Figura 3	Árvore de Decisão da Síntese de Qualidade Ambiental das áreas de Jacuba e Fartura	13
Figura 4	Hipsométrico – Comunidade de Jacuba	20
Figura 5	Hipsométrico – Fazenda Fartura	21
Figura 6	Proximidade de Hidrografia – Comunidade de Jacuba	22
Figura 7	Proximidade de Hidrografia – Fazenda Fartura	23
Figura 8	Acessibilidade ao Potencial Hídrico – Comunidade de Jacuba	24
Figura 9	Acessibilidade ao Potencial Hídrico – Fazenda Fartura	25
Figura 10	Proximidade de Centros Urbanos – Comunidade de Jacuba	26
Figura 11	Proximidade de Centros Urbanos – Fazenda Fartura	27
Figura 12	Aptidão Agrícola do Solo – Comunidade de Jacuba	28
Figura 13	Aptidão Agrícola do Solo – Fazenda Fartura	29
Figura 14	Proximidade de Estradas – Comunidade de Jacuba	30
Figura 15	Proximidade de Estradas – Fazenda Fartura	31
Figura 16	Declividades – Comunidade de Jacuba	32
Figura 17	Declividades – Fazenda Fartura	33
Figura 18	Síntese de Qualidade Ambiental – Comunidade de Jacuba	34
Figura 19	Síntese de Qualidade Ambiental – Fazenda Fartura	35
Figura 20	Lotes – Comunidade de Jacuba	36
Figura 21	Lotes – Fazenda Fartura	37

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1	Distribuição de pesos e notas para a construção do mapa de Acessibilidade ao Potencial Hídrico – Jacuba	14
Tabela 2	Distribuição de pesos e notas para a construção da Síntese de Qualidade Ambiental – Jacuba	15
Tabela 3	Assinatura da área de lotes - Jacuba	16
Tabela 4	Distribuição de pesos e notas para a construção do mapa de Acessibilidade ao Potencial Hídrico –Fartura	17
Tabela 5	Distribuição de pesos e notas para a construção da Síntese de Qualidade Ambiental – Fartura	18
Tabela 6	Assinatura da área de lotes - Fartura	19
Gráfico 1	Distribuição dos grupos de notas em função da área delimitada (%)	38

RESUMO

O reassentamento de famílias atingidas por empreendimentos hidrelétricos é assunto muito polêmico, sendo freqüentemente questionada a qualidade de compensação das terras inundadas. Visando o estudo dos fatores físicos das terras, foi feita uma comparação da qualidade do reassentamento de famílias habitantes da comunidade de Jacuba, atingida pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Irapé. Foram utilizadas as variáveis proximidade de estradas e acessos, aptidão agrícola do solo, proximidade da hidrografia, declividades e proximidade de centros urbanos para a comparação da qualidade ambiental das áreas de ocupação atual e futura desta comunidade. Após a análise, concluiu-se que, nos parâmetros utilizados, as famílias a serem reassentadas terão um ganho significativo em condições físicas. A maior parte da área atualmente ocupada, 89,2%, possui classificação de ruim a médio, enquanto a área destinada ao reassentamento, 90,7%, possui classificação de médio a ótimo. Ficou assim evidenciado que o projeto de reassentamento cumpriu seu papel compensatório, analisando-se as variáveis físicas das áreas em estudo.

1) INTRODUÇÃO

Repetidas vezes, na história da humanidade, o desenvolvimento econômico foi de encontro com valores histórico-culturais, principalmente quando é necessária a ocupação de terras para a implantação de empreendimentos. Com os avanços das legislações ambientais, questões relativas à desapropriação de terras receberam especial atenção, pois já causaram problemas sociais, uma vez que parte das pessoas atingidas não conseguia estruturar a vida como antes. Nesse contexto, os empreendedores passaram a ofertar o reassentamento como opção de compensação pela perda das áreas. Entretanto, essa medida ainda é muito criticada pela comunidade atingida, organizações e instituições envolvidas, que questionam sua eficiência compensatória.

Em função da complexidade do processo de reassentamento, é oportuna a elaboração de um estudo comparativo entre áreas atualmente ocupadas e as destinadas ao reassentamento. Justifica-se, sobretudo, a proposta de metodologia que caracterize as condições ambientais das áreas de interesse, o local de origem e o local de destino, como subsídio ao questionamento dos benefícios do processo.

A primeira usina hidrelétrica construída no Brasil entrou em operação em 1889¹. Porém, este não é o início da história dos projetos de reassentamento. Durante um longo período, a prática tradicional do setor elétrico quanto às pessoas residentes em áreas destinadas à construção de usinas era a desapropriação mediante indenização, sendo estabelecidos prazos para a migração dos habitantes. Muitos moradores não possuíam títulos das terras e, não dispoendo de nenhum direito legal sobre a propriedade, não eram contemplados nas soluções indenizatórias.

Segundo REBOUÇAS (2000), o surgimento de movimentos sociais liderados por trabalhadores rurais atingidos por barragens e a abertura democrática iniciada na década de 1980, acompanhada de uma revisão constitucional, foram fatores determinantes na mudança deste cenário. Juntamente com as pressões internas, os órgãos financiadores de grandes projetos hídricos passaram a condicionar a provisão de recursos a um plano de remanejamento populacional. Assim, com a exigência da elaboração de projetos de

¹ Usina Hidrelétrica de Marmelo-Zero, em Juiz de Fora, Minas Gerais.

reassentamento por parte das empresas elétricas, o Estado passa a reconhecer o reassentamento dos destituídos. A partir deste momento, as concessionárias de energia integraram à obra de engenharia o projeto de reassentamento.

Alguns exemplos podem ser citados sobre reassentamentos no país. Em meados dos anos 80, com a construção da Usina Hidrelétrica de Itaparica pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco – Chesf, a formação do reservatório desalojou cerca de 6 mil pessoas. Três cidades foram criadas para abrigar parte dos moradores e os descontentamentos provocaram a criação do maior sindicato em atividade no sertão nordestino, o Pólo Sindical Sub-Médio São Francisco. O governo brasileiro já gastou mais de R\$1,3 bilhão na região para reassentar, indenizar e remunerar os moradores com o pagamento mensal de dois salários mínimos, criado para acomodar temporariamente a situação dos assentados. A remuneração, chamada de Verba de Manutenção Temporária (VMT), é paga há mais de 12 anos (FERNANDES, 1999).

Na construção da Usina de Salto Caxias, no início dos anos 1990, pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL, 887 famílias de pequenos produtores rurais foram contempladas no Programa de Reassentamento. Foi promovida a participação da comunidade atingida, foram definidos os critérios adotados, os projetos de parcelamento e a disposição de infra-estrutura, um plano de exploração pecuária e a assistência técnica aos produtores, o monitoramento das famílias reassentadas, entre outros (MENDES & BIEDACHA, 1999).

Desta forma, o projeto de reassentamento destina-se, basicamente, a evitar o comprometimento da condição social e econômica das famílias atingidas, auxiliando-as a recompor suas relações de produção e trabalho através do acesso à terra (AZEVEDO & DOS SANTOS, 1999).

Por meio da graduação de parâmetros físicos, trabalhados com ferramentas de geoprocessamento, é possível a comparação entre áreas com características diferentes, tais como áreas de reassentamento e de ocupação atual. Essa comparação se faz por meio da visualização das variáveis analisadas em mapas e gráficos. Dessa forma, por ser o

geoprocessamento uma ferramenta muito útil e de grande confiabilidade, optou-se por usá-lo nas análises trabalhadas no presente estudo.

2) CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O local escolhido para o desenvolvimento do presente estudo encontra-se na Área de Influência da Usina Hidrelétrica de Irapé – UHE Irapé, em fase de implantação. A UHE Irapé é uma iniciativa da Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig e do Governo de Minas Gerais. A obra se localiza a NE do Estado de Minas Gerais, no Rio Jequitinhonha (Figura 1), na divisa dos municípios de Berilo e Grão Mogol.

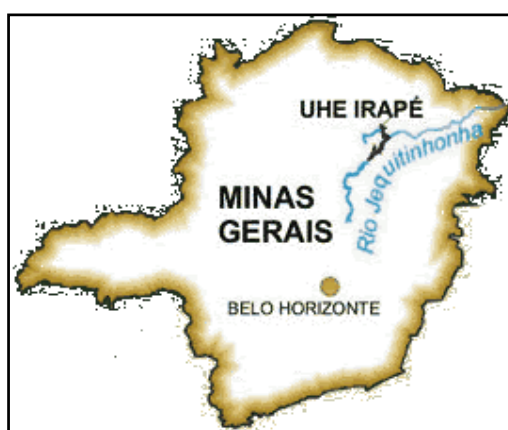


Figura 1 - Localização da UHE Irapé no Estado de Minas Gerais

O empreendimento se caracteriza como a maior usina da região do Vale do Jequitinhonha, com potência de 360MW, energia suficiente para atender um milhão de pessoas, assegurar a perenização do Rio Jequitinhonha e, principalmente, levar o desenvolvimento socioeconômico até a região. A usina está em fase de implantação e seu reservatório atingirá sete municípios, entre eles Grão Mogol, Cristália e Botumirim à margem esquerda do Rio Jequitinhonha, e Berilo, José Gonçalves de Minas, Leme do Prado e Turmalina à margem direita deste rio (Figura 2).

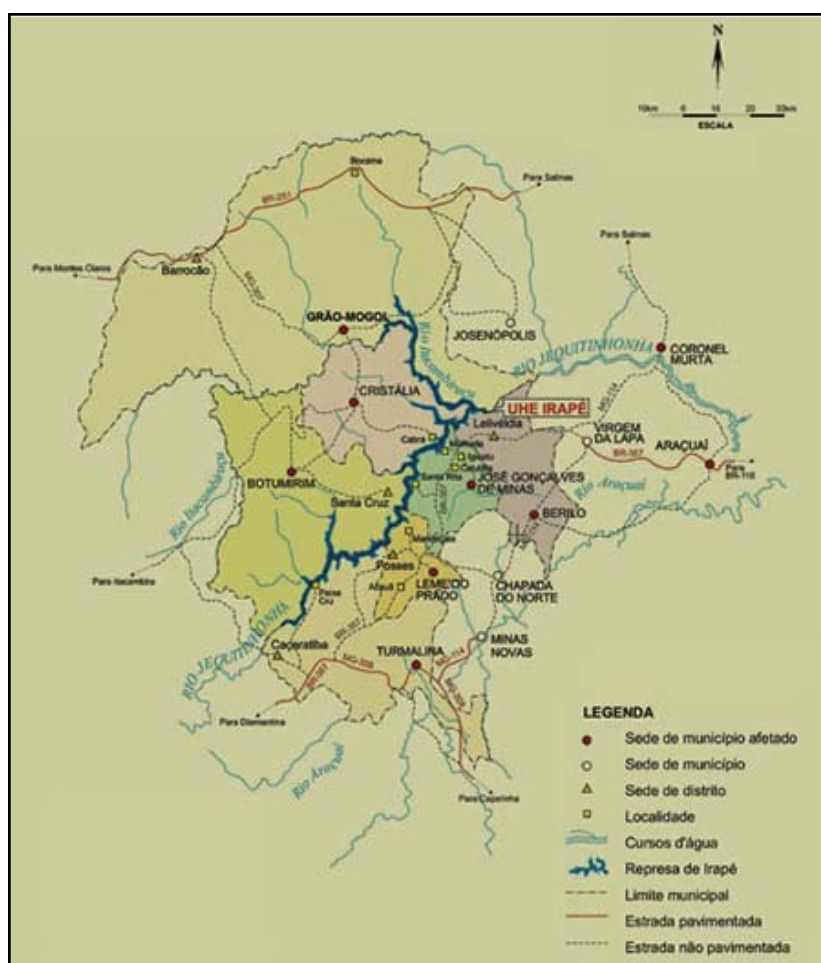


Figura 2 - Localização dos municípios atingidos pelo reservatório da UHE Irapé

A implantação do reservatório da Usina Hidrelétrica de Irapé irá suprimir 137 km², onde residem atualmente cerca de 754 famílias, de perfil eminentemente rural, conforme dados obtidos no Levantamento Sócio Econômico. Deste total, algumas optaram pelo mecanismo do reassentamento (valor estimado de 400 a 500 famílias). As famílias integrantes do Projeto de Reassentamento receberão outras terras com novas benfeitorias e infra-estruturas, conforme determinações constantes do Termo de Acordo assinado entre a Cemig, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, o Ministério Público Federal e o Governo do Estado de Minas Gerais, com interveniência da Fundação Cultural Palmares, da Associação Quilombola Boa Sorte e da Comissão de Atingidos pela Barragem de Irapé.

A região de localização do reservatório da UHE de Irapé tem uma conformação bastante peculiar. Ela é caracterizada por um relevo bastante acidentado, conformado por serras, chapadas, encostas e vales bastante profundos. O clima local é muito influenciado pelo

relevo e pelas altitudes. As chapadas e serras estão acima de 800 metros de altitude, enquanto que as encostas e vales estão entre 350 e 700 metros. As superfícies elevadas têm um clima tropical típico, classificado como úmido e sub-úmido, com deficiência no inverno e excesso no verão. Já a área de depressão, onde se localiza a área diretamente afetada², apresenta um clima mais quente, variando entre o semi-árido e o sub-úmido seco. A quantidade anual de chuvas varia de 1.120 mm nas chapadas e serras, e 820 mm nas encostas e vales mais baixos. Elas se concentram no período novembro-março, quando ocorrem também as temperaturas mais elevadas.

Nesse tipo de paisagem, a agricultura camponesa ocupou os fundos de vale e as encostas, onde a fertilidade natural permite o cultivo dos alimentos básicos dessa população. Essa agricultura camponesa conseguiu se desenvolver aí em função de determinadas características e ofertas do meio natural que propiciaram recursos fundamentais para sua sobrevivência e reprodução. Além da fertilidade natural das encostas e dos pequenos trechos de fundos de vale disponíveis, é importante perceber que a disponibilidade de água (geralmente captada por gravidade), numa região de transição para o semi-árido, é um fator-chave da ocupação relativamente densa desta região. Além desses dois fatores já citados, também a possibilidade do extrativismo e solta de gado nas chapadas e parte das encostas representou papel-chave na reprodução dessas famílias, possibilidade essa que se estreitou com a ocupação das chapadas por empresas reflorestadoras, que disseminaram a monocultura do eucalipto nessa unidade da paisagem.

Hoje, essa população obtém renda não só do excedente de suas culturas e criações de subsistência, mas também da venda de produtos processados como a farinha e o polvilho de mandioca, a rapadura e a cachaça de cana, além de atividades não-agrícolas como o pequeno garimpo e de benefícios sociais como a aposentadoria e de trabalhos oriundos de migração sazonal de membros da família na época seca.

² A área diretamente afetada foi definida pela cota normal máxima de inundação que é de 510 m.

3) OBJETIVOS

3.1) Gerais

Analisar se haverá ganho em qualidade ambiental e condições de infra-estrutura para famílias da comunidade de Jacuba em seu reassentamento.

3.2) Específicos

Comparar as áreas atualmente ocupadas pelas famílias da comunidade de Jacuba e a área destinada ao reassentamento utilizando-se fatores físicos, tais como proximidade de centros urbanos, proximidade de hidrografia, proximidade de estradas, declividade e aptidão agrícola do solo.

4) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram consultadas algumas bibliografias. O requisito considerado importante para as consultas foi a metodologia aplicada ser compatível ao tema estudado.

Assim, a publicação em revista internacional de FERREIRA DA SILVA & DA LUZ (2002) trouxe a contribuição das variáveis a serem utilizadas para a comparação apresentada (classes de solo, declividades, proximidade de centros urbanos, elevação, proximidade de hidrografia, proximidade de estradas). Estes autores abordam o tema na perspectiva de avaliação de propriedades afetadas pela Usina Hidrelétrica de Canabrava, para indenização dos proprietários. O empreendimento se localiza no estado de Goiás, implementado pela Companhia Energética Meridional.

Eles desenvolveram a metodologia de trabalho através da análise de multi-critérios, pela utilização da *Árvore de Decisão*. Para isso, utilizaram um procedimento de avaliação de cada parâmetro através da atribuição de pesos e notas, definidos por especialistas e com o acompanhamento dos atingidos. Assim, definiu-se um peso de 60% para a classe de solos, 20% para declividades, 10% para proximidade de centros urbanos, 5% para elevação, 3% para proximidade de hidrografia e 2% para proximidade de estradas. É importante ressaltar

que, para a determinação dos pesos do presente estudo, levou-se em consideração a relevo acidentado da região, juntamente com as peculiaridades de clima, precipitação anual, entre outros. Assim, os pesos apresentam valores diferenciados dos citados acima. Também foi considerada apropriada a incorporação da elevação ao critério proximidade da hidrografia, por causa da diferença topográfica das duas regiões (plana na Usina Hidrelétrica de Canabrava e acidentada na UHE de Irapé).

Através do método desenvolvido, o empreendedor obteve ferramentas para negociações com os atingidos, que participaram ativamente do processo de construção da metodologia.

Outra contribuição igualmente importante foi a consulta ao livro de MOURA (2003), que aborda o tema para o planejamento urbano e gestão do patrimônio histórico, uma vez que a área de estudo foi a cidade de Ouro Preto, estado de Minas Gerais. Esta apresenta um estudo sobre as contribuições conceituais e metodológicas do geoprocessamento às análises ambientais, uma proposta metodológica de análise espacial para o planejamento urbano e de estudo de eixos visuais e análise de intervenções na paisagem da referida cidade.

A bibliografia apresenta-se como rica fonte de consulta, pois também utiliza a metodologia escolhida para o presente estudo, que é a *Árvore de Decisões*. Para a lógica de análise e integração, a autora apresenta a possibilidade de utilização da *Perspectiva Bayesiana*, que se baseia no conceito de caracterização de ocorrência de um fenômeno pela ocorrência de um outro a ele associado. Também é apresentada a adequabilidade do uso da *Média Ponderada*, onde se cria uma escala de intervalo, que pode ser ordinal ou nominal, desde que seja estabelecida uma hierarquização segundo critérios de valor. Outra citada é a lógica de *Fuzzy*, ou nebulosa, que divide em classes em uma escala contínua que varia de 1 a 0.

Desta forma, a lógica definida para a análise comparativa em questão foi a utilização da *Média Ponderada*, por se aproximar mais dos objetivos comparativos e da base cartográfica preparada para o desenvolvimento do trabalho. Seguindo este raciocínio, definiu-se uma hierarquização de pesos e uma sub-divisão de cada variável em faixas, com notas compreendidas entre 0 e 10, sendo 10 a situação ideal e 0 a pior ocorrência.

Assim, a consulta ao livro de MOURA (2003), complementou e enriqueceu com embasamentos teóricos o tema abordado em FERREIRA DA SILVA & DA LUZ (2002).

5) MATERIAIS E MÉTODOS

A comunidade de Jacuba localiza-se no município de Turmalina, na região do Médio Jequitinhonha, Minas Gerais. As famílias que optaram pelo reassentamento totalizam 20 diretamente afetadas e 5 indiretamente afetadas. O presente estudo contemplou a migração das 20 famílias residentes no entorno do reservatório para a região da Fazenda Fartura, localizada no município de Capelinha, Minas Gerais.

Para a análise comparativa das terras deste estudo (terras atingidas pelo reservatório e destinadas ao projeto de reassentamento), foram definidas quatro etapas de desenvolvimento, a saber: construção da base cartográfica, conversão vetorial x *raster*, álgebra de mapas, comparação das duas situações.

5.1) Construção da base cartográfica

Para a construção da base cartográfica, foram definidos os seguintes parâmetros para a análise das características das terras em estudo: proximidade de estradas e acessos, aptidão agrícola do solo, proximidade da hidrografia, declividades, proximidade de centros urbanos. Para atender ao mapeamento dessas variáveis, foi montada uma base cartográfica que disponibilizasse dados relativos à topografia, cursos hídricos, estradas, localização de áreas urbanas e tipo de solo.

5.1.1) Proximidade de estradas e acessos

Identificou-se os acessos existentes nas áreas atuais por meio de imagem do satélite *Quickbird*, que são imagens com melhor resolução por *pixel* disponível no mercado (resolução de 60 cm), e também utilizando arquivos vetoriais extraídos da carta do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE de Minas Novas, escala 1:100.000,

disponíveis no endereço eletrônico³ deste instituto. Foram utilizados acessos e estradas que comportassem a passagem de veículo automotivo e de tração animal. Após a identificação, os acessos foram vetorizados em *software* de desenho *MicroStation 95*. No local destinado ao reassentamento, foi utilizada restituição aerofotogramétrica dos acessos existentes em escala 1:5.000 (em extensão DGN – do *MicroStation*), considerando-se o mesmo critério de capacidade dos eixos viários.

A etapa subsequente foi a conversão dos arquivos em formato DXF (*Drawing Exchange Format*, que permite a leitura em outros programas computacionais), para assim serem trabalhados no programa *MapInfo Professional 6.5*. Em seguida, foi possível a criação do *buffer* da área de influência do acesso, definida por distância planimétrica. A escolha de classes de proximidade da estrada considerou a capacidade de deslocamento de usuários, inclusive a pé, reproduzindo faixas que definiram o grau de facilidade de um morador em alcançar uma rede de transporte para escoamento de produção ou para se dirigir à área urbana.

5.1.2) Aptidão agrícola do solo

Na região de ocupação atual, foram utilizados estudos realizados por técnicos especializados, quando da caracterização da área objeto de projeto. A partir do mapeamento existente, com a caracterização da aptidão agrícola do solo, foi feita uma vetorização e agrupamento em grandes classes, utilizando o *software MicroStation*.

Para a fazenda de ocupação futura, o mapa de aptidão agrícola do solo é parte integrante de diversos estudos e foi realizado pelo engenheiro agrônomo José Maurício Ribeiro, através de levantamento expedito da área, cartas do IBGE e imagens de satélite *LandSat*. O mapa temático já se encontrava em formato digital, pois foi desenvolvido no *software MicroStation*.

³ www.ibge.org.br

5.1.3) Proximidade da hidrografia

A hidrografia (rios, córregos e grotas) das áreas atuais e de ocupação futura foi identificada por meio de restituições aerofotogramétricas existentes em escala 1:10.000 e 1:5.000, respectivamente, ambos em formato DGN (*Design Format*, formato específico do *software Microstation*). A metodologia utilizada para a definição de classes de acessibilidade à hidrografia levou em consideração tanto a distância planimétrica quanto a altimétrica, uma vez que a região apresenta a peculiaridade topográfica de relevo acidentado, recortado por vales. Para tanto, foram feitos mapas de área de influência e de hipsometria em cada uma das regiões de estudo.

Deve-se destacar que é muito comum o estudo de áreas de influência de hidrografia que consideram somente a distância em planimetria. A própria legislação define faixas de domínio de cursos d'água medidas somente em projeção horizontal. Há que se considerar, contudo, que a realidade de um curso d'água encaixado, como o presente estudo, é muito diferente de uma área plana. Estar a 30 metros de um rio em planimetria e a 30 metros em diferença altimétrica é bem diferente de estar à mesma distância planimétrica, mas a poucos metros de diferença altimétrica. Assim, a nossa proposta foi de conjugar as duas informações: distância vertical e horizontal.

A criação de *buffers* da área de influência foi realizada no *software MapInfo*, cuja troca de dados com o *software Microstation* foi realizada através do formato DXF. Foram estabelecidas faixas a cada 250m de distância, considerando que este valor seria bastante razoável para se realizar uma busca ou transposição de água, e em múltiplos deste valor seria estabelecida uma gradação da acessibilidade ao recurso hídrico.

Considerando a distância altimétrica, os mapas hipsométricos foram gerados através do aplicativo *Geoterrain*, que utiliza as curvas de nível restituídas para produzir o modelo digital do terreno (MDT). Primeiramente, o aplicativo extrai as coordenadas x, y, z formando um arquivo DAT. Em seguida, utilizando-se da listagem de coordenadas, gera uma malha triangulada TIN, através do processo de *Triangulação de Delaunay*. Finalmente, de posse do arquivo TIN, este serve de entrada para a criação do mapa

temático de elevação. Foi definida uma diferença de faixa de 10m para cada classe, pois este foi o espaçamento máximo entre as curvas de nível restituídas.

5.1.4) Declividade

Os mapas de declividade foram gerados através do aplicativo *Geoterrain*. Para produzir o modelo digital do terreno (MDT), foram utilizadas as restituições aerofotogramétricas existentes em escala 1:10.000 para a área de ocupação atual e 1:5.000 para a destinada ao reassentamento. De maneira análoga à produção dos mapas hipsométricos, o aplicativo gerou os arquivos DAT e TIN. Através do arquivo TIN, concluiu-se a criação do mapa temático de declividade. A divisão de intervalos de classes de declividade foi definida seguindo as condições de emprego de mecanização na agricultura, segundo FERREIRA DA SILVA & DA LUZ (2002).

5.1.5) Proximidade de Centros Urbanos

Os centros urbanos foram localizados através da série cartográfica do IBGE das décadas de 70 e 80, vetorizados pelo projeto Geominas (1996). Os arquivos, originalmente, encontravam-se em formato TAB e foram convertidos para DXF, sendo assim importados no *MicroStation*. Foram desenhados círculos concêntricos eqüidistantes entre si em um quilômetro. Observa-se que os círculos concêntricos que partem da mancha urbana em uma das áreas logo atingem a região de interesse (no caso da área de Fartura), enquanto somente após 11 quilômetros de distância da mancha urbana os círculos chegam à região de Jacuba.

5.2) Conversão Vetorial X Raster

Após montadas as bases cartográficas com os dados de interesse para os estudos temáticos, a segunda fase consistiu em transformar a base cartográfica preparada na etapa anterior em arquivo matricial. Primeiramente, foram definidas as dimensões das áreas estudadas, limitadas por retângulo envolvente. Assim, na região de Jacuba, com coordenadas UTM projetadas no sistema SAD69 e Datum Chuá, a área foi delimitada pelas coordenadas 725000 e 8110000 metros de canto inferior esquerdo e 734000 e 8117000 metros de canto

superior direito; para a Fazenda Fartura, a área foi definida por coordenadas UTM projetadas no sistema Hayford e Datum Córrego Alegre, sendo os valores 760000 e 8017000 metros de canto inferior esquerdo e 768000 e 8026000 metros de canto superior direito.

Em seguida, determinou-se a dimensão de *pixel*. Levando-se em conta a acurácia visual de 0,2 mm da escala dos mapas e a precisão definida pelo Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC para cartas Classe A (0,5 mm da escala da carta), foi definida a dimensão de *pixel* 5m. No aplicativo *Descartes*, foram criadas as seguintes matrizes, georreferenciadas pelas coordenadas de canto inferior esquerdo: para Jacuba, 1400 linhas por 1800 colunas; para Fartura, 1800 linhas por 1600 colunas. Os arquivos vetoriais previamente produzidos foram estampados sobre a matriz, gerando um arquivo HMR (formato próprio do aplicativo *Descartes* para o trabalho com imagens *raster*).

Para a etapa seguinte, a álgebra de mapas, eram necessários arquivos em formato TIFF. Assim, foram convertidos os arquivos de extensão HMR em TIFF, no *Descartes*, com cores indexadas, sem compactação. A partir do TIFF, o programa CRIAR, componente do programa SAGA-UFRJ, prepara o formato de entrada para o SAGA-UFRJ, cuja extensão é denominada RST.

5.3) Álgebra de Mapas

Para a execução desta etapa, organizou-se a *Árvore de Decisões* que, segundo MOURA (2003, p.61) “(...) é um esquema de composição de informações visando à ampla caracterização do objeto de estudo ao longo de cada etapa de análise, até culminar em um mapa diagnóstico final(...)”.

O mapa diagnóstico final de cada região é resultado da combinação de planos de informação que caracterizam a área segundo declividades, acessibilidade à água e às estradas, proximidade aos centros urbanos e potencial de uso agrícola. A síntese dessas variáveis produz o mapa "Síntese de Qualidade Ambiental", gerado a partir do critério de avaliação por pesos e notas.

Para MOURA (2003), a importância desse critério de avaliação é a caracterização das variáveis segundo o *grau de pertinência*, indicados por especialistas, dentro do conceito “*Expert System*”, pois estes dominam a variável e o ambiente e atribuem valores muito próximos da realidade. O programa utilizado para a construção dos mapas de síntese foi o SAGA-UFRJ, que é um sistema de análise geo-ambiental, desenvolvido pela UFRJ, e foi utilizado para efetuar a álgebra de mapas. A álgebra é efetuada através da *Média Ponderada* de todas as variáveis, seus pesos e notas.

O roteiro da análise e os pesos definidos são sintetizados pelo seguinte esquema:

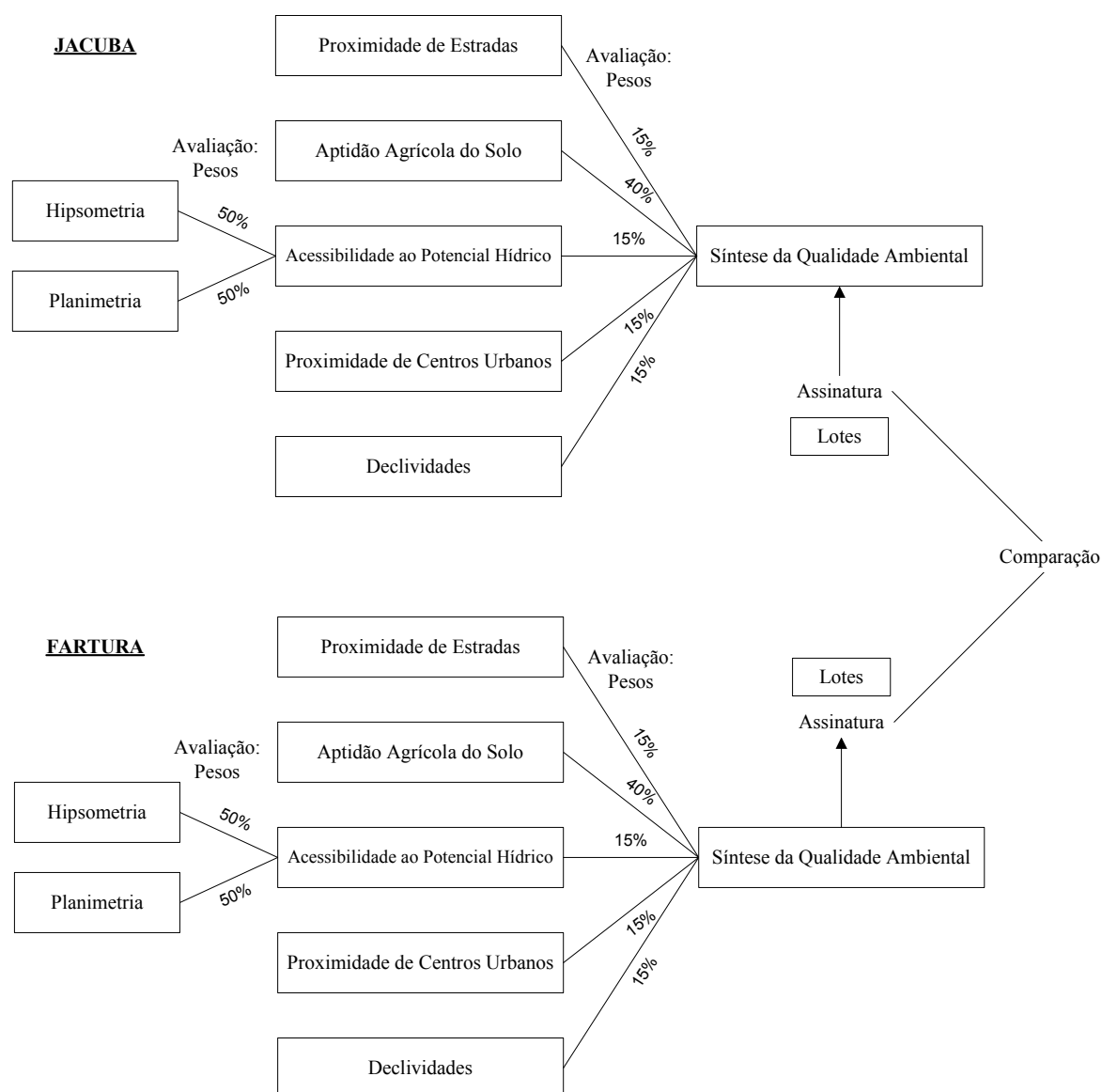


Figura 3 – Árvore de Decisão da Síntese de Qualidade Ambiental das áreas de Jacuba e Fartura

5.3.1) Construção da Síntese de Qualidade Ambiental da comunidade de Jacuba

Utilizando o módulo *Avaliação* do SAGA-UFRJ, foram sintetizadas as variáveis apresentadas no item 4.1 – *Construção da Base Cartográfica*. Primeiramente, foi construído o mapa Acessibilidade ao Potencial Hídrico, através do cruzamento dos mapas de hipsometria e planimetria, conforme tabela a seguir:

Tabela 1: Distribuição de pesos e notas para a construção do mapa de Acessibilidade ao Potencial Hídrico – Jacuba

Temas da Avaliação	Pesos	Componentes de Legenda	Notas
Hipsometria	50%	440 a 450 m	10
		450 a 460 m	10
		460 a 470 m	9
		470 a 480 m	9
		480 a 490 m	8
		490 a 500 m	7
		500 a 510 m	6
		510 a 520 m	5
		520 a 530 m	4
		530 a 540 m	3
		540 a 550 m	2
		550 a 560 m	1
		560 a 570 m	1
		570 a 580 m	1
		580 a 590 m	0
		590 a 600 m	0
		600 a 610 m	0
		Fundo de mapa	Bloqueio (sem dados)
Planimetria	50%	0 a 250 m	10
		250 a 500 m	8
		500 a 750 m	6
		750 a 1000 m	4
		1000 a 1250 m	2
		acima de 1250 m	0

As notas maiores foram atribuídas às regiões com melhores condições de acessibilidade à hidrografia. Para a planimetria, considerou-se que a proximidade ao rio principal (Jequitinhonha) era a situação ideal. A hipsometria foi avaliada da mesma forma, pois à medida que se afasta deste rio, menor a abundância e o porte de recursos hídricos. Os fatores que não seriam analisados foram bloqueados, para não comprometer o resultado final.

Em seguida, ainda no módulo *Avaliação*, foi efetuada a Síntese da Qualidade Ambiental, utilizando as variáveis apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 2: Distribuição de pesos e notas para a construção da Síntese de Qualidade Ambiental – Jacuba

Temas da Avaliação	Pesos	Componentes de Legenda	Notas
Acessibilidade ao Potencial Hidrico	15%	Excelente	10
		Otimo	9
		Bom	7
		Medio	5
		Medio a Ruim	3
		Ruim	1
		Hidrografia	Bloqueio
	Fundo de mapa	Bloqueio	
Proximidade de Centros Urbanos	15%	11 a 12 km	5
		12 a 13 km	5
		13 a 14 km	4
		14 a 15 km	4
		15 a 16 km	3
		16 a 17 km	3
		17 a 18 km	2
		18 a 19 km	2
		19 a 20 km	1
		20 a 21 km	0
	21 a 22 km	0	
Aptidão Agrícola do Solo	40%	Latossolo vermelho escuro	8
		Latossolo vermelho amarelo	7
		Cambissolo	2
		Litossolo	1
		Fundo de mapa	Bloqueio
Proximidade de Estradas	15%	0 a 500 m	10
		500 a 1000 m	7
		1000 a 1500 m	4
		1500 a 2000 m	2
		2000 a 2500 m	1
		2500 a 3000 m	0
		acima de 3000 m	0
	Estradas	Bloqueio	
Declividades	15%	0 a 3%	10
		3 a 8%	9
		8 a 12%	7
		12 a 45%	5
		acima de 45%	0

Analogamente, as notas maiores foram atribuídas às situações ideais e os bloqueios àquelas que não foram avaliadas. É importante ressaltar que as notas atribuídas à Aptidão Agrícola do Solo não alcançaram o valor 10 em nenhum componente de legenda, pois, após avaliação de especialistas, chegou-se à conclusão que a região em estudo não apresenta

solos com qualidade excelente. Isto pode ser explicado pelo clima seco, pelos baixos índices de precipitação anuais e vegetação específicos daquela região.

Após o desenvolvimento das sínteses de qualidade ambiental, foi feita a *Assinatura* dos lotes, ou seja, verificação das ocorrências das variáveis na área limitada pelos lotes. O resultado é apresentado a seguir:

Tabela 3: Assinatura da área de lotes - Jacuba

Legendas	Assinado Pixels	(Ha)	% Área Delimitada
Nota1	0	0,0000	
Nota2	5174	(12,9350)	7,0767
Nota3	17661	(44,1525)	24,1558
Nota4	28390	(70,9750)	38,8303
Nota5	14026	(35,0650)	19,1840
Nota6	80	(0,2000)	0,1094
Estradas	484	(1,2100)	0,6620
Fundo mapa			
Hidrografia	7298	(18,2450)	9,9818
Total	73113	(182,7825)	100,0000

5.3.2) Construção da Síntese de Qualidade Ambiental da Fazenda Fartura

De maneira equivalente à metodologia descrita para a síntese de Jacuba, foi construído o mapa Acessibilidade ao Potencial Hídrico, através do cruzamento dos mapas de hipsometria e planimetria, conforme tabela a seguir:

Tabela 4: Distribuição de pesos e notas para a construção do mapa de Acessibilidade ao Potencial Hídrico – Fartura

Temas da Avaliação	Pesos	Componentes de Legenda	Notas
Hipsometria	50%	775 a 785 m	10
		785 a 795 m	10
		795 a 805 m	9
		805 a 815 m	9
		815 a 825 m	8
		825 a 835 m	8
		835 a 845 m	7
		845 a 855 m	7
		855 a 865 m	6
		865 a 875 m	6
		875 a 885 m	5
		885 a 895 m	5
		895 a 905 m	4
		905 a 915 m	4
		915 a 925 m	3
		925 a 935 m	3
		935 a 945 m	2
		945 a 955 m	2
		955 a 965 m	1
		965 a 975 m	1
975 a 985 m	1		
985 a 995 m	0		
995 a 1005 m	0		
		acima de 1005 m	0
		Fundo de mapa	Bloqueio
Planimetria	50%	0 a 250 m	10
		250 a 500 m	8
		500 a 750 m	6
		750 a 1000 m	4
		1000 a 1250 m	2
		acima de 1250 m	0
		Hidrologia	Bloqueio

As notas foram atribuídas da mesma maneira que na situação anterior, sendo que a hidrografia de maior porte encontra-se próxima à sede da fazenda.

Após a construção do mapa Acessibilidade ao Potencial Hídrico, foi efetuada a síntese de qualidade ambiental para Fartura, conforme descrito a seguir:

Tabela 5: Distribuição de pesos e notas para a construção da Síntese de Qualidade Ambiental – Fartura

Temas da Avaliação	Pesos	Componentes de Legenda	Notas
Acessibilidade ao Potencial Hidrico	15%	Excelente	10
		Otimo	9
		Bom	7
		Bom a Medio	6
		Medio	5
		Medio a Ruim	3
		Ruim	1
		Pessimo	0
		Hidrografia	Bloqueio
		Fundo de mapa	Bloqueio
Proximidade de Centros Urbanos	15%	1 a 2 km	10
		2 a 3 km	10
		3 a 4 km	9
		4 a 5 km	9
		5 a 6 km	8
		6 a 7 km	8
		7 a 8 km	7
		8 a 9 km	7
		9 a 10 km	6
		10 a 11 km	6
Aptidão Agrícola do Solo	40%	Latossolo vermelho escuro	8
		Alissolo vermelho amarelo	7
		Latossolo vermelho amarelo	6
		Neossolo	5
		Cambissolo	3
		Fundo de mapa	Bloqueio
Proximidade de Estradas	15%	0 a 500 m	10
		500 a 1000 m	7
		1000 a 1500 m	4
		1500 a 2000 m	2
		2000 a 2500 m	1
		2500 a 3000 m	0
		acima de 3000 m	0
Estrada	Bloqueio		
Declividades	15%	0 a 3%	10
		3 a 8%	9
		8 a 12%	7
		12 a 45%	5
		acima de 45%	0
		Fundo de mapa	Bloqueio

As mesmas observações apresentadas no item anterior se aplicam a essa tabela. Nota-se, no entanto, que o valor atribuído ao Cambissolo na Tabela 5 foi diferente do atribuído na Tabela 2. Segundo a avaliação de profissionais especializados, este tipo de solo presente na

região de Jacuba apresenta grande quantidade de cascalho, enquanto que na Fazenda Fartura, apresenta características arenosas, com a presença de gnaiss, tornando-o de melhor qualidade. Assim, devido à diferenciação de materiais na composição do Cambissolo, aplicou-se nota 2 em Jacuba e nota 3 em Fartura.

Após o desenvolvimento das sínteses de qualidade ambiental, foi feita a *Assinatura* dos lotes, cujos resultados são apresentados a seguir:

Tabela 6: Assinatura da área de lotes - Fartura

Legendas	Assinado Pixels	(Ha)	% Área Delimitada
Nota3	3822	(9,5550)	
Nota4	29681	(74,2025)	0,1984
Nota5	51375	(128,4375)	5,6607
Nota6	218039	(545,0975)	28,3504
Nota7	240365	(600,9125)	42,5041
Nota8	104483	(261,2075)	19,4385
Nota9	2420	(6,0500)	0,401
Nota10			
Estrada	5847	(14,6175)	0,8235
Fundo mapa	2214339	(5535,8475)	1,6041
Hidrografia	9629	(24,0725)	1,0193
Total	2880000	(7200,0000)	100,0000

5.4) Comparação das Duas Situações

Tendo em mãos os terrenos classificados pelo sistema de pontuação, foi feita a comparação dos resultados encontrados para as áreas de atual ocupação e as áreas destinadas ao reassentamento das famílias. Para a análise das variáveis, foram utilizadas as tabelas referentes à assinatura dos lotes, pois estas são as áreas de ocupação atual e futura das famílias.

6) RESULTADOS

Em cada uma das etapas descritas no item anterior, foram gerados mapas. No presente item, serão mostrados os resultados obtidos através da metodologia utilizada.

6.1) Acessibilidade ao Potencial Hídrico

Primeiramente, serão apresentados os mapas de hipsometria e planimetria, que geraram a mapa de Acessibilidade ao Potencial Hídrico através do método de avaliação por pesos e notas.

6.1.1) Hipsometria

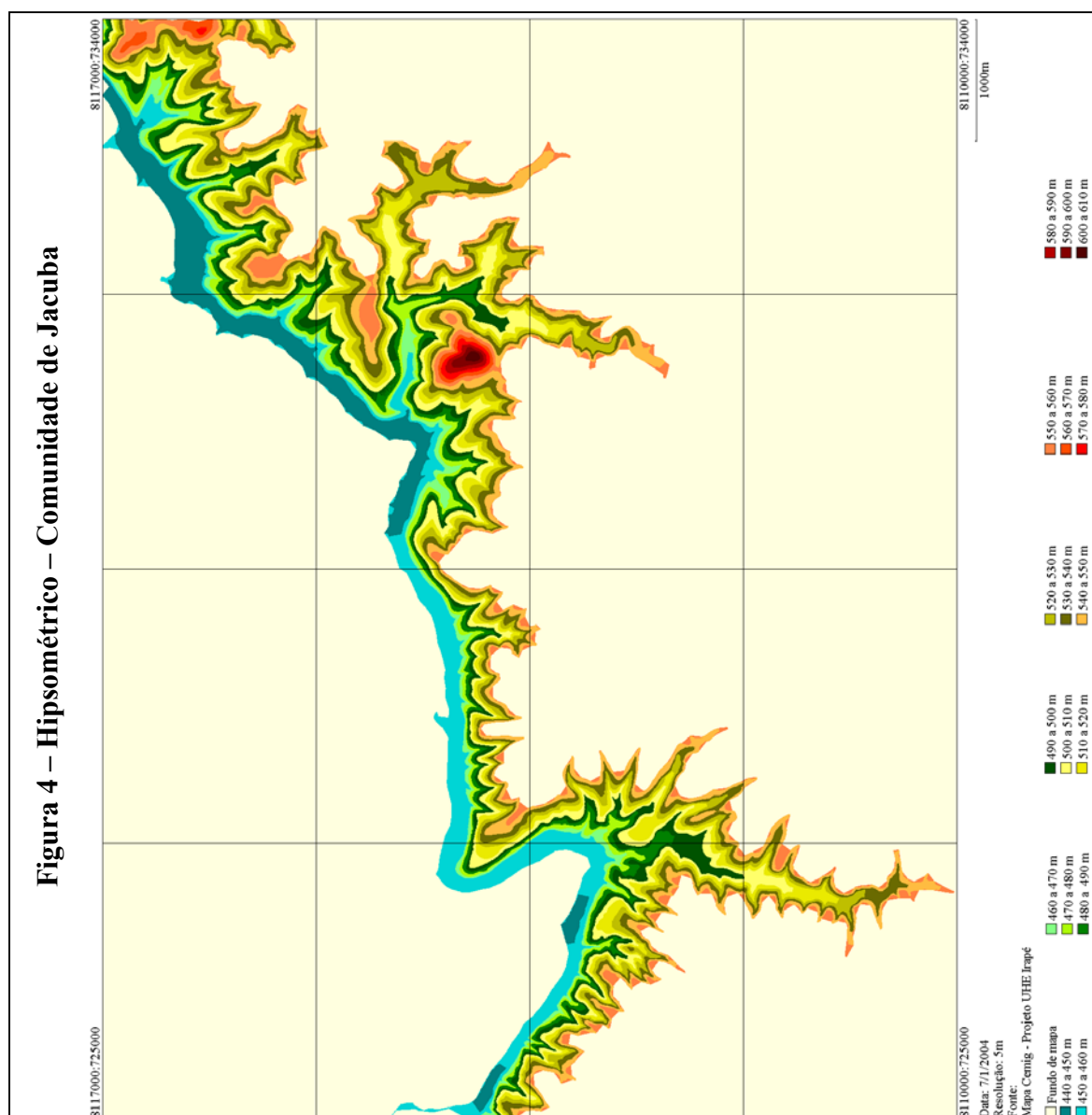
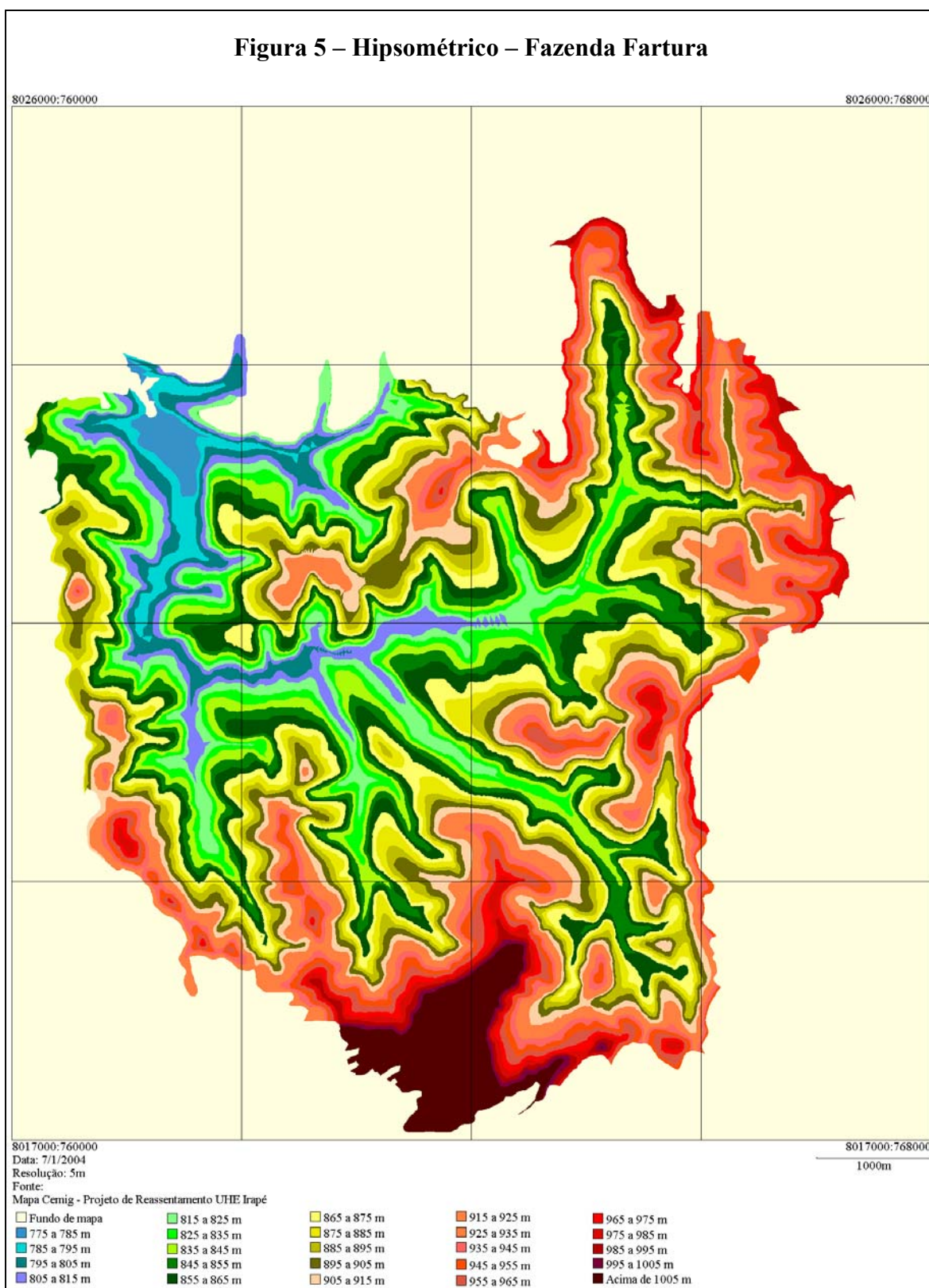


Figura 5 – Hipsométrico – Fazenda Fartura



6.1.2) Planimetria

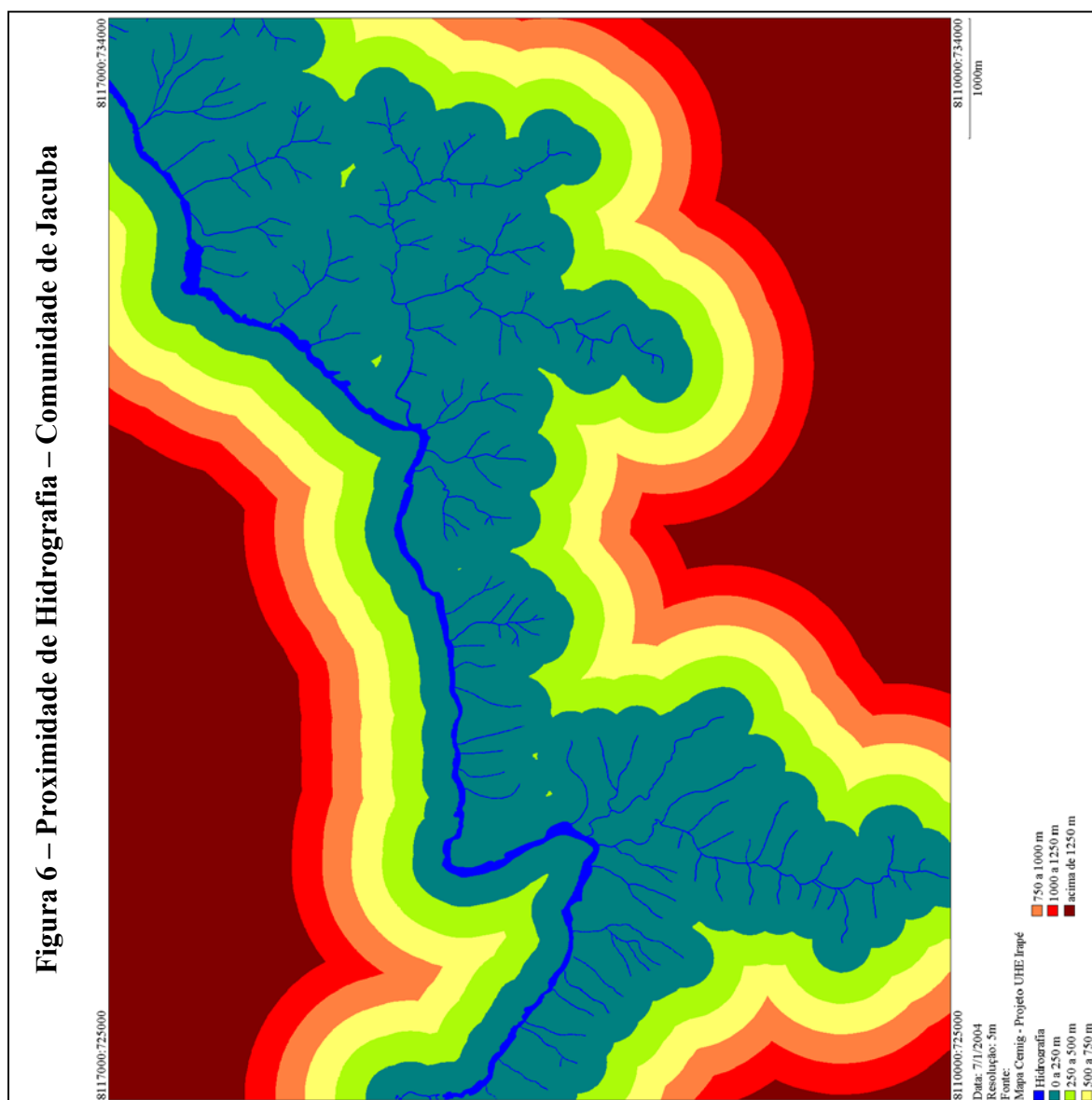
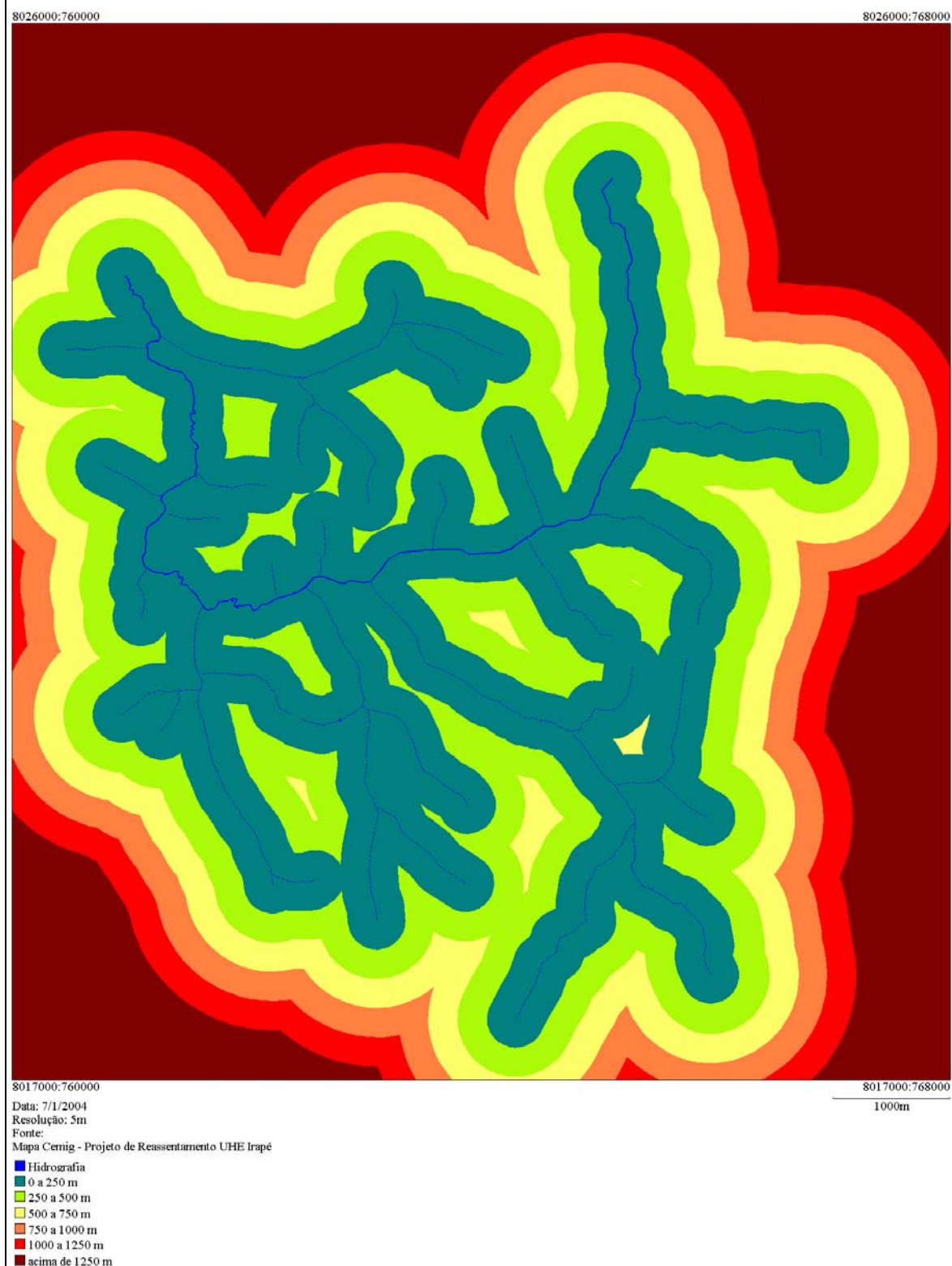


Figura 7 – Proximidade de Hidrografia – Fazenda Fartura

Finalmente, os mapas de Acessibilidade ao Potencial Hídrico.

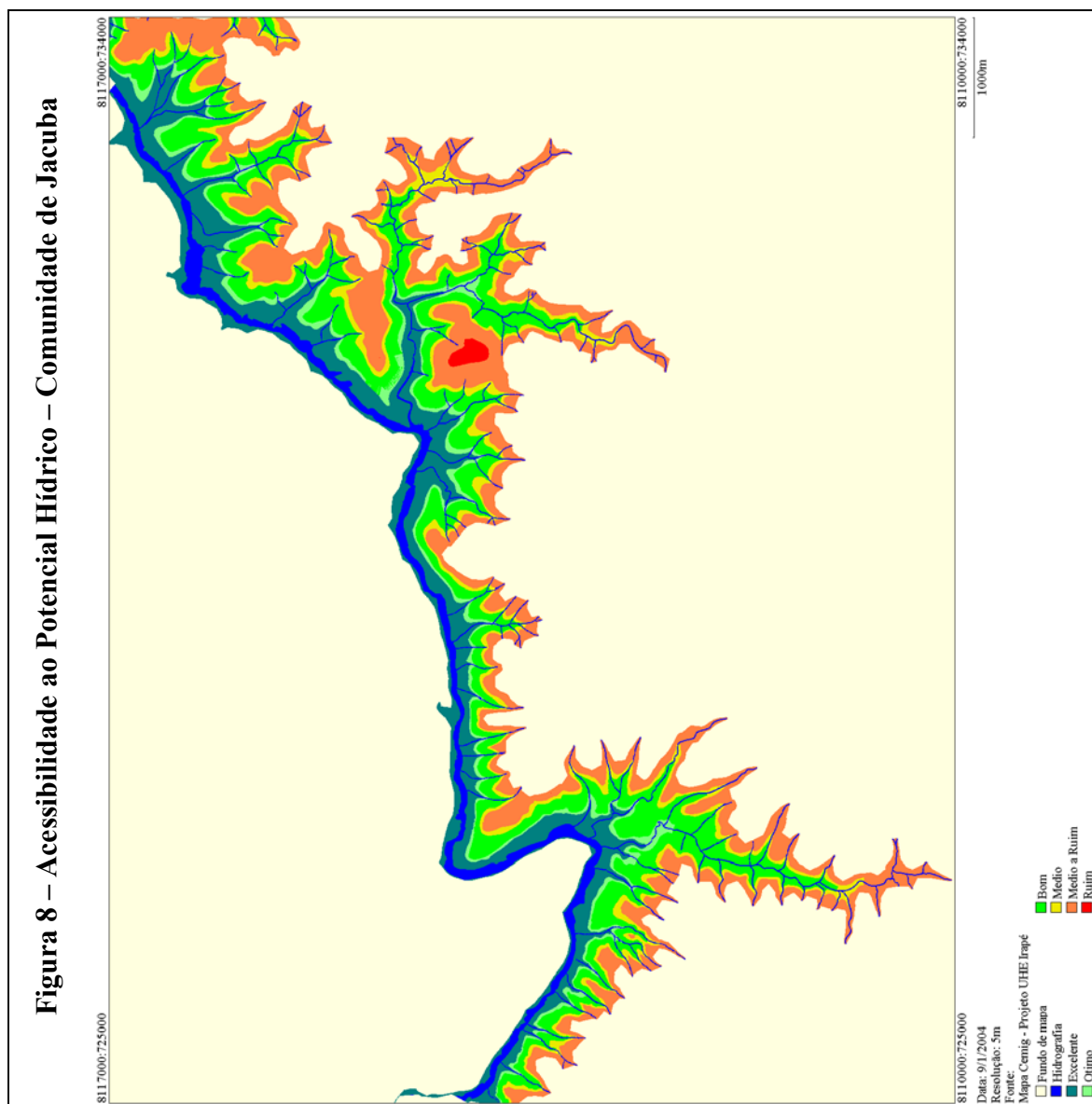
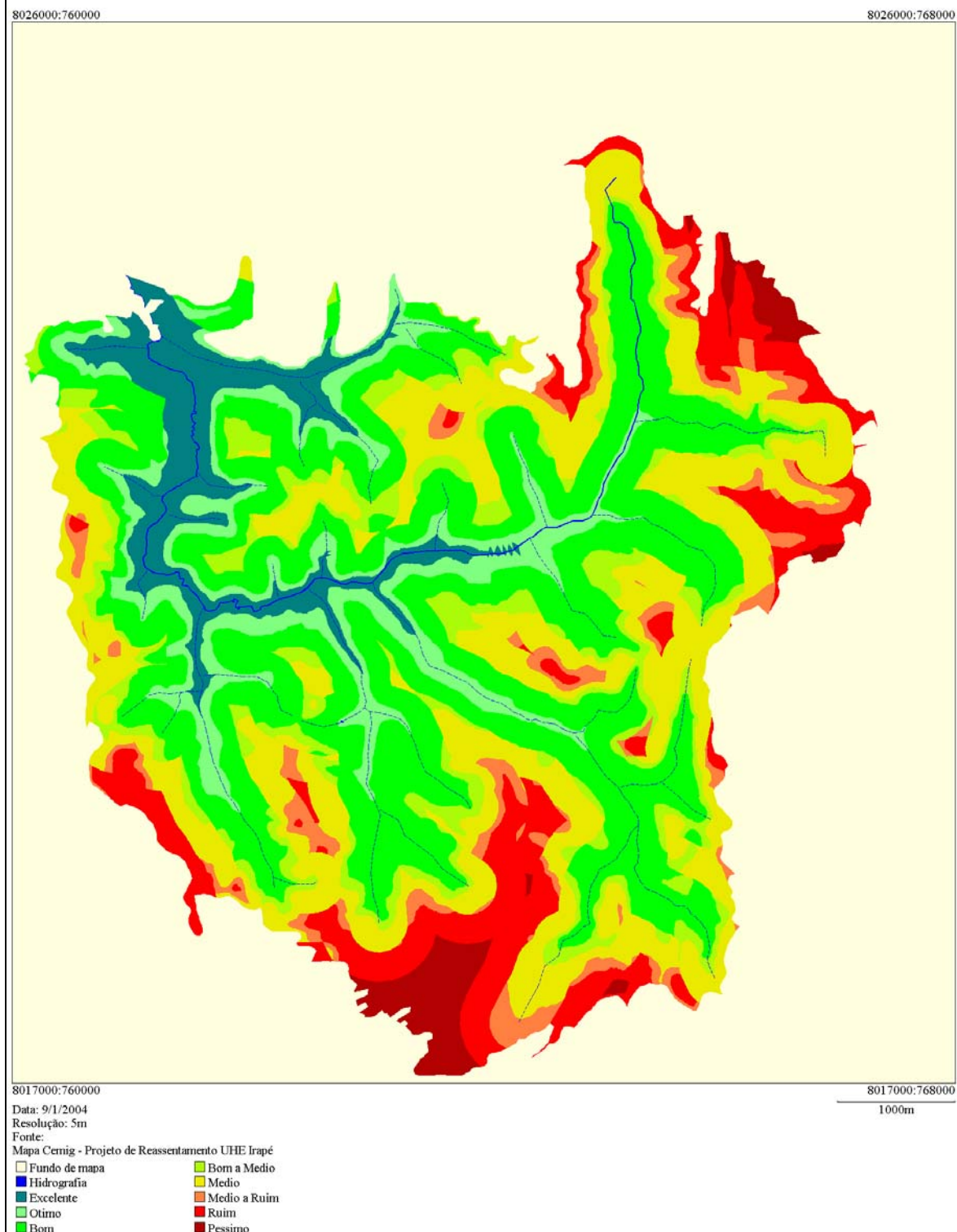


Figura 9 – Acessibilidade ao Potencial Hídrico – Fazenda Fartura

6.2) Proximidade de Centros Urbanos

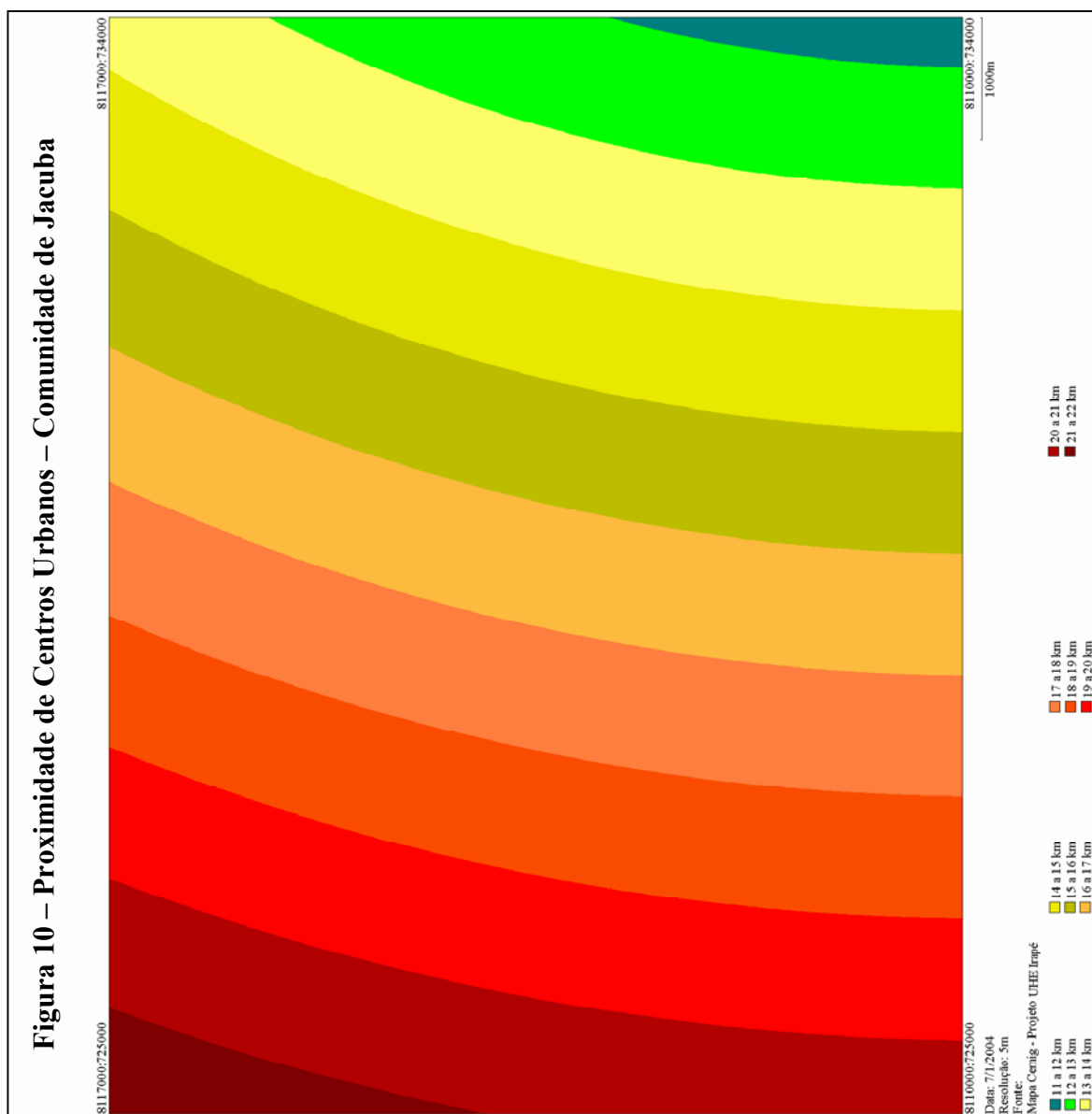
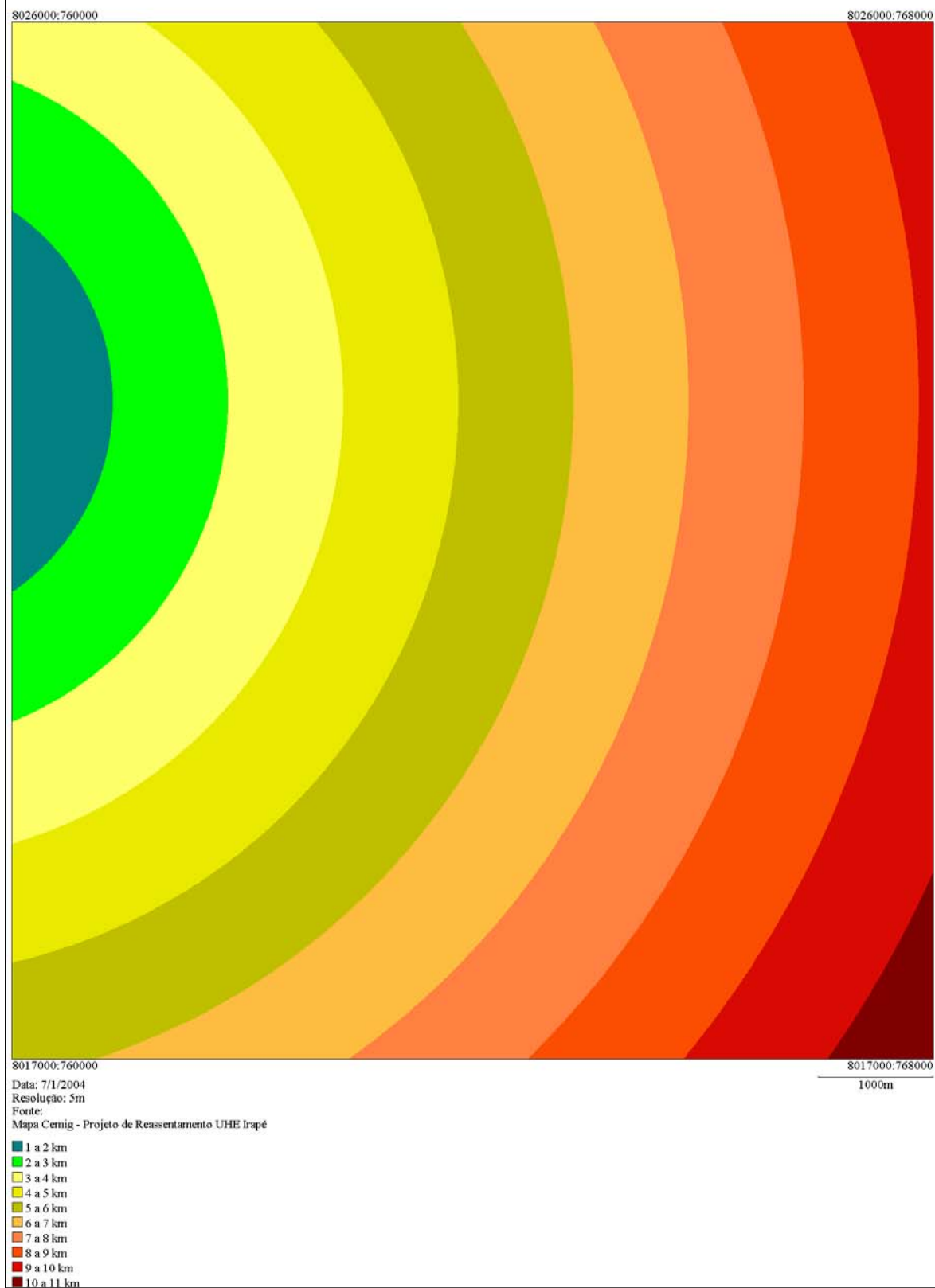


Figura 11 – Proximidade de Centros Urbanos – Fazenda Fartura

6.3) Aptidão Agrícola do Solo

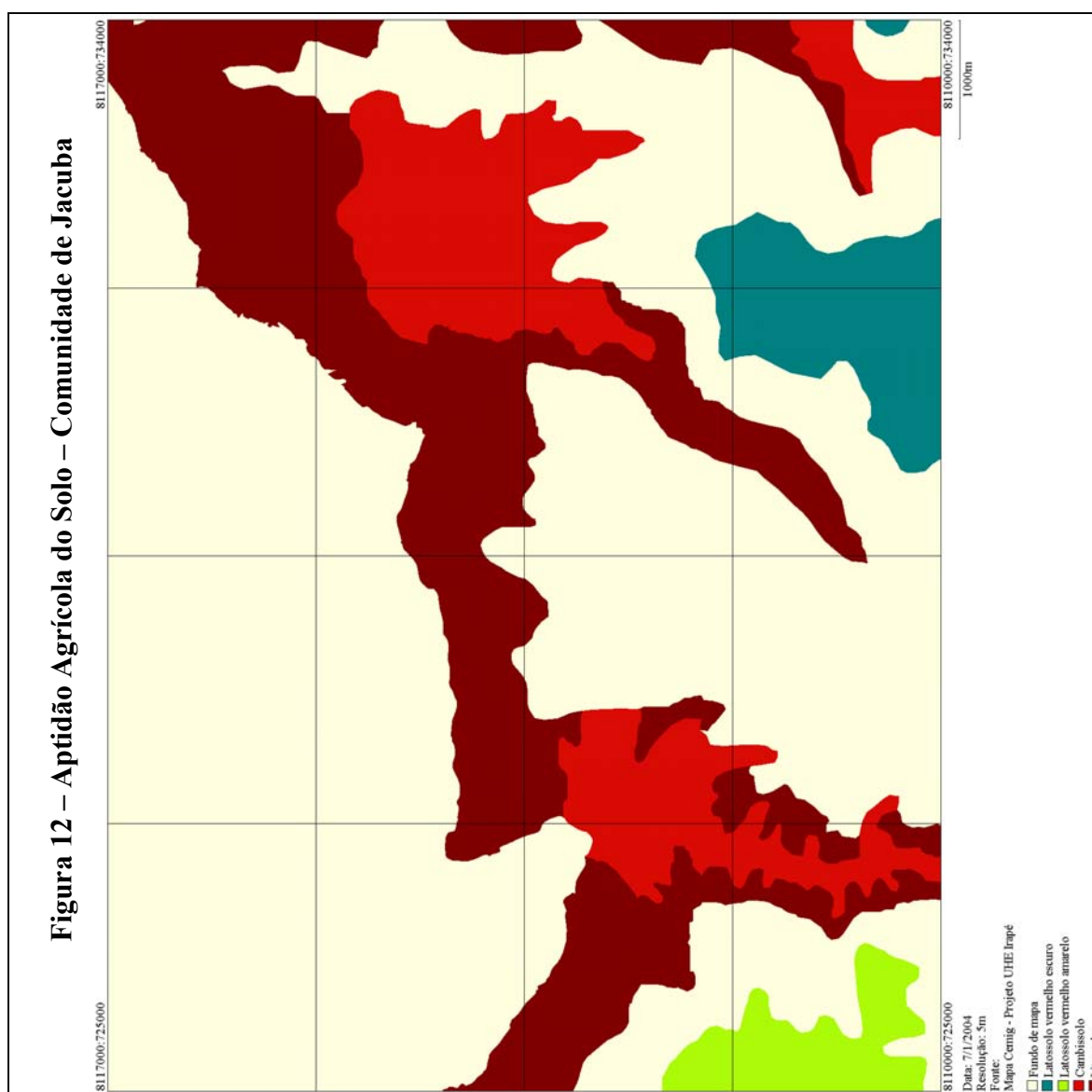
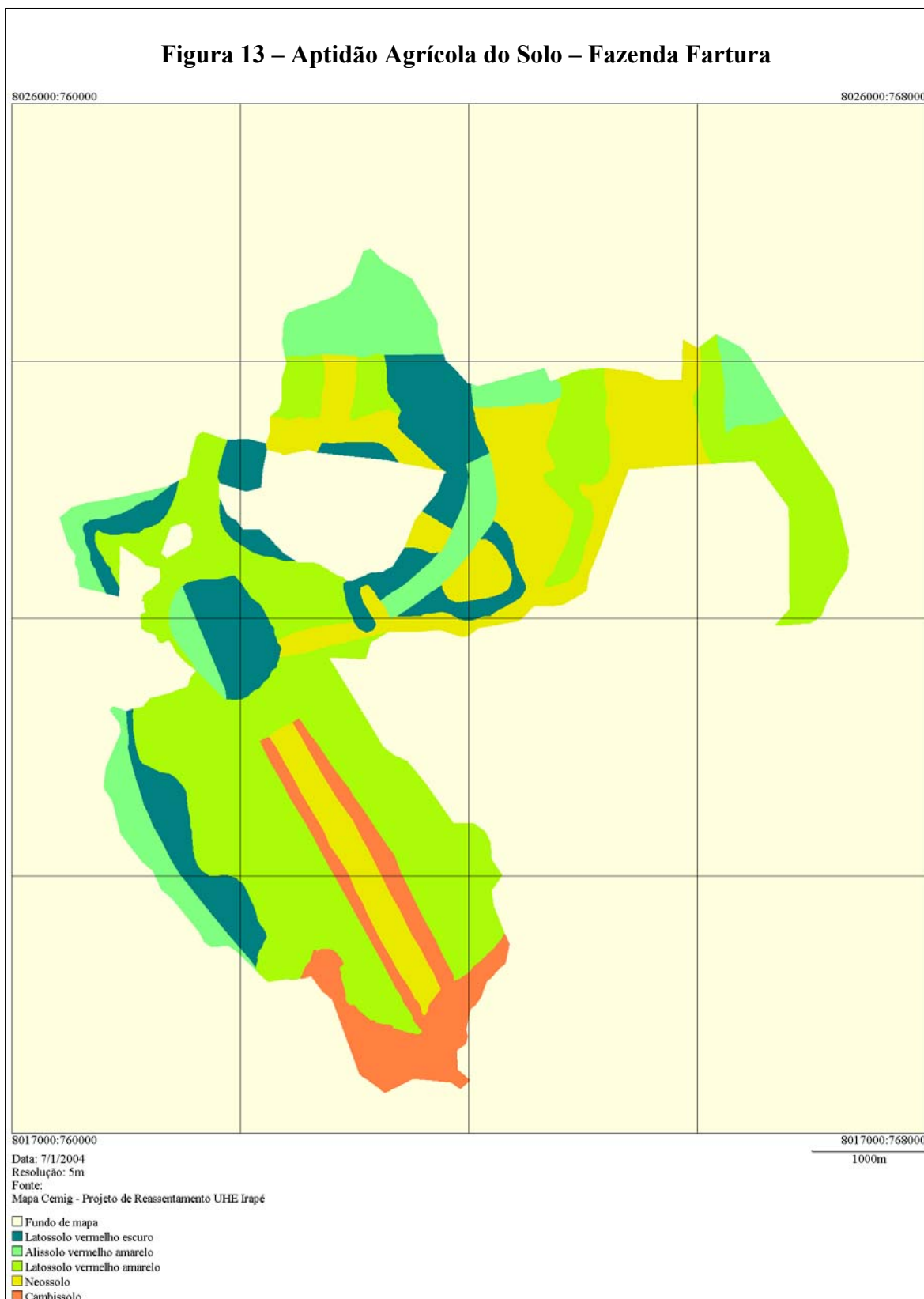


Figura 13 – Aptidão Agrícola do Solo – Fazenda Fartura

6.4) Proximidade de Estradas

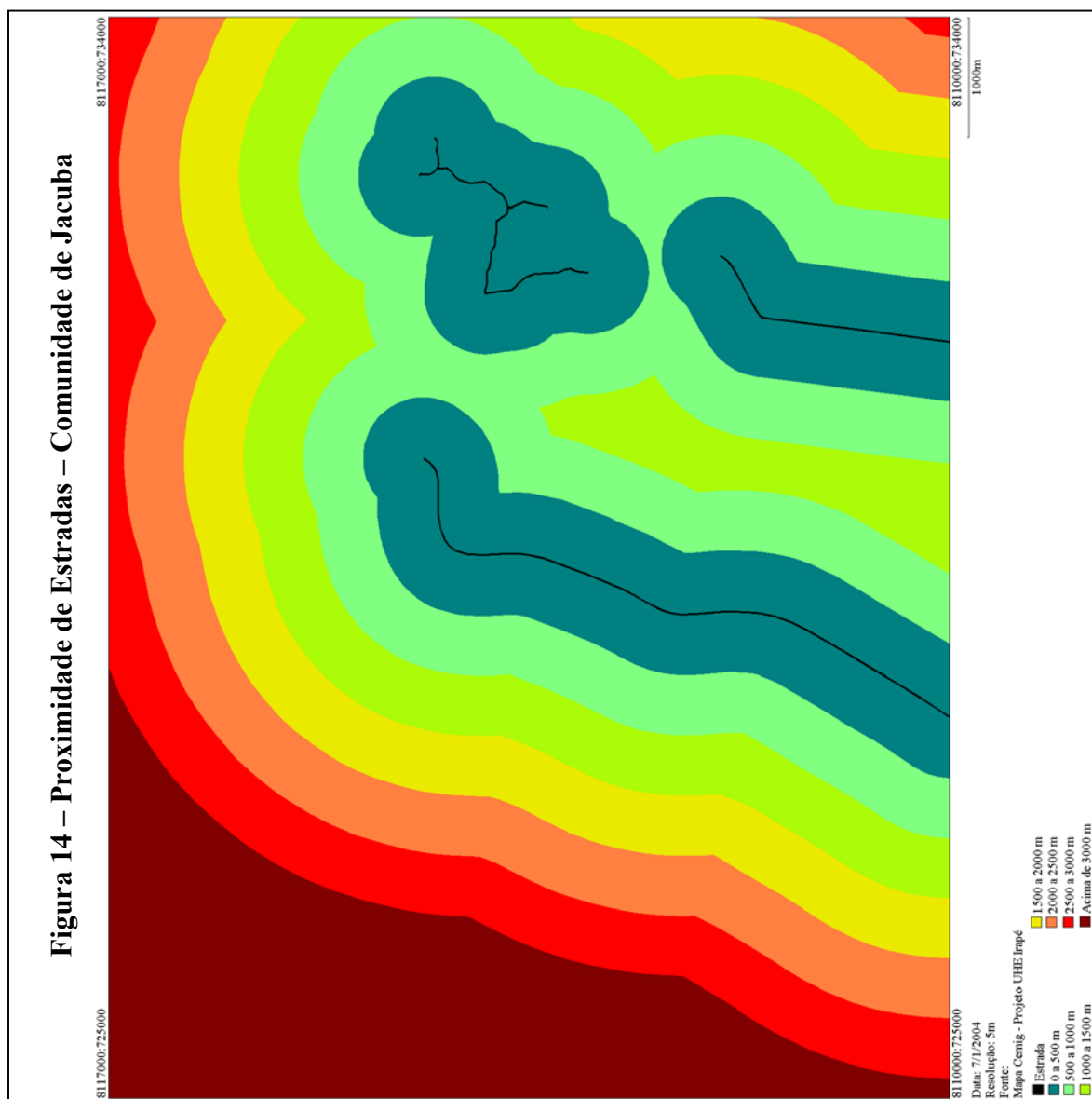
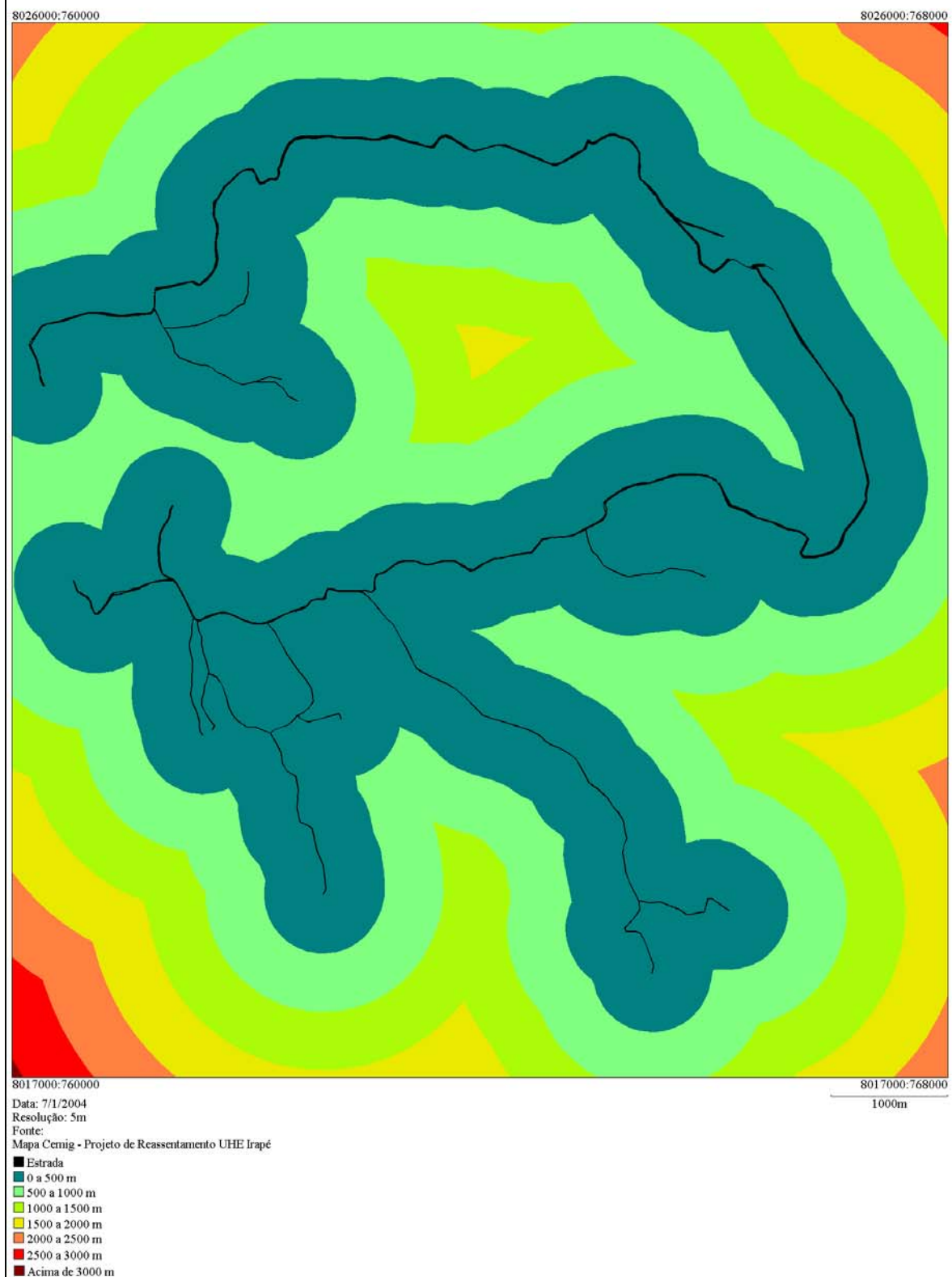


Figura 15 – Proximidade de Estradas – Fazenda Fartura

6.5) Declividades

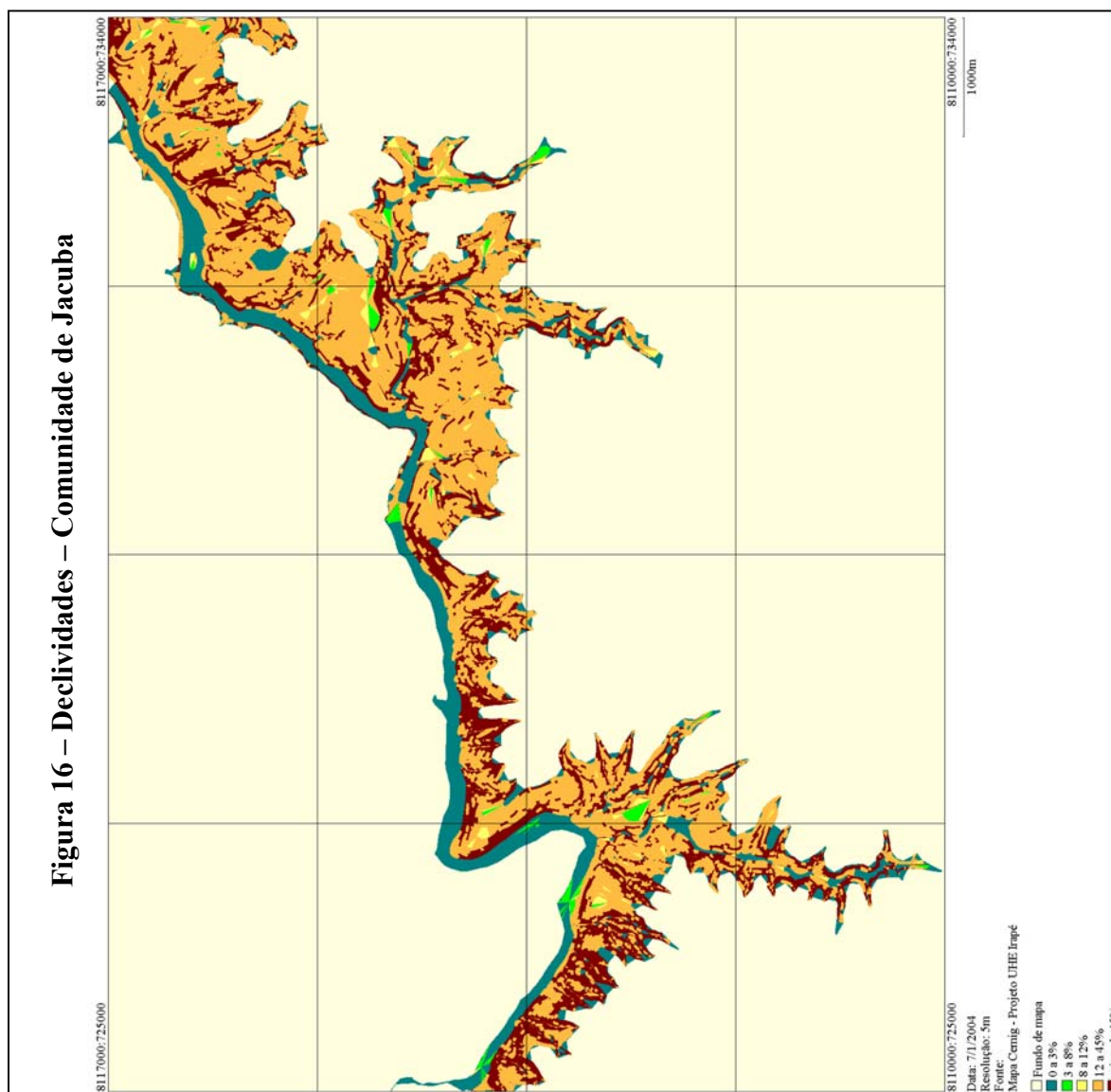
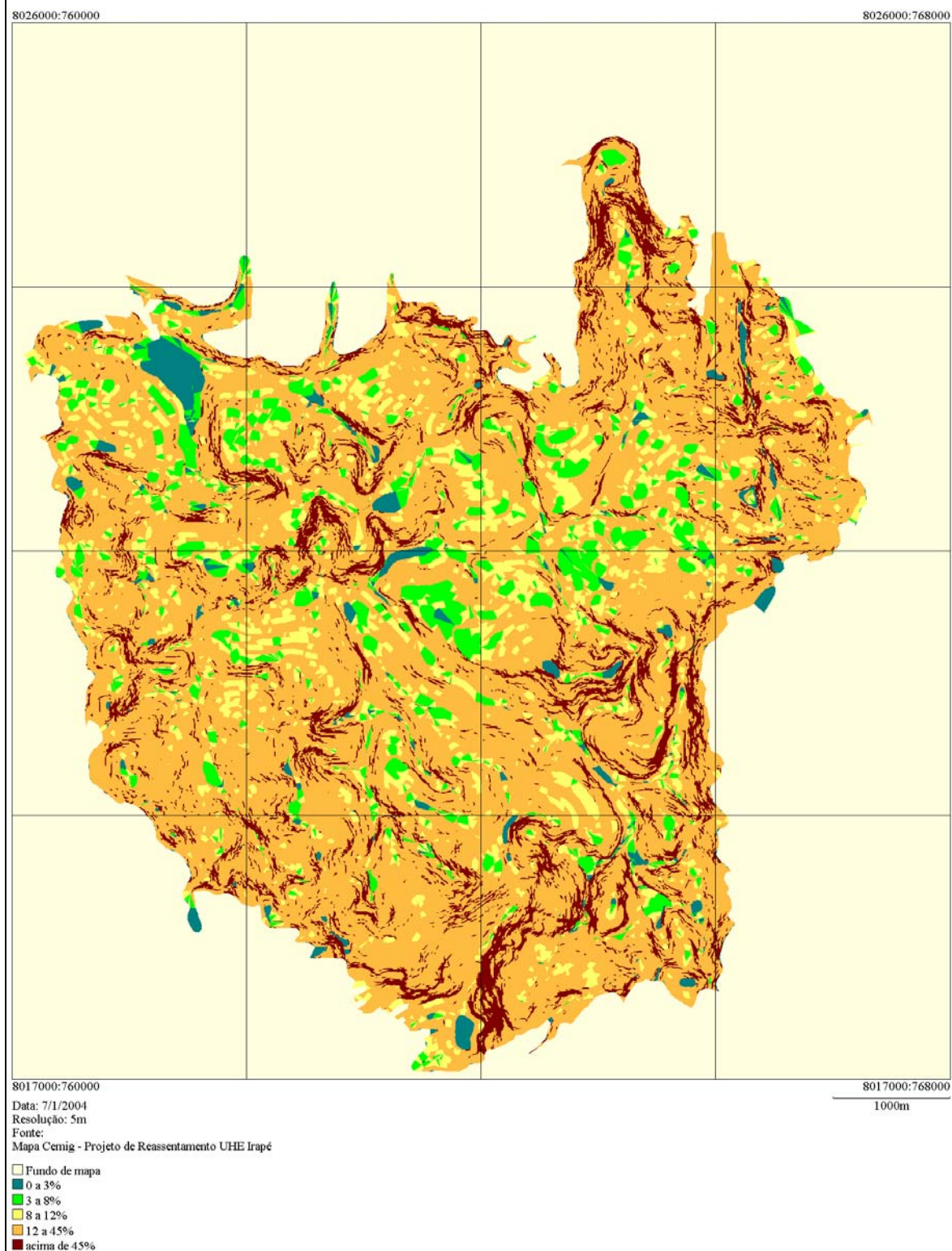


Figura 17 – Declividades – Fazenda Fartura

6.6) Síntese de Qualidade Ambiental

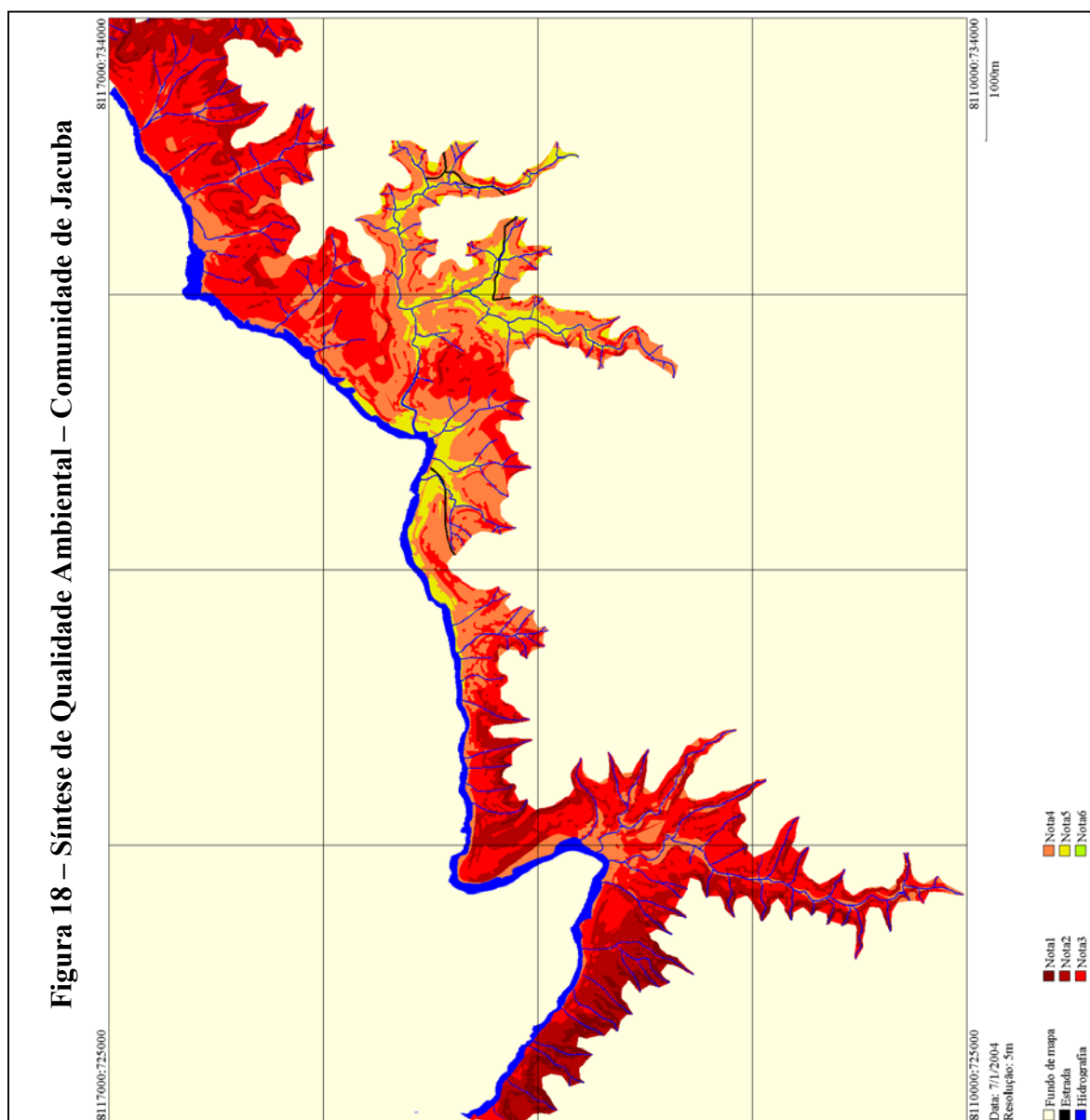
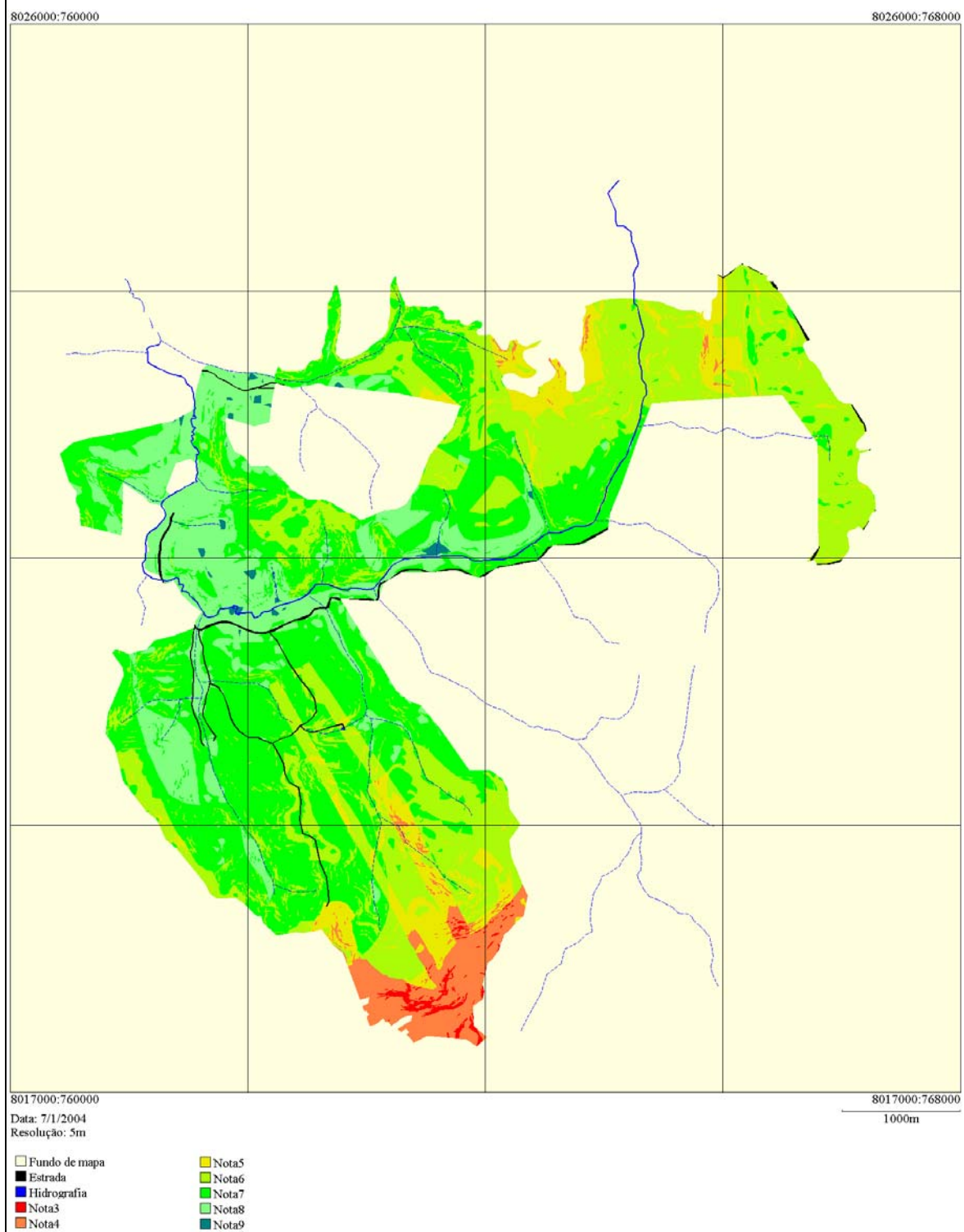
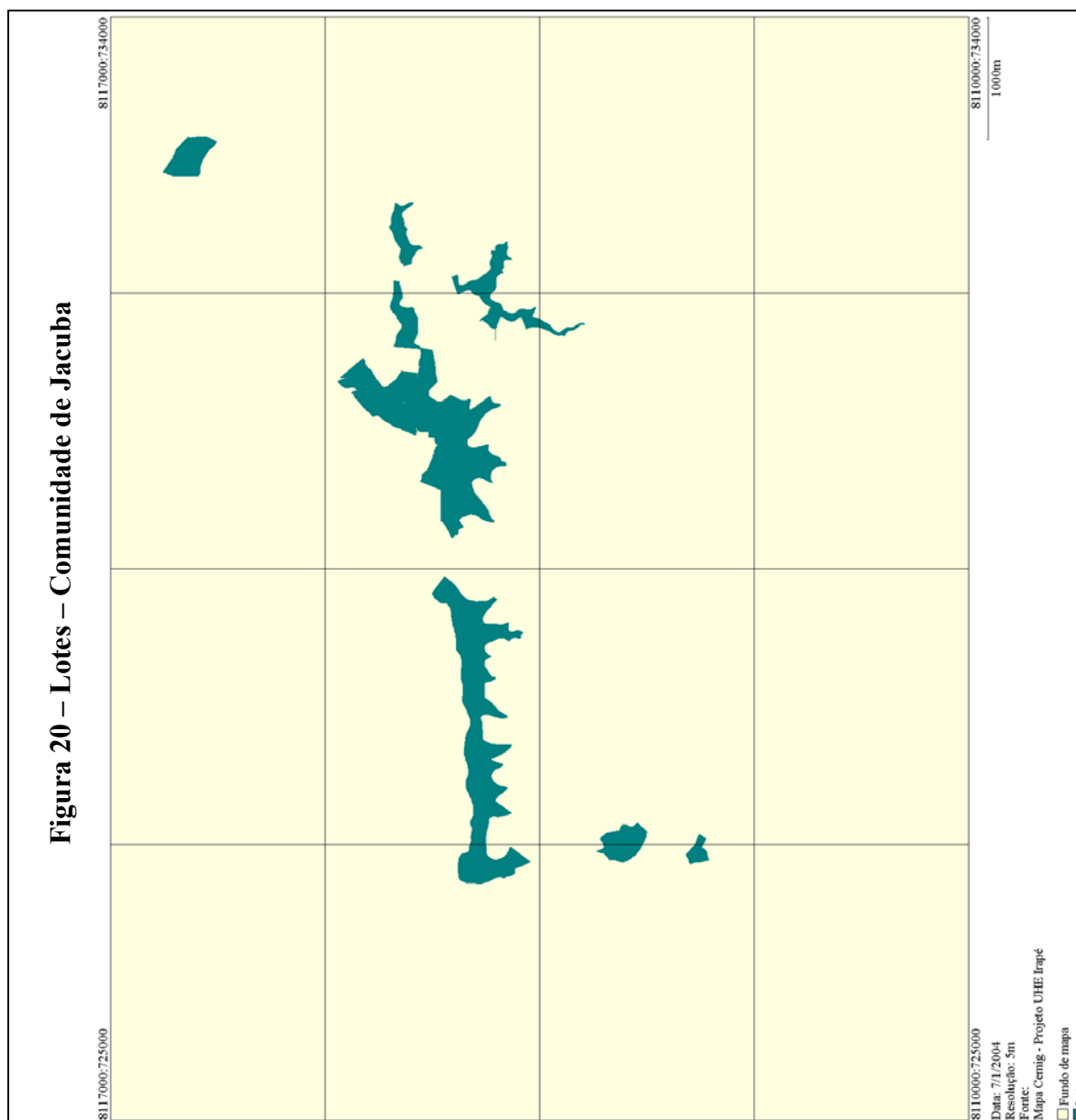
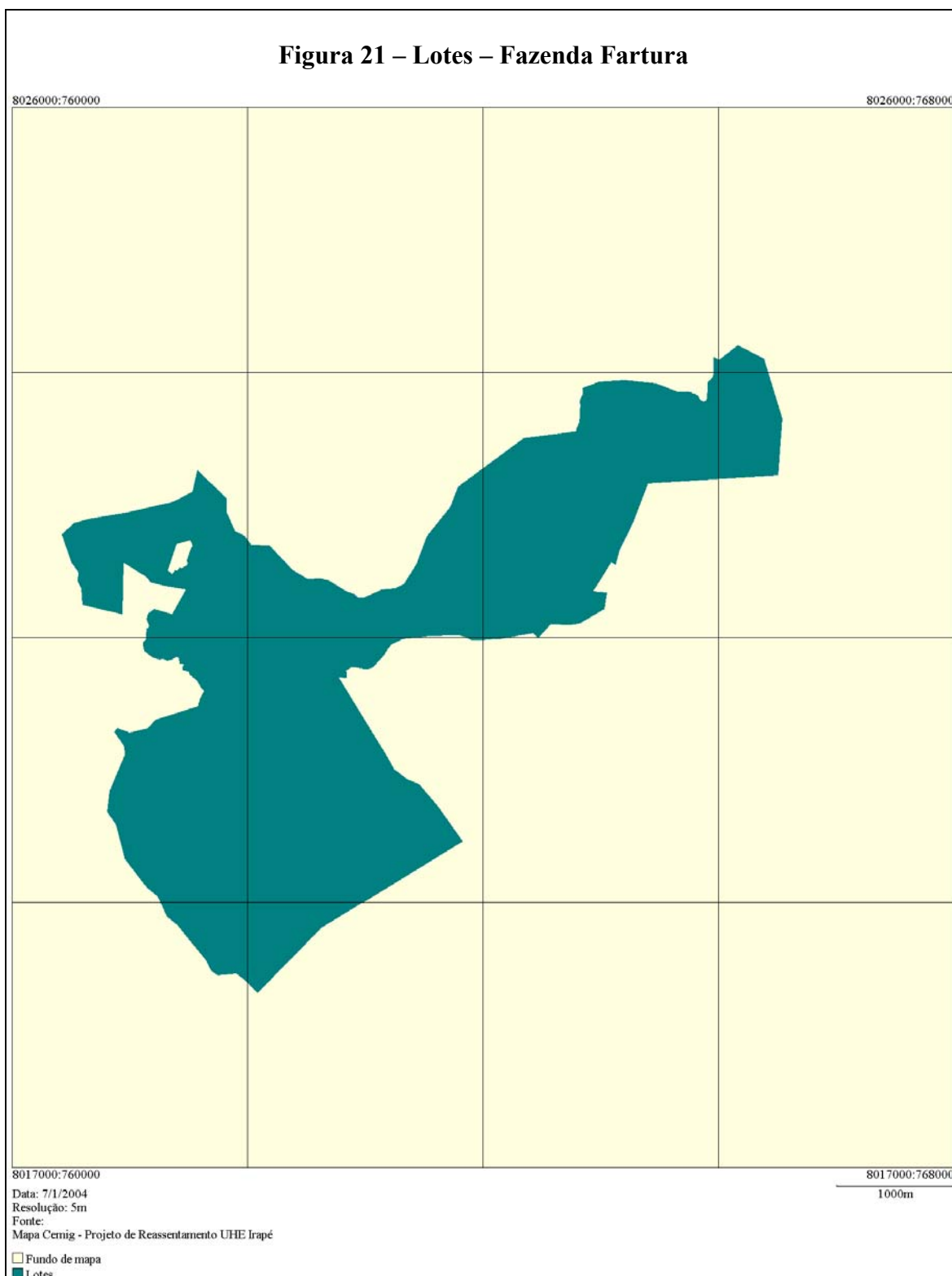


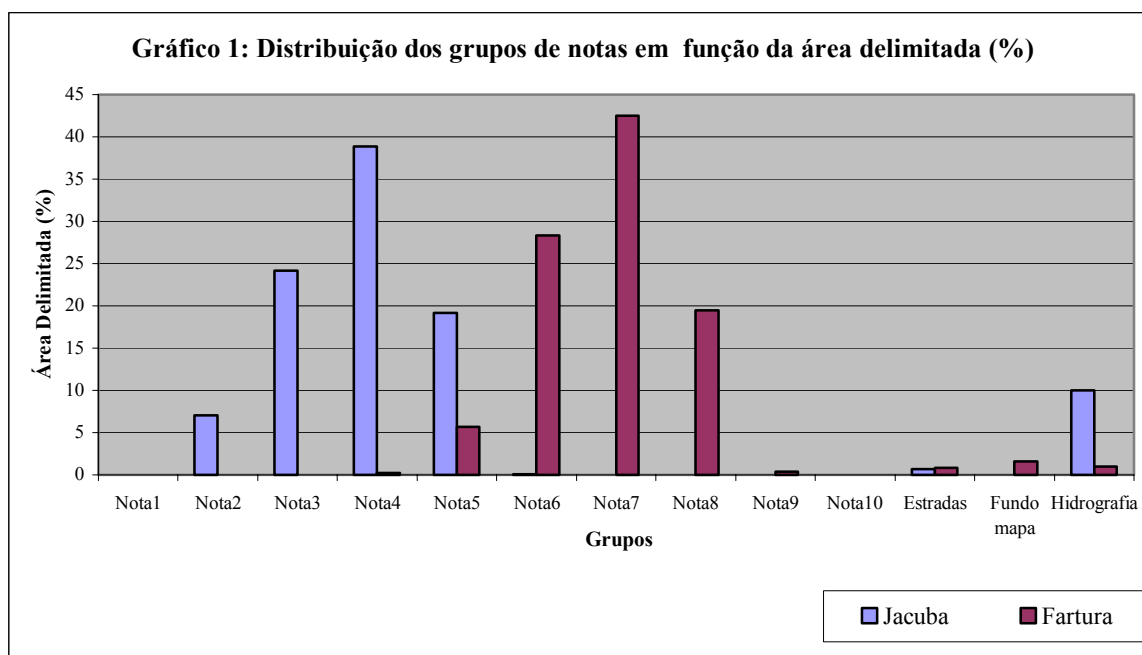
Figura 19 – Síntese de Qualidade Ambiental – Fazenda Fartura

6.7) Assinatura dos Lotes





Depois de efetuadas as tabelas, os mapas e as assinaturas dos lotes, foi desenvolvido o seguinte gráfico comparativo:



7) DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A criação dos valores das notas de qualidade ambiental permitiu visualizar no gráfico 1 dois agrupamentos de dados muito distintos. Analisando-se as notas encontradas na área de interesse (lotes), pode-se perceber que a maior parte da área atualmente ocupada pela comunidade de Jacuba, 38,8%, possui nota igual a 4, o que indica que a classificação da maioria da terra possui parâmetros considerados de médio a ruim. Já na região de reassentamento, Fazenda Fartura, pode-se observar que 42,5 % da área estão concentrados na faixa de conceito bom, nota 7.

Fazendo-se um agrupamento das notas de 1 a 5 e de 6 a 10 das regiões de interesse, temos uma diferença considerável. Enquanto na área de ocupação atual das famílias (Jacuba) temos uma distribuição de 89,2% entre as notas 1 e 5, a área destinada ao reassentamento (Fartura) obteve uma distribuição de apenas 5,9%. Comparando-se as faixas de 6 a 10, observamos que a comunidade de Jacuba apresenta 0,1% de área nesta faixa e Fartura, 90,7% (Tabela 3 e 6).

Com relação à presença de estradas nas áreas em estudo o ganho não é evidente no gráfico. Entretanto, a criação da assinatura levou em consideração somente a delimitação dos lotes. Muitas estradas de acesso à região não foram levadas em consideração na assinatura, não sendo possível uma comparação segura.

Quando se compara o parâmetro hidrografia, encontra-se, na área destinada ao reassentamento, uma grande parte da ocupação dos lotes atribuída a cursos d'água correspondentes a 10,2% do valor encontrado na área atualmente ocupada. No entanto, vale ressaltar que os mapas de hidrografia foram compilados a partir de restituições onde se considerou toda grotta como curso de água, o que não reflete a realidade da região de Jacuba, segundo informações de profissionais da CEMIG. Em toda região do Médio Jequitinhonha é freqüente a existência de tributários que possuem água apenas nos períodos de cheia. Já na região da fazenda Fartura os cursos são perenes conforme informações dos mesmos profissionais da CEMIG.

Analisando-se, ainda, o Gráfico 1, pode-se perceber que a distribuição das notas em função da área está de acordo com a distribuição de Gauss, sendo que houve um deslocamento de todo o centro da curva de nota 4 (Jacuba) para nota 7 (Fartura). Este fato comprova que a metodologia utilizada para as duas regiões foi a mesma, demonstrando também que houve um ganho significativo para os parâmetros utilizados.

A análise da proximidade de hidrografia utilizando-se os parâmetros de planimetria e altimetria caracterizou melhor a região de estudo com resultados mais coerentes do que se fosse utilizada a metodologia clássica. O método clássico não é aplicável em situações em que a hidrografia encontra-se encaixada em cânion ou relevos acidentados, sobretudo quando se considera a captação de água por gravidade e a definição de área de preservação permanente. Assim, criou-se uma nova forma de abordagem para estudos de proximidade de hidrografia para regiões de relevo acidentado.

8) CONCLUSÃO

Considerando-se os parâmetros de proximidade de estradas e acessos, aptidão agrícola do solo, proximidade da hidrografia, declividades e proximidade de centros urbanos, as

famílias que compõem a comunidade de Jacuba terão um ganho significativo no seu reassentamento na Fazenda Fartura, mesmo sem os dados de campo para a confirmação da existência de cursos d'água na região de Jacuba.

Outros fatores que não foram contabilizados no presente estudo contribuem para este ganho. Podem se citados a titulação da propriedade, infra-estrutura de energia elétrica, água e esgoto, propriedade de maior tamanho, assessoramento técnico agrícola, fornecimento de insumos e ferramentas para o plantio, benfeitorias de melhor qualidade, entre outros.

É importante destacar que o objetivo deste estudo foi a análise física e ambiental das áreas de interesse. Não foram considerados aspectos sociais, religiosos e o nível de satisfação das pessoas que serão reassentadas. Tais parâmetros foram avaliados como de difícil quantificação, demandando metodologias específicas na área da Sociologia.

Desta forma, fica evidenciado que o projeto de reassentamento cumpriu seu papel compensatório, analisando-se as variáveis físicas abordadas neste estudo comparativo.

9) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo, M. C.; dos Santos, A. F. Reassentamento da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias. In: Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXIII, 1999, Belo Horizonte. Anais Vol. II. 1999. p. 51-61.

Fernades, M. C. **Os donos da água**. Revista Época. Edição de nº 50.1999. Disponível em: <http://epoca.globo.com/edic/19990503/ciencia6.htm> Acesso em: 09 jan. 2004.

Ferreira da Silva, F. M. B. ; da Luz, E. L. Using GIS Technology for Valuing Land Inundated by a Reservoir. **Hydro Review Worldwide**, Kansas City, USA, Vol. 10, nº 5, p. 30-35, nov 2002.

Mendes, R. C. V. ; Biedacha, S. Usina Hidrelétrica de Salto Caxias – Programa de Reassentamento, da Concepção ao Monitoramento. In: Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXIII, 1999, Belo Horizonte. Anais Vol. II. 1999. p. 19-28.

Moura, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 1ª Edição. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003. 294p.

Rebouças, L. M. **O planejado e o vivido**: O reassentamento de famílias ribeirinhas no Pontal do Paranapanema. 1ª Edição. São Paulo: Ed. Annablume: Fapesp, 2000. 194p.