

FERNANDA MACHADO FERREIRA

**APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS COMO FUNÇÃO DE OTIMIZAÇÃO PARA O
ORDENAMENTO TERRITORIAL E PLANEJAMENTO AMBIENTAL: UMA
ANÁLISE DO SOTER-PA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

F383a
2015

Ferreira, Fernanda Machado, 1987-
Aptidão agrícola das terras como função de otimização para o ordenamento territorial e planejamento ambiental : uma análise do SOTER-PA / Fernanda Machado Ferreira. – Viçosa, MG, 2015.
xiii, 117f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Ambrósio Ferreira Neto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.114-117.

1. Assentamentos rurais. 2. Reforma agrária - Aspectos ambientais. 3. Desenvolvimento rural. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Economia Rural. Programa de Pós-graduação em Extensão Rural. II. Título.

CDD 22. ed. 333.31

FERNANDA MACHADO FERREIRA

**APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS COMO FUNÇÃO DE OTIMIZAÇÃO PARA O
ORDENAMENTO TERRITORIAL E PLANEJAMENTO AMBIENTAL: UMA
ANÁLISE DO SOTER-PA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA EM 24 DE JUNHO DE 2015

Prof. Mayron César de Oliveira Moreira

Prof. Marcelo Leles Romarco de Oliveira

Prof. José Ambrósio Ferreira Neto
(Orientador)

A Deus, minha fonte de luz e inspiração.
Aos meus pais, sinônimo de amor incondicional.
À minha irmã, sinônimo de amizade e cumplicidade.
Ao Marcelo, meu companheiro, meu amor, meu amigo.
A todos, meus sinceros agradecimentos!

AGRADECIMENTOS

Foram muitos os obstáculos até chegar aqui, obstáculos estes que eu jamais teria superado sem o apoio de pessoas muito especiais, às quais só tenho a agradecer!

Agradeço, primeiramente, a Deus, por sempre iluminar meus passos, mesmo quando eu pensava estar na escuridão!

À minha querida mãe Hermínia, exemplo de vida, de garra e coragem, por ter confiado em mim e nunca ter medido esforços para que eu chegasse até aqui!

Ao meu querido pai Hamilton, exemplo de bondade e humildade, pelo carinho e proteção incondicionais!

À minha querida irmã Mariana, pela amizade, cumplicidade e alegria contagiante!

Ao Marcelo, meu companheiro de todas as horas, pelo incentivo nos momentos de desânimo, pela paciência nos momentos de desespero, por estar incondicionalmente ao meu lado durante toda esta trajetória!

Ao professor José Ambrósio Ferreira Neto, pela confiança, pelas oportunidades de crescimento profissional e pessoal, pela compreensão nos momentos de fraqueza, pela paciência nos momentos de euforia, pela orientação e oportunidade de realizar este trabalho.

Ao professor André Luiz Lopes de Faria, por confiar em meu trabalho e me proporcionar novas experiências profissionais.

Ao prof. Mayron Cesar de Oliverira Moreira, pelo apoio, mesmo que longe, ao longo do processo de pesquisa e compreensão do SOTER-PA.

Ao Victor Hugo, que também foi chave importante no desenvolvimento deste trabalho por seus conhecimentos acerca das ferramentas de SIG.

Aos amigos da Extensão Rural, em especial à turma do mestrado de 2013, pelas boas risadas, momentos de concentração e descontração. Em especial ao Gabriel Macaúba e ao Manu, da turma de 2014, pela ajuda imprescindível com as ferramentas do QGis, bem como à Carlota Beatriz, que demonstrou ser uma grande amiga de todas as horas.

Aos colegas de trabalho e coordenadores do projeto de pesquisa “Apoio ao processo de Identificação das famílias beneficiárias e Diagnóstico socioproductivo em Unidades de Conservação Federais”, que vêm proporcionando grandes experiências de crescimento pessoal e profissional.

Ao grande Romildo Assis Rezende, pela prontidão e paciência em sempre resolver nossos problemas!

À minha grande amiga Gabi Lino, pelas várias e várias e várias sessões de terapia!
Aos amigos e familiares que direta ou indiretamente fizeram parte desta conquista!

A todos, os meus sinceros agradecimentos!

BIOGRAFIA

Fernanda Machado Ferreira, filha de Hamilton Cleber Ferreira e Hermínia Ferreira Machado, é mineira de Pompéu, nascida em 04 de março de 1987. Iniciou os estudos na Escola Estadual Dr. Jacinto Campos, em Pompéu, onde cursou até a 8ª série. Finalizou o ensino médio no Instituto de Educação Santa Maria, em 2004, no mesmo município.

Após dois árduos anos no Cursinho Mais Pré-Vestibular, ingressou, em 2007, no curso de Geografia, na Universidade Federal de Viçosa, tornando-se Licenciada em Geografia, em 2012, e Bacharel em Geografia, em 2013. Durante a graduação atuou em projetos de pesquisa e extensão, por meio dos quais se viu motivada a dar continuidade na busca pelo conhecimento.

Em 2013, ingressou no mestrado, no Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, pela Universidade Federal de Viçosa, como bolsista do CNPq, defendendo dissertação em 24 de junho de 2015.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO.....	1
1 A PROBLEMÁTICA DO ORDENAMENTO TERRITORIAL.....	4
1.1 Território e ordenamento territorial: conceitos e discussões	4
1.2 Ordenamento territorial e reforma agrária	12
1.2.1 Planejamento ambiental.....	18
1.2.2 Aptidão agrícola das terras como fator de ordenamento territorial e de planejamento ambiental.....	22
1.3 Ordenamento territorial e os Sistemas de Informações Geográficas	26
2 O SOTER-PA.....	29
2.1 Origem	29
2.2 Evoluções e situação atual	30
2.2.1 Funcionamento do SOTER-PA	33
3 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	43
3.1 PA Olhos D'Água	44
3.1.1 Informações gerais.....	44
3.1.2 Caracterização do meio físico.....	46
3.2 Projeto de Assentamento Belo Vale	49
3.2.1 Informações gerais.....	49
3.2.2 Caracterização do meio físico.....	51
3.3 PA Veredas	53
3.3.1 Informações gerais.....	53
3.3.2 Caracterização do meio físico.....	55
3.4 Ordenamento territorial dos assentamentos	58
4 BASE METODOLÓGICA OPERACIONAL E RESULTADOS DOS TESTES	70
4.1 PA Olhos D'Água	71
4.1.1 Resultados.....	77
4.2 PA Belo Vale	80
4.2.1 Resultados.....	86
4.3 PA Veredas	96
4.3.1 Resultados.....	101
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Exemplos de parcelamentos de assentamentos, realizados pelo INCRA.	18
Figura 02. Delineamento dos lotes do PA Iucatam, AC, realizado pelo INCRA.....	32
Figura 03. Delineamento dos lotes do PA Iucatam, AC, realizado pelo SOTER-PA.....	33
Figura 04. Mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, formato shapefile.....	34
Figura 05. Mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, formato raster.	34
Figura 06. Mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, formato .txt.	35
Figura 07. Interface inicial do SOTER-PA.	37
Figura 08. Interface de leitura do arquivo de input e definição do número de iterações a serem realizadas pelo programa.	38
Figura 09. Interface do sistema em operação.	38
Figura 10. Interface final do SOTER-PA.	39
Figura 11. Arquivo do fitness.	39
Figura 12. Arquivo do resultado.....	39
Figura 13. Arquivo do mapa.....	40
Figura 14. Programa GeraMapa.	40
Figura 15. Mapa gerado pelo programa SOTER-PA.	41
Figura 16. Arquivo de informações com os códigos de cores.....	41
Figura 17. Paleta de cores.....	42
Figura 18. Projeto de Assentamento Olhos D'Água, Sacramento, MG.....	45
Figura 19. Mapa de aptidão agrícola das terras do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.	48
Figura 20. Projeto de Assentamento Belo Vale, Paracatu, MG	49
Figura 21. Mapa de aptidão agrícola das terras do PA Belo Vale, Paracatu, MG.....	52
Figura 22. Projeto de Assentamento Veredas, Padre Paraíso, MG.	54
Figura 23. Mapa de aptidão agrícola das terras do PA Veredas, Padre Paraíso, MG.	57
Figura 24. Mapa de cobertura vegetal do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.....	60
Figura 25. Mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.....	61
Figura 26. Mapa da imagem de satélite do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.	62
Figura 27. Mapa da imagem de satélite do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.....	64
Figura 28. Mapa da cobertura vegetal e mapa da aptidão agrícola do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.....	65

Figura 29. Mapa da cobertura vegetal e mapa da aptidão agrícola do PA Belo Vale, Paracatu, MG.....	67
Figura 30. Mapa da imagem de satélite do PA Belo Vale, Sacramento, MG, 2003.	68
Figura 31. Processo de exclusão das áreas de RL e áreas coletivas, PA Olhos D'Água, e PA Veredas e PA Belo Vale, MG, 2003.....	71
Figura 32. Exemplificação do cálculo do índice de produtividade, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.....	72
Figura 33. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.	74
Figura 34. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.	75
Figura 35. Mapa do parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.....	76
Figura 36. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA e parcelamento original do INCRA, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.	79
Figura 37. Exemplificação do cálculo do índice de produtividade, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.....	81
Figura 38. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.....	83
Figura 39. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.....	84
Figura 40. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.....	85
Figura 41. Parcelamento original do INCRA, e parcelamento gerado pelo SOTER-PA e PA Belo Vale, Paracatu, MG.....	89
Figura 42. Nova proposta de realocação das áreas de reserva legal, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.....	90
Figura 43. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o novo parcelamento proposto para o PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.....	91
Figura 44. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.....	91
Figura 45. Novo parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.	92
Figura 46. Parcelamento original do INCRA, e novo parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG.....	95
Figura 47. Exemplificação do cálculo do índice de produtividade, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.....	97
Figura 48. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.....	99

Figura 49. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003....	99
Figura 50. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003..	100
Figura 51. Parcelamento original do INCRA e parcelamento gerado pelo SOTER-PA e, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.....	103
Figura 52. Nova proposta de realocação das áreas de reserva legal, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.....	105
Figura 53. Novos resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.....	106
Figura 54. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003..	106
Figura 55. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003..	107
Figura 56. Parcelamento original do INCRA e novo parcelamento gerado pelo SOTER-PA e, PA Belo Vale, Paracatu, MG.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.	24
Quadro 02. Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.	24
Quadro 03. Exemplo das informações contidas no arquivo de input.	35
Quadro 04. Organização territorial do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.	46
Quadro 05. Aptidão agrícola das terras, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.	48
Quadro 06. Organização territorial do PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.	50
Quadro 07. Aptidão agrícola das terras, PA Belo Vale, Paracatu, MG.	52
Quadro 08. Organização territorial do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.	55
Quadro 09. Aptidão agrícola das terras, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.	57
Quadro 10. Índice de produtividade e área de cada lote original submetido a cálculo, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.	73
Quadro 11. Índices de produtividade de cada lote original submetido ao cálculo do índice de produtividade, bem como Índices de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, PA Olhos d'Água, Sacramento, MG.	77
Quadro 12. Índice de produtividade e área de cada lote original submetido a cálculo, Belo Vale, Paracatu, MG.	82
Quadro 13. Índice de produtividade de cada lote original submetido ao cálculo, bem como Índice de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG.	86
Quadro 14. Índice de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, a partir da nova proposta de parcelamento, comparativamente aos demais resultados, PA Belo Vale, Paracatu, MG.	93
Quadro 15. Índice de produtividade e área de cada lote original submetido a cálculo a partir do índice de produtividade, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.	98
Quadro 16. Índices de produtividade de cada lote original submetido ao cálculo, bem como Índice de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.	101
Quadro 17. Índices de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, a partir da nova proposta de parcelamento, comparativamente aos demais resultados, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Notas atribuídas aos subgrupos de aptidão agrícola do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.	72
Tabela 02. Notas atribuídas aos subgrupos de aptidão agrícola do PA Belo Vale, Paracatu, MG.....	81
Tabela 03. Notas atribuídas aos subgrupos de aptidão agrícola do PA Veredas, Padre Paraíso, MG...	96

RESUMO

FERREIRA, Fernanda Machado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2015. **Aptidão agrícola das terras como função de otimização para o ordenamento territorial e planejamento ambiental: uma análise do SOTER-PA.** Orientador: José Ambrósio Ferreira Neto.

O planejamento e a gestão do território são essenciais para a regulamentação do uso, ocupação e transformação deste espaço com o objetivo de melhor aproveitá-lo, tendo em vista a busca da elevação das condições de vida das pessoas que nele habitam. Desta forma, diante de um contexto em que as demandas produtivas e as relações sociais são cada vez mais intensas e complexas, torna-se imprescindível o planejamento racional acerca da utilização dos recursos naturais, tendo em vista a finitude de tais recursos. Nesse sentido, diante da multiplicidade de usos acerca do território, dentre eles usos agrícolas, industriais, comerciais, residenciais, e outros, este trabalho tem como cerne os projetos de assentamentos de reforma agrária, os quais abrangem cerca de 10% do território nacional, além de abrigarem milhares de famílias rurais. Entretanto, o que mostraremos neste trabalho é que os processos de parcelamento territorial para fins de reforma agrária, realizados pelo INCRA, possuem falhas, uma vez que a delimitação das áreas de assentamentos rurais é, na maioria das vezes, realizada de forma homogênea no que diz respeito à área dos lotes, desconsiderando ou não priorizando aspectos físicos, tais como tipos de solos, relevo, hidrografia e aptidão agrícola. Logo, o modelo de parcelamento das unidades familiares de produção agrícola adotado pelo INCRA privilegia o tamanho dos mesmos e não sua capacidade produtiva, ocasionando uma desigual distribuição dos recursos a serem usufruídos pelas famílias assentadas. Tomando, pois, a problemática do parcelamento como referência, foi criado um programa como alternativa de solucionar as falhas do INCRA no que se refere ao ordenamento territorial dos assentamentos rurais, o SOTER-PA – Sistema de Organização Territorial da Reforma Agrária e Planejamento Ambiental. O aplicativo realiza o delineamento dos lotes cuja capacidade produtiva agrícola seja mais homogênea, possibilitando uma distribuição mais equânime dos recursos naturais a serem explorados pelas famílias. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos testes realizados com o programa SOTER-PA, de forma a comprovar sua viabilidade para o parcelamento de áreas de interesse, tendo em vista a problemática de pesquisa que procura investigar se o programa é capaz de delinear lotes mais homogêneos em relação à capacidade produtiva que o parcelamento gerado pelo INCRA.

ABSTRACT

FERREIRA, Fernanda Machado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June 2015. **Agricultural potential of the land as optimization function for land use planning and environmental planning: A SOTER-PA analysis.** Adviser: José Ambrósio Ferreira Neto.

The planning and land management are essential to control the use, occupation and transformation of this space in order to better take advantage of it, with a view to seeking the elevation of the living conditions of the people who inhabit it. Thus, before a context in which the productive demands and social relations are becoming more intense and complex, it is essential to rational planning on the use of natural resources, in view of the finiteness of such resources. In this sense, given the multitude of uses on the territory, including uses agricultural, industrial, commercial, residential, and others, this work has the core projects of agrarian reform settlements, which cover about 10% of the country, in addition to shelter thousands of rural families. However, what we show in this paper is that the territorial installment processes for agrarian reform, carried out by INCRA, have flaws, since the definition of areas of rural settlements is most often carried out homogeneously in With regard to the area of lots, disregarding or not prioritizing physical aspects, such as soil types, relief, hydrography and land suitability. Thus, the model of fragmentation of family units of agricultural production adopted by INCRA favors their size and not its production capacity, causing an uneven distribution of resources to be enjoyed by families settled. Taking therefore the issue of installment as a reference, a program was created as an alternative to solve the INCRA failures with regard to the territorial organization of rural settlements, the SOTER-PA - Territorial Organization System of Agrarian Reform and Environmental Planning. The application performs the design of lots whose agricultural production capacity is more homogeneous, allowing a more equitable distribution of natural resources to be exploited by the families. Thus, this paper aims to present the results of tests performed with the SOTER-PA program in order to prove its viability for the installment of areas of interest, with a view to research problems that investigates whether the program is able to delineate more homogeneous lots by reference to the productive capacity of the installments generated by INCRA.

INTRODUÇÃO

O planejamento e a gestão do território são essenciais para a regulamentação do uso, ocupação e transformação deste espaço com o objetivo de melhor aproveitá-lo, visando a elevação das condições de vida das pessoas que nele habitam. Num contexto onde as demandas produtivas e as relações sociais são cada vez mais intensas e complexas, torna-se imprescindível o planejamento racional acerca da utilização dos recursos naturais, tendo em vista a finitude dos mesmos. Nesse sentido, frente à multiplicidade de usos do território, dentre eles usos agrícolas, industriais, comerciais, residenciais, e outros, este trabalho tem como cerne os projetos de assentamento de reforma agrária, os quais abrangem cerca de 10% do território nacional, além de abrigarem dezenas de milhares de famílias rurais. Os números oficiais da reforma agrária no Brasil revelam a necessidade de planejamento e gestão ambiental destes assentamentos na perspectiva do desenvolvimento sustentável, visto que o uso desregulado dos recursos naturais pode gerar sérias consequências físicas e sociais para o ambiente, além de inviabilizar essas áreas para o cumprimento do objetivo central da reforma agrária, que é a formação de novos produtores rurais com autonomia e capacidade produtiva.

Entretanto, mostraremos neste trabalho algumas falhas nos processos de parcelamento territorial nos assentamentos rurais para fins de reforma agrária, realizados pelo INCRA, uma vez que a delimitação dos lotes familiares é, na maioria das vezes, realizada sem considerar ou priorizar aspectos físicos dos imóveis, tais como tipos de solos, relevo, vegetação, hidrografia e aptidão agrícola das terras.

Desta forma, tomando a problemática do parcelamento como referência, vem sendo construído por pesquisadores vinculados ao Grupo de Pesquisa Assentamentos (CNPq), desde 2007, um programa de computador que busca auxiliar na superação das dificuldades enfrentadas pelo INCRA no ordenamento territorial dos assentamentos rurais, o SOTER-PA – Sistema de Organização Territorial da Reforma Agrária e Planejamento Ambiental. O aplicativo realiza o delineamento dos lotes com capacidade produtiva agrícola mais homogênea, possibilitando uma distribuição mais equânime dos recursos naturais a serem explorados pelas famílias beneficiárias. No entanto, o SOTER-PA ainda não havia sido devidamente testado, isto é, sua viabilidade para o parcelamento de assentamentos rurais e outras áreas de interesse não havia sido exaustivamente comprovada, havendo, portanto, a necessidade de estudos mais direcionados. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos testes realizados com o programa SOTER-PA, de forma a

comprovar sua viabilidade para o parcelamento de áreas de interesse, tendo em vista a problemática de pesquisa que se baseia na seguinte pergunta: O parcelamento realizado pelo aplicativo SOTER-PA é capaz de delinear unidades territoriais (lotes) mais homogêneas do ponto de vista da capacidade produtiva que o parcelamento realizado pelo INCRA?

Nesse sentido, com o intuito de procurar responder ao questionamento proposto, este trabalho encontra-se dividido em seis seções, as quais incluem esta introdução, quatro capítulos e as considerações finais. O primeiro capítulo apresenta o contexto teórico-conceitual em que se insere a proposta do SOTER-PA em relação ao ordenamento territorial, bem como ao planejamento ambiental, no âmbito da reforma agrária brasileira. Este capítulo aborda diferentes perspectivas de análise com uma noção mais ampla de planejamento e do ordenamento territorial nos assentamentos. Ressalta-se que o processo de parcelamento dos lotes realizado pelo SOTER-PA é pautado por uma função de otimização, que pode ser qualquer variável física de interesse, como vegetação, relevo, solo, aptidão agrícola, capacidade de uso, dentre outras, desde que organizada em um mapa georreferenciado. Assim, tendo em vista que os assentamentos rurais de reforma agrária são caracterizados como unidades agrícolas familiares (INCRA, 2014), optou-se por trabalhar com a função de otimização “aptidão agrícola das terras”, de acordo com a definição de Ramalho Filho et al (1978).

O segundo capítulo é dedicado, exclusivamente, ao SOTER-PA, trazendo informações desde sua origem, nas discussões promovidas pelo Grupo de Pesquisa Assentamentos – Movimentos Sociais no Campo, Reforma Agrária e Associativismo, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), à situação atual, além de apresentar o passo-a-passo da metodologia operacional do programa.

O processo de investigação foi pautado em uma análise comparativa entre o parcelamento original do INCRA e o parcelamento gerado pelo SOTER-PA, a partir de três assentamentos rurais de reforma agrária, localizados em três diferentes mesorregiões mineiras, quais sejam, o PA Olhos D’Água, sediado no município de Sacramento, na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; PA Belo Vale, localizado no município de Paracatu, na Mesorregião Noroeste de Minas Gerais; e o PA Veredas, situado no município de Padre Paraíso, Mesorregião do Jequitinhonha. Desta forma, o terceiro capítulo apresenta as áreas de estudo selecionadas para esta pesquisa, trazendo uma breve caracterização das mesmas, a partir de um sucinto resgate histórico, bem como das principais características do

meio físico, com destaque para a avaliação da aptidão agrícola das terras nesses assentamentos.

O quarto e último capítulo é dedicado aos testes do SOTER-PA, bem como aos resultados da análise comparativa entre os parcelamentos originais do INCRA, nos três assentamentos, e os parcelamentos gerados pelo programa, análise esta que se deu a partir da variável “índice de produtividade” dos lotes familiares, calculado a partir do somatório da área de cada classe da função de otimização, no caso a aptidão agrícola das terras, multiplicada pela constante de peso associado à classe. A comparação se deu por meio do desvio-padrão calculado para os índices de produtividade dos dois parcelamentos evidenciados, sendo que um menor desvio-padrão é indicativo de maior homogeneidade no que se refere à capacidade produtiva dos lotes familiares.

Nesse sentido, pudemos constatar que o programa SOTER-PA produziu lotes mais homogêneos do ponto de vista da capacidade produtiva, comparativamente ao parcelamento original do INCRA, o que comprova, portanto, sua viabilidade para o parcelamento de áreas de interesse, a partir da função de otimização adotada.

1 PROBLEMÁTICA DO ORDENAMENTO TERRITORIAL

1.1 Território e ordenamento territorial: conceitos e discussões

A construção do conhecimento científico requer que o pesquisador seja guiado por um sistema conceitual ou uma base teórica que o auxilie na explicação dos fenômenos estudados. Nesse sentido, a fim de procurar responder ao problema de pesquisa aqui proposto, a elucidação de alguns conceitos torna-se necessária. O programa de computador aqui analisado, o Sistema de Organização Territorial da Reforma Agrária e Planejamento Ambiental – SOTER-PA, traz em seu nome o conceito de ordenamento do território, uma vez que se caracteriza como uma ferramenta de auxílio a esse tipo de atividade em assentamentos rurais e no planejamento ambiental de maneira geral. Desta forma, torna-se necessário trazer não só o conceito de ordenamento territorial como também os debates que vêm sendo realizados no meio acadêmico acerca da temática, a fim de delinear aqueles que mais contribuam com a explicação do nosso problema de pesquisa.

Entretanto, antes mesmo de falar de ordenamento territorial é necessário, definir o que é o território. É importante ressaltar que o conceito de território é amplo e possui diferentes interpretações em diversas áreas do conhecimento, uma vez que este é objeto de estudo de cientistas políticos, antropólogos, economistas, sociólogos, biólogos, geógrafos, dentre outros. Desta forma, a Ciência Política procura definir o território a partir de relações de poder, geralmente, ligada à concepção de Estado. Já a Antropologia procura destacar a dimensão simbólica do território, na maioria das vezes relacionada a populações tradicionais. A Economia trabalha mais com o conceito de espaço que de território, percebendo-o como um fator locacional ou uma base produtiva, enquanto a Sociologia entende o território a partir de suas relações sociais. Já a Biologia procura entender o território em uma perspectiva etológica, ligada ao comportamento animal. E, finalmente, a Geografia, que tende a dar ênfase à materialidade do território em suas múltiplas dimensões da relação sociedade-natureza (HAESBAERT, 2004).

Nesse sentido, o território vai ser entendido neste trabalho dentro de uma perspectiva geográfica, embora a própria Geografia possua uma diversidade de interpretações acerca do conceito, de acordo com as diferentes correntes do pensamento geográfico, que vão desde a Geografia Tradicional à Geografia Humanista e Cultural, correntes estas que muitas vezes dialogam com as outras áreas do conhecimento relacionadas anteriormente.

Nesse sentido, é necessário apresentar, mesmo que de forma sucinta, as diferentes interpretações acerca do território, a fim não somente de fazer um resgate das diversas linhas de pensamento que discutem o território na Geografia, mas, principalmente, para argumentar a opção teórica e conceitual adotada neste trabalho.

Independentemente da linha de pensamento adotada, as diferentes concepções de território podem ser agrupadas em quatro dimensões básicas, segundo Haesbaert (2004), sendo elas a natural, a econômica, a política e a cultural. De maneira geral, em sua interpretação econômica, o território enfatiza a dimensão espacial das relações econômicas, entendido como fonte de recursos e/ou, também, como um produto da divisão territorial do trabalho. Por outro lado, o território político é entendido como um espaço delimitado e controlado através de relações de poder, nem sempre exercido pelo Estado. Já o território cultural ou simbólico-cultural é interpretado a partir das relações de identidade com o espaço de vivência, ao passo que o território natural exprime a relação sociedade-natureza, a partir do comportamento “natural” do homem em relação ao seu ambiente físico (HAESBAERT, 2004).

Entretanto, além desta distinção do território sob essas quatro dimensões, o mesmo autor também procura organiza-las a partir de um patamar mais amplo, onde tais dimensões encontram-se inseridas dentro da fundamentação filosófica de cada abordagem. Desta forma, elas podem ser agrupadas dentro de dois referenciais teóricos, segundo Haesbaert (2002). O primeiro diz respeito ao binômio materialismo e idealismo, o qual é desdobrado a partir de outras duas perspectivas, as quais indicam uma visão mais totalizante ou mais parcial do território em relação ao vínculo sociedade-natureza, bem como em relação às dimensões sociais do território, isto é, política, econômica e/ou cultural. Já o segundo referencial teórico se refere à historicidade do conceito tanto no sentido da sua abrangência histórica, como no seu caráter mais absoluto ou relacional.

A própria etimologia da palavra território está fortemente ligada ao espaço físico, à terra, e, por isso, tal noção se propagou direta ou indiretamente, até mesmo a nível acadêmico, conforme Haesbaert (2004) .

Etimologicamente, a palavra território, *territorium* em latim, é derivada diretamente do vocábulo latino *terra* e era utilizada pelo sistema jurídico romano dentro do chamado *jus terrendi* [...] como pedaço de terra apropriado dentro dos limites de uma determinada jurisdição político-administrativa [...] (IBID, p. 43).

Desta forma, dentro de uma perspectiva materialista do território encontra-se a concepção naturalista, que para o geógrafo francês Di Méo (1998), é a mais primitiva e se relaciona à Etologia, ciência que estuda o comportamento animal no ambiente. Logo, para a Etologia, segundo o mesmo autor, o território se caracteriza como uma área geográfica onde a presença de um sujeito exclui a permanência simultânea de outros, caracterizando, portanto, a territorialidade animal, ou o que comumente nos referimos como “demarcar território”. Esta concepção naturalista do território foi estendida ao comportamento humano por Robert Ardrey (1967), segundo o qual o comportamento territorial humano corresponde ao mesmo percebido entre os animais, além de o autor utilizar o conceito de território para descrever “a compulsão interior em seres animados de possuir e defender tal espaço” (HAESBAERT, 2004, p.15).

São várias as críticas sobre a concepção naturalista do território, principalmente no que se refere à comparação entre o comportamento humano e o animal. Entretanto, por outro lado, não podemos negligenciar a relação existente entre sociedade e natureza, entre o comportamento natural e o social. De fato, os “territórios naturais” são inconcebíveis se pensados no contexto atual, desvinculados das relações sociais. Mas, em contrapartida, por mais que o homem possua todo um aparato técnico capaz de lidar com os fenômenos naturais, ele não possui um domínio efetivo sobre a totalidade da dinâmica da natureza, a exemplo dos vulcões e terremotos que são capazes de provocar mudanças radicais no ordenamento de muitos territórios.

Ainda dentro da concepção materialista do território, tendo em vista, agora, sua dimensão econômica, destaca-se o antropólogo Maurice Godelier (1984), que assim como os naturalistas, faz forte referência à natureza ao definir o território, ressaltando a intrínseca relação existente entre ambos, visto que são fontes dos recursos necessários à sobrevivência humana. Logo, o autor evidencia o território como um espaço sobre o qual uma determinada sociedade garante os direitos de uso, controle e acesso dos recursos que nele se encontram. E ainda continua dizendo que “denominaremos território a porção da natureza e do espaço que uma sociedade reivindica como o lugar em que seus membros encontrarão permanentemente as condições e os meios materiais de sua existência” (p.114).

Haesbaert (2007) parece discordar desta concepção de território delineada por Godelier ao afirmar que se trata de uma noção influenciada pela experiência territorial das sociedades mais tradicionais que tinham a natureza como principal fonte de recurso, influência esta mais difundida entre os antropólogos, segundo o autor. Entretanto, apesar de o

território só poder ser compreendido dentro de um contexto histórico e de tal concepção pertencer a um tempo e a um espaço, ela nos parece mais atual do que nunca, uma vez que a natureza nunca deixou de ser fonte dos “meios materiais de existência”¹ das sociedades, mesmo as mais contemporâneas. É fato que as relações de trabalho e de produção também devam ser contextualizadas no tempo e no espaço, as quais são, atualmente, muito diferentes das sociedades tradicionais, embora mesmo hoje, ainda existam pessoas vivendo sobre a “lei da natureza”, como algumas tribos indígenas, por exemplo.² Mas, mesmo pensando em um contexto pós-moderno ou, melhor dizendo, principalmente pensando neste contexto onde as demandas produtivas são cada vez mais intensas, é que devemos repensar esta concepção materialista do território nos dias de hoje, de forma a valorizar este vínculo do homem com a natureza, tendo em vista a finitude dos recursos naturais essenciais à vida.

Milton Santos também é um dos autores que privilegiam a dimensão econômica do território, para o qual este é definido pelo uso, referindo-se ao mesmo como “território usado”. Em um de seus textos mais emblemáticos sobre o conceito de território “O retorno do território” (SANTOS, 2005), o autor afirma que é o uso do território e não o território em si que o torna objeto de análise social. Sendo assim, para Santos (2005, p. 255) “o território são formas, mas o “território usado” são ações e objetos, sinônimo de espaço humano, espaço habitado”. O autor enfatiza, também, a historicidade do conceito, ao afirmar que a noção de “Estado Territorial”, fundamentada na relação Estado-nação, foi superada pela noção de “transnacionalização do território”, o qual pode ser formado, atualmente, tanto por lugares contíguos como por lugares em rede, isto é, por pontos distantes um dos outros, porém ligados por formas e processos sociais, trazendo, portanto, a noção de território-rede.

Em contrapartida, outra percepção do território, a mais tradicional na definição deste conceito, é a que prioriza a condição política deste espaço. Nesse sentido, a conceituação clássica do território na geografia política evoca, portanto, o “território nacional”, isto é, o território como um espaço definido e delimitado a partir de relações de poder, centralizado na figura do Estado. O geógrafo alemão Friedrich Ratzel, um dos precursores da geografia

¹ Ib id, p. 47.

² Além de algumas tribos indígenas, outro exemplo pode ser apresentado acerca da influência direta da natureza nas relações sociais. As populações tradicionais que vivem em algumas reservas extrativistas da Amazônia dependem do regime de chuvas para ter acesso à cidade mais próxima, já que tal acesso só pode ser feito através de hidrovias, que durante a seca, chegam a ser inacessíveis. Além disso, este mesmo regime de cheia e seca tem ainda maior influência na vida das famílias ribeirinhas, que adequam seu cotidiano ao sobe e desce das águas. As palafitas, marombas e hortas suspensas, por exemplo, são comuns nas comunidades, localidades, colocações onde habitam estas pessoas. Enfim, estas populações, contextualizadas no tempo e no espaço contemporâneo, possuem uma relação direta com a natureza e seus recursos “materiais” e parecem se aproximar da concepção materialista do território, embora não se reduza a ela, certamente.

política, já reforçava, no início do século XX, a relação intrínseca existente entre território e Estado. Conforme o autor (apud SOUZA, 2008), o território se constitui como um espaço concreto, que é apropriado e ocupado por um grupo social, o qual não pode mais ser compreendido sem o seu território, já que este possui todos os recursos naturais que sustentam a sociedade. Ratzel utiliza a palavra *solo* como sinônimo de território, para afirmar a vinculação entre ambos como o espaço ocupado por uma determinada sociedade. A concepção clássica de *solo* vincula-se ao domínio de uma determinada área, imprimindo uma perspectiva de análise centrada na identidade nacional.

O Estado não é, para nós, um organismo meramente porque ele representa uma união do povo vivo com o *solo* (Boden) imóvel, mas porque essa união se consolida tão intensamente através de interação que ambos se tornam um só e não podem mais ser pensados separadamente sem que a vida venha a se evadir (RATZEL, 1974 apud SOUZA, 2008, 85).

Logo, para Ratzel, a dimensão natural e a dimensão política do espaço são inerentes e definem o território que se caracteriza como a base para a vida do homem, concepção que se aproxima da econômica, a qual entende o território como uma fonte de recursos para a reprodução da sociedade. Desta forma, se constitui a noção de “espaço vital”, de Ratzel, caracterizado como o “espaço ótimo” para a reprodução de um grupo social, uma vez que ali estão disponíveis os recursos necessários para determinado grupo social (RATZEL, 1974 apud HAESBAERT, 2004, p. 66).

Moraes (2003) também reforça esta relação histórica entre território e Estado ao afirmar que os territórios refletem, historicamente, “o controle social do espaço por uma dominação política institucionalizada”. O autor continua conceituando o território como uma materialidade terrestre onde se encontram o patrimônio natural, as estruturas de produção, bem como os espaços de reprodução da sociedade. A maneira pela qual se dá a ocupação de um determinado território é mediada, principalmente, pela ação do Estado, uma vez que este é o grande gestor do território, o responsável pelas tomadas de decisão, o detentor dos equipamentos e infraestruturas.

Já dentro de uma perspectiva idealista, o território é entendido a partir de sua dimensão cultural, apreendida mais diretamente nos trabalhos da Antropologia, mas que pode ser identificada também nos trabalhos de geógrafos como Bomeimaison & Cambrèze (1996), para os quais mesmo nas sociedades agrícolas pré-industriais e nas “sociedades primitivas” o território não era definido pelo princípio material de apropriação, mas, sim, por um princípio cultural, identitário, por uma relação afetiva, de pertencimento com aquele espaço. Os autores

também enfatizam esta intensa relação destas sociedades com o espaço de vida tendo em vista sua apropriação simbólico-religiosa, uma vez que a relação destas sociedades com os entes mortos também se fazia muito presente, visto que conforme os autores “os vivos não são os únicos a ocupar o território, a presença dos mortos marca-o mais do que nunca com o signo do sagrado” (p. 13-14).

De uma maneira geral, como pudemos observar com esse breve resgate teórico-conceitual do território, este pode ser compreendido à luz de diferentes concepções, sejam elas, naturais, econômicas, políticas ou culturais, inseridas em um patamar mais amplo que envolve o binômio materialismo/idealismo. No entanto, como afirma Haesbaert (2007), atualmente vivenciamos o entrecruzamento de proposições teóricas que nos leva a superar a dicotomia materialismo/idealismo, buscando, portanto, a compreensão do território como uma dimensão espacial concreta das relações sociais e, ao mesmo tempo, como um conjunto de representações simbólicas que também movem tais relações. Sendo assim, o território não seria nem estritamente natural e tão pouco estritamente político, econômico ou cultural, mas, sim, um território onde se encontram integradas as dimensões naturais e sociais.

Nesse sentido, tendo em vista a complexidade das relações sociais atrelada às questões ambientais que têm sido cada vez mais centrais nos estudos atuais, as políticas de ordenamento e gestão do território tornam-se cada vez mais necessárias. Assim, como aponta Haesbaert (2007), a implementação das políticas de ordenamento territorial devem considerar duas características básicas do território, sendo elas seu caráter político, bem como seu caráter integrador. Logo, falar de ordenamento territorial nos remete à relação entre Estado e território, o que pode ser evidenciado tendo em vista uma das referências mais utilizadas para tal conceituação, presente na Carta Europeia de Ordenação do Território, onde ordenamento territorial é definido como,

A expressão espacial das políticas econômicas, sociais, culturais e ecológicas da sociedade. É uma disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política concebida com um enfoque interdisciplinar e global, cujo objetivo é um desenvolvimento equilibrado das regiões e da organização física do espaço segundo um conceito diretor (PUJADAS; FONT, 1998, p.11 apud RUCKERT, 2003, p. 34).

De maneira geral, a literatura acerca deste conceito aponta diversas concepções que implícita ou explicitamente trazem a ideia de regulamentação ou organização do uso, ocupação e transformação do território com o objetivo de melhor aproveitá-lo, tendo em vista a busca da elevação das condições de vida das pessoas que habitam este espaço (CABEZA, 2002). Desta forma, Ruckert (2003), assim como Santos (2003), apontam três questões

essenciais para se pensar o ordenamento territorial: O que ordenar? Para que ordenar? Como ordenar? Para os autores, ordenar consiste em determinar os usos específicos do solo, coexistentes em um dado tempo e espaço, usos estes impostos pelas atividades sociais, como uso residencial, uso agrícola, uso industrial, dentre outros.

“Para que ordenar” responde aos fins e objetivos que se propõe o ordenamento do território. Nesse sentido, Santos (2003, p. 51) chama a atenção para “as principais preocupações doutrinárias do ordenar: o desenvolvimento econômico, a qualidade de vida, a preservação do meio ambiente”, pilares do desenvolvimento sustentável, ou seja, o ordenamento deve ser pensado tendo em vista as dimensões sociais, porém, sem desprezar a dimensão física do território.

E por fim, “como ordenar” diz respeito aos critérios de ordenamento que permitirão alcançar os objetivos propostos. Tanto Ruckert (2003) como Santos (2003) apontam como critério prioritário “o caráter limitado do território”, nas palavras do primeiro autor, ou a “finitude do território”, nas palavras da segunda. Nesse sentido, corroborando com os autores, o território deve ser visto como um bem escasso, isto é, como um espaço dotado de recursos naturais e infraestruturas finitos que exige, portanto, maior racionalidade na sua exploração.

Tendo em vista, portanto, o tripé que norteia o ordenamento territorial, isto é, “o que ordenar, para que ordenar e como ordenar”, procuramos responder a tais questionamentos no âmbito da pesquisa aqui proposta. Respondendo à primeira indagação, esta pesquisa se propõe a analisar uma ferramenta para ordenar as áreas destinadas à implementação dos assentamentos de reforma agrária. Mas, para que ordenar os assentamentos rurais? Respondendo, pois, ao segundo questionamento, o ordenamento dos territórios destinados à criação dos assentamentos rurais se faz necessário a fim de direcionar o melhor uso dos recursos naturais disponíveis, de forma a possibilitar às famílias assentadas acesso a condições mais igualitárias de produtividade agrícola, visando à elevação da qualidade de vida das mesmas. Por outro lado, a racionalização e o planejamento do uso dos recursos naturais tornam-se ainda mais relevantes se entendidos a partir de uma perspectiva mais ampla, isto é, como uma política nacional de reforma agrária, uma vez que são milhares de hectares de terras que abrigam e sustentam milhares de famílias, sendo necessário, portanto, que a capacidade de suporte do ambiente seja respeitada para que tais recursos não venham a faltar futuramente.

E, finalmente, como ordenar os assentamentos? Este é, pois, o cerne desta pesquisa, a qual traz uma proposta inovadora para futuros projetos destinados à criação de assentamentos rurais e ao planejamento ambiental, o SOTER-PA.

O INCRA é o órgão responsável pela implementação da política de reforma agrária, bem como por realizar o ordenamento fundiário nacional, embora sua metodologia de parcelamento possua falhas. Nesse sentido, a ausência de critérios bem definidos sobre como ordenar os assentamentos rurais, ou o não cumprimento destes, acaba por ocasionar uma desigual distribuição dos recursos a serem usufruídos pelas famílias beneficiárias.

Com o objetivo de solucionar as falhas do processo oficial no que diz respeito ao “como ordenar” as áreas destinadas à implementação dos assentamentos para fins de reforma agrária é que foi criado o aplicativo SOTER-PA. Desta forma, este aplicativo é a resposta para a última das três questões apresentadas anteriormente, uma vez que o mesmo se constitui em uma ferramenta que possibilita o delineamento dos assentamentos tendo em vista a aptidão agrícola das terras, de forma que a capacidade produtiva dos lotes gerados seja mais homogênea. Ou seja, o SOTER-PA é uma alternativa para “como ordenar” as áreas destinadas à reforma agrária, a qual leva em consideração as três preocupações estruturais do ordenamento territorial, delineadas por Santos (2003): o desenvolvimento econômico, uma vez que a capacidade produtiva das famílias tende a aumentar com o melhor aproveitamento físico do espaço; a qualidade de vida, visto que as famílias terão melhores condições produtivas do ponto de vista da aptidão agrícola das terras; e a preservação do meio ambiente, uma vez que o aplicativo permite a adequação da área de acordo com os parâmetros ambientais, excluindo do parcelamento as Áreas de Preservação Permanente (APP's) e as áreas de Reserva Legal (RL), por exemplo, vindo, portanto, a contribuir para a consolidação de uma reforma agrária além de mais igualitária do ponto de vista da produção agrícola das famílias contempladas pelos projetos de assentamentos, também ambientalmente sustentável. Além das preocupações estruturais do ordenamento, o aplicativo SOTER-PA também incorpora em seus pressupostos o critério da “finitude do território” no processo de ordenamento territorial, visto que considera as características físicas da área a ser ordenada, de forma que esta seja explorada de acordo com suas devidas aptidões.

1.2 Ordenamento territorial e reforma agrária

O debate sobre a questão fundiária do Brasil se remonta ao século XVI, ao processo de formação do território nacional, o qual veio a se configurar em uma complexa estrutura socioespacial, marcada pela concentração de grandes extensões de terras nas mãos de poucos proprietários. Este processo de apropriação do território, que se reflete em nossa atual estrutura fundiária, pode ser entendido a partir de uma perspectiva histórica e social pautada, basicamente, no trinômio latifúndio, monocultura e escravidão, conforme afirma Germani (2006). Ou seja, a questão agrária brasileira tem sua origem marcada por interesses estritamente econômicos, alicerçada em uma estrutura política colonial de exploração – tanto dos recursos naturais como de mão de obra escrava – com vistas ao mercado externo.

Embora pautado essencialmente na variável econômica, o processo de formação do território brasileiro veio a se concretizar em uma complexa estrutura socioespacial, marcada pela Lei de Terras de 1850, a partir da qual “ficaram proibidas as aquisições de terras devolutas por outro título que não seja o da compra” (GERMANI, 2006, p. 134). Desta forma, a atribuição de um valor de mercado à terra veio a dificultar seu acesso, já que o fim do tráfico negreiro anunciava a abolição da escravatura e, uma vez livres, os escravos teriam acesso à terra, que até então poderia ser ocupada por qualquer pessoa que viesse a cultivá-la. Dificultando este acesso, os grandes proprietários visavam a manter o controle da mão de obra que, não tendo para onde ir, se via obrigada a vender sua força de trabalho. Logo, como afirma Martins (1985, p. 104) “no Brasil o fim do cativo do escravo coincide também com o cativo da terra”.

Nesse sentido, como afirma Germani (2006), se no Brasil Colônia o fundamento da dominação e da exploração era o escravo, na República passa a ser a terra. Tendo esta, a partir da Lei de Terras, adquirido um valor de mercadoria, passou a ser também alvo de constantes e violentas disputas entre camponeses e fazendeiros, disputas estas que perduram até os dias atuais. Diante deste cenário de disputas e reivindicações pelo direito à terra, a primeira tentativa concreta de implementação da reforma agrária no Brasil aconteceu no início da ditadura militar, em 1964, com a criação do Estatuto da Terra. Ressalta-se, no entanto, que a proposta de reforma agrária nesse período estava atrelada à necessidade de modernização da agricultura, além de ser uma estratégia de neutralização dos conflitos populares advindos do período pré-64, os quais clamavam por reformas de base, dentre elas a reforma agrária. O latifúndio, portanto, representava um obstáculo a esta modernização, já que a noção de

propriedade passa a ser condicionada à sua função social, que tinha como elemento definidor “o trabalho, o cultivo da terra, no interesse do bem comum” (PAR, 1964d, p. 7 apud BRUNO, 1995, p. 19). Desta forma, o foco principal desta política de reforma agrária não se concentrava nos atores sociais do campo, mas, sim, nos resultados lucrativos da modernização agrícola brasileira.

O alicerce para a efetivação da reforma agrária no Brasil, o Estatuto da Terra, acabava de ser construído e entregue ao governo, que teve em mãos, naquele momento, a oportunidade de reestruturar o cerne de um dos problemas que afetava grande parte da população brasileira: a questão fundiária. No entanto, a esperança de uma possível reforma agrária ficou apenas no plano teórico, no campo das possibilidades, uma vez que, efetivamente, nenhuma atitude foi tomada por parte do governo para que de fato isso ocorresse. Como afirma Bruno (1995, p. 29) “o Estado não só conferiu identidade jurídica às categorias sociais já antes existentes, como as redefiniu politicamente”. Para a mesma autora, o Estatuto da Terra acabou, portanto, por legitimar o que se convencionou chamar de “modernização conservadora”, que só veio a reafirmar a atual conformação da estrutura agrária do Brasil, “um modelo de desenvolvimento concentrador de terra, de capital e de poder” (p. 13).

As discussões acerca deste tema perduram até hoje, mas nenhum governo, desde a promulgação do Estatuto da Terra, foi capaz de implementar uma política efetiva de reforma agrária. Alguns movimentos sociais, principalmente, a partir da década de 1980, tiveram papel expressivo na luta pela terra, como é o caso do Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra (MST) e Movimento Sindical dos Trabalhadores Rurais, capitaneado pela Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura – CONTAG. Entretanto, tais movimentos, apesar de terem atingido, mesmo que pontualmente, várias conquistas ao longo destes anos de luta, não conseguiram romper com a atual, embora antiga, estrutura agrária brasileira.

O fato de tal estrutura se manter praticamente inalterada não implica a estagnação da mesma, uma vez que as intervenções fundiárias, mesmo que de maneira pontual e fragmentada, vêm sendo realizadas no Brasil, sob a forma de assentamentos rurais, os quais são entendidos pelo INCRA (2014) como “um conjunto de unidades agrícolas independentes entre si”, sendo cada unidade, também chamada de lote, parcela ou gleba entregue a uma família, que terá naquele pedaço de terra condições de moradia e de produção familiar, de forma a garantir a segurança alimentar de milhares de famílias rurais brasileiras. Entretanto, a criação de um assentamento rural nos moldes da atual política do INCRA requer planejamento que, segundo Ferreira (1994), envolve, basicamente, cinco etapas.

A primeira seria a fase de obtenção de recursos, que inclui ações como aquisição da área, identificação e seleção dos beneficiários, parcerias com outras instituições, dentre outras. A segunda etapa é a de constituição do projeto e conhecimento de recursos, realizada após o cumprimento dos objetivos enumerados na fase anterior. Nesta fase, representantes do INCRA e das instituições parceiras dão início à instalação provisória das famílias beneficiárias, instalando, inicialmente, as infraestruturas de uso comum, como sanitários e refeitórios. Paralelamente, é feito o reconhecimento da capacidade de uso da terra, bem como das infraestruturas de saúde e educação. Posteriormente, no máximo em seis meses após a instalação destas famílias, inicia-se a demarcação dos lotes, abertura de caminhos internos, infraestruturas de água e esgoto, bem como as atividades produtivas destas famílias (FERREIRA, 1994).

Na etapa seguinte, que é a de habilitação dos recursos, a qual deveria ocorrer entre 06 e 18 meses da criação do assentamento, é que serão implementadas as obras de infraestrutura, como abertura e recuperação de estadas, abertura de pequenos comércios, assim como medidas de manejo do solo, como correções de acidez e fertilidade, que visem a prepará-lo para a produção agrícola das famílias assentadas. É na fase de consolidação do assentamento, que deveria ir dos 18 aos 60 meses, que o projeto buscará sua autossuficiência produtiva e de infraestrutura básica de produção e serviços, e a administração, apontada por Ferreira (1994) como última fase do assentamento, envolvendo a cogestão das instituições responsáveis e representantes dos assentados, evoluindo, progressivamente, para a autogestão comunitária.

Como apresentado em Ferreira (1994), a criação de um assentamento abrange uma série de etapas que vão desde a desapropriação das terras até a emancipação das famílias assentadas, o que, formalmente, deveria ocorrer em um prazo de cinco anos. Desta forma, como afirma a autora, o conceito de assentamento inclui todas as medidas complementares necessárias à fixação, bem como à transformação das famílias rurais assentadas, como acesso a créditos, infraestruturas, serviços de extensão rural, de saúde e educação. Isto é, “(...) o assentamento não se conclui com o acesso do trabalhador à terra: antes terão que lhe ser propiciadas condições necessárias e suficientes para que se concretize a determinação constitucional da terra cumprir sua função social” (p. 43).

Entretanto, a descrição apresentada pela autora acerca da consolidação dos assentamentos rurais de reforma agrária caracteriza-se apenas como uma formalidade legal restrita ao campo ideal, uma vez que as etapas anteriormente descritas nunca são efetivamente cumpridas nos prazos estabelecidos. Dados do INCRA (2014) mostram que apenas 5% dos

assentamentos rurais no Brasil foram consolidados, ou seja cumpriram todas as etapas descritas por Ferreira (1994), existindo assentamentos criados em 1988, ou seja, há mais de 25 anos da realização desta pesquisa, que ainda encontram-se em processo de consolidação ou até mesmo em etapas anteriores³.

Conforme já ressaltado, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), criado em 1970, e vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Agrário, é o órgão responsável por instituir a política de reforma agrária, bem como por realizar o ordenamento fundiário nacional, sendo, portanto, o órgão responsável pela implementação e gestão dos assentamentos rurais.

O INCRA implementará a reforma agrária promovendo a democratização do acesso a terra através da criação e implantação de assentamentos rurais sustentáveis, da regularização fundiária de terras públicas e gerenciará a estrutura fundiária do país, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, para a desconcentração da estrutura fundiária, para a redução da violência e da pobreza no campo e promoção de igualdade (INCRA, 2014).

Desta forma, segundo dados deste órgão, existem, atualmente, no Brasil, 9.128 assentamentos, ocupando uma área de 88.101.001,2065 hectares, o que corresponde a aproximadamente 10% do território nacional, sendo explorado por 955.543 famílias beneficiárias dos projetos de reforma agrária, dado de extrema relevância para justificar a necessidade de planejamento e gestão ambiental destes assentamentos na perspectiva do desenvolvimento sustentável, visto que o uso desregulado dos recursos naturais pode gerar sérias consequências físicas e sociais para o ambiente.

Tendo em vista, portanto, os números oficiais da reforma agrária no Brasil, observa-se que, de maneira geral, as fases de implementação de um assentamento rural, apresentadas por Ferreira (1994), nem sempre são efetivamente cumpridas, como já enfatizado anteriormente, principalmente, no que diz respeito à etapa de parcelamento dos lotes que serão destinados às famílias. Assim, no processo de ordenamento territorial dos assentamentos rurais, o INCRA, como órgão responsável por tal atividade, estabelece normas de orientação para o processo de planejamento e implementação dos assentamentos rurais, uma vez que ele nem sempre é o órgão encarregado pela execução dos planos de ordenamento territorial dos assentamentos. Assim, o Manual de Obtenção de Terras e Perícia Judicial (INCRA, 2006b), recomenda que o

³ São 07 as etapas para a consolidação de um assentamento, de acordo com o INCRA, sendo elas: 01 - Pré-projeto de assentamento; 02 - Assentamento em Criação; 03 - Assentamento Criado; 04 - Assentamento em Instalação; 05 - Assentamento em estruturação; 06 - Assentamento em Consolidação; 07 - Assentamento Consolidado.

Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras seja realizado com base no Sistema de Capacidade de Uso (LEPSCH et al, 1991), bem como nas normas do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (EMBRAPA, 1988).

Por outro lado, a Norma de Execução/INCRA/DD/Nº 71, de 12 de maio de 2008, a qual “estabelece critérios e procedimentos referentes à Assessoria Técnica, Social e Ambiental à reforma Agrária – ATES”, traz orientações acerca do parcelamento dos assentamentos rurais, contidas no Roteiro Básico para o Plano de Desenvolvimento do Assentamento – PDA, que compõe essa norma de execução. Neste roteiro, recomenda-se, dentre outras normas, que seja realizado o levantamento das condições físicas e edafoclimáticas⁴ do projeto de assentamento, definindo o tipo de relevo, de solos, identificando os recursos hídricos, bem como sua flora e fauna. O documento também recomenda que seja realizada a identificação do uso do solo e cobertura vegetal, da reserva legal e das áreas de preservação permanente, bem como a estratificação ambiental dos agroecossistemas e o levantamento da capacidade de uso do solo, além de solicitar uma análise sucinta dos potenciais e limitações dos recursos naturais e da situação ambiental dos assentamentos. O referido documento também traz um tópico acerca do Programa Organização Espacial dos assentamentos, segundo o qual,

Cabe à equipe responsável pela elaboração do PDA definir um anteprojeto de parcelamento a ser encaminhado ao INCRA para confecção do projeto básico de parcelamento com vistas à medição e demarcação topográfica da área e das parcelas. O anteprojeto deve conter elementos suficientes, com base nas informações disponibilizadas no diagnóstico, constantes do item 5.1 - Condições Físicas e Edafoclimáticas e subitens. Representar também, em mapas (Mapas B1 e B2), o desenho da nova organização espacial a ser implementada na área do PA e nos lotes. Com base nestes mapas, descrever as atividades e os investimentos necessários à demarcação do perímetro e das parcelas do assentamento, bem como a nova proposta de uso das terras (INCRA, 2008, p. 23, grifo nosso).

Entretanto, apesar de o INCRA exigir das equipes responsáveis pela elaboração do PDA a elaboração de um anteprojeto de parcelamento dos assentamentos, a única orientação dada é que as condições físicas e edafoclimáticas sejam consideradas, embora não mencione de que forma isso deva ocorrer. Ou seja, não existe uma normatização ou orientação técnica formal para o processo de ordenamento dos assentamentos rurais de reforma agrária. Todavia, existem tentativas pontuais de normatização de tais orientações, como é o caso do Roteiro para Elaboração dos Anteprojetos de Parcelamento, elaborado pela Superintendência Regional de Minas Gerais (SR06) e de usos restrito a ela. Tal roteiro traz orientações mais

⁴ Ver item 5.1 e seus respectivos subitens no referido roteiro (INCRA, 2008, p. 16-18).

precisas acerca do parcelamento dos assentamentos que levam em consideração as condições físicas dos terrenos:

A partir do levantamento das áreas de reserva legal, áreas de APP, infraestruturas, posses (quando necessário) e feito o reconhecimento da área, o tamanho das parcelas deverá ser definido, com base nas características geofísicas e da tipologia do terreno, tais como: natureza física e química dos solos, declividade, vegetação, classe de capacidade de uso do solo, recursos hídricos, estratificação ambiental, sustentabilidade do parcelamento e outros. Essa proposta deverá resultar de um trabalho com a participação dos assentados, procurando assimilar a percepção e experiências dos mesmos, levando em consideração suas opiniões e sugestões (INCRA, 2006 apud SANTOS JÚNIOR, 2007, p. 14).

Nesse sentido, a inexistência de uma metodologia específica para o parcelamento dos assentamentos rurais, seja pela ausência de normatizações que oriente este trabalho, seja pela diversidade de instituições e empresas que terceirizam este tipo de serviço, leva os executores desse trabalho a optar pelo caminho mais fácil, resultando no delineamento de “quadrados-burros” (Figura 01), sendo priorizado o tamanho dos lotes e não sua capacidade produtiva, o que ocasiona uma desigual distribuição dos recursos a serem usufruídos pelas famílias assentadas. Ou seja, existe uma maior preocupação em assentar um grande número de famílias sem, no entanto, priorizar a qualidade produtiva, social e ambiental das unidades rurais (FERREIRA NETO, et al, 2010).

Outros pesquisadores, como Silva et al (2010) também questionam a metodologia de parcelamento adotada pelo INCRA e afirmam que os assentamentos rurais no Brasil foram criados a fim de responder a pressões localizadas, estando estes marcados pela falta de planejamento prévio de implantação e diagnóstico dos recursos naturais relativos a hidrografia, vegetação, relevo e aptidão agrícola.

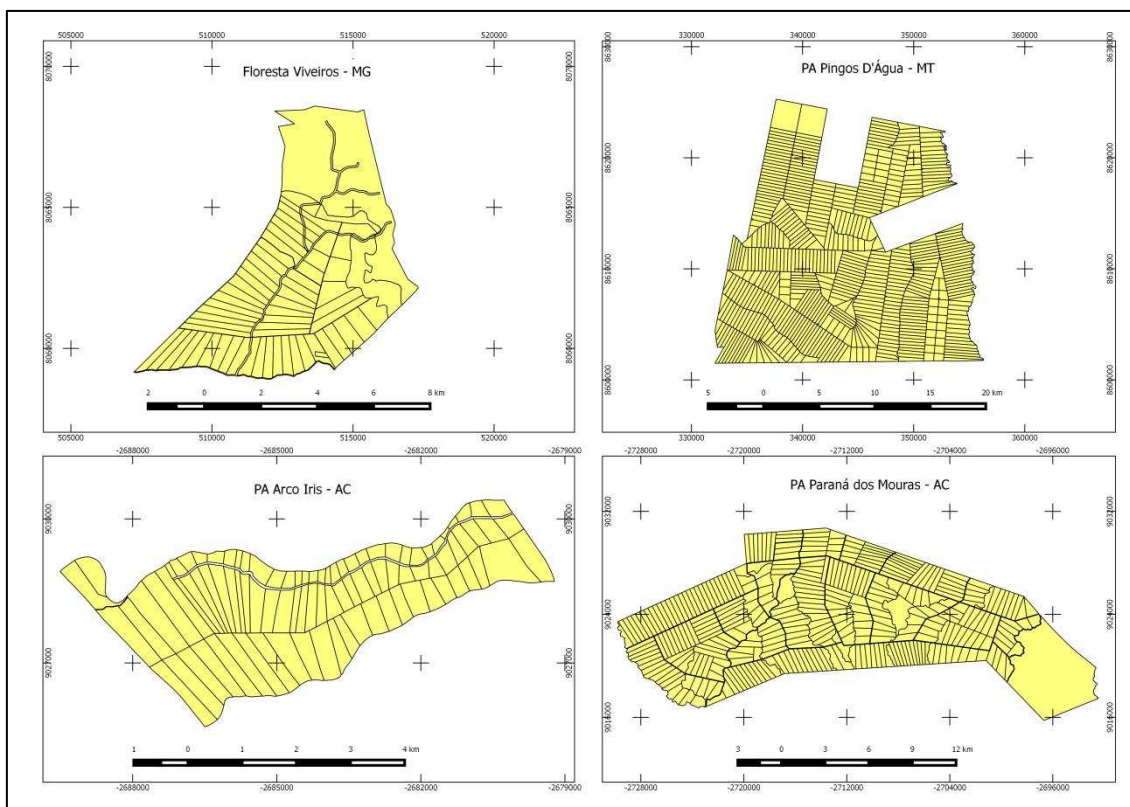


Figura 01. Exemplos de parcelamentos de assentamentos, realizados pelo INCRA.
 Fonte: Elaborado pela autora a partir da base cartográfica do INCRA (2006).

Diante da necessidade de se pensar o planejamento territorial e ambiental dos assentamentos rurais que, como já vimos, representam cerca de 10% de todo o território brasileiro, a proposta aqui apresentada baseia-se no ordenamento territorial destas unidades agrícolas a partir do critério de avaliação da aptidão agrícola das terras, por meio do qual é possível interpretar sua melhor utilização para atividades agrícolas, classificando as terras de acordo com a sua aptidão para diversas culturas, sob diferentes condições de manejo e viabilidade de melhoramento por meio de tecnologias (RAMALHO FILHO et al, 1978).

1.2.1 Planejamento ambiental

A Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em 1972, em Estocolmo, trouxe à tona uma questão que começa a preocupar o cenário mundial - a questão ambiental - embora para Sachs (2008) a “onda de conscientização ambiental” possa ser parcialmente atribuída ao lançamento da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki, na Segunda Guerra Mundial, quando a humanidade se atenta para o fato de que teria capacidade técnica suficiente para destruir a vida no planeta Terra. A chegada do homem na lua foi outro fato relevante que, segundo o autor, despertou a reflexão da sociedade quanto à finitude do

que ele chama de “Espaçonave Terra”. Em suma, para Sachs (2008) estes acontecimentos alertaram a opinião pública acerca da limitação do “capital da natureza”, bem como dos perigos decorrentes das agressões ao meio ambiente.

Entretanto, como mencionado anteriormente, é na Conferência de Estocolmo que a dimensão ambiental entra em cena na agenda internacional. Conforme Sachs (2008) a conferência foi marcada pela existência de dois grupos que apresentavam posicionamentos completamente opostos acerca da questão ambiental. De um lado, encontrava-se o grupo the cornucopians, composto por membros contrários às preocupações ambientais, uma vez que estas atrasariam os países em desenvolvimento em seus esforços para atingir a industrialização e o nível de renda per capita dos países desenvolvidos. E, do outro lado, os doomsayers, mais pessimistas, dentre eles alguns malthusianos, para os quais o crescimento econômico e demográfico deveria ser imediatamente estagnado, ou seja, “desenvolvimento zero”.

De fato, como afirma o autor, as duas posições eram extremamente radicais, o que demonstrava a necessidade de um meio termo entre o que ele chama de “economicismo arrogante” e de “fundamentalismo ecológico”. Desta forma, tendo em vista que o crescimento econômico ainda se fazia necessário, as reflexões e discussões sobre que rumos tomar no que se refere às relações entre o homem e o meio ambiente, culminaram no “paradigma do caminho do meio”, que inspirou o relatório What Now, publicado em 1975, o qual traz a ideia de um “desenvolvimento endógeno, autossuficiente, orientado para as necessidades, em harmonia com a natureza e aberto a mudanças institucionais” (Ib id, p. 53-54). Pela primeira vez, portanto, a sociedade se organiza mundialmente não só para refletir, como para planejar os próximos passos na busca de um uso mais racional dos recursos naturais, que passam a ser percebidos como fontes esgotáveis, finitas, e que, por isso, deveriam ser preservadas.

Contudo, o conceito de desenvolvimento sustentável ganha maior repercussão a partir de um dos maiores eventos internacionais que reuniu representantes de centenas de países do mundo para discutir e tomar decisões acerca da diminuição da degradação ambiental. Desta forma, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, vinte anos após a Conferência de Estocolmo, conhecida também como ECO-92, trouxe como cerne do evento a introdução da ideia de desenvolvimento sustentável, cujo conceito foi apresentado no Relatório de Brundtland, publicado em 1987, pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento:

O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais (WORLD, 1987, p. 43).

Esta definição de desenvolvimento sustentável apresentada pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento vem sendo largamente difundida e é, como afirma Morales & Favareto (2014), uma espécie de “versão oficial” do conceito. Sendo assim, vários trabalhos vêm sendo realizados acerca da temática a partir de então, como os de Ignacy Sachs, Clovis Cavalcanti, José Eli da Veiga, Arilson Favareto, dentre vários outros. Sachs (2008), por exemplo, traz uma definição de desenvolvimento sustentável muito próxima à apresentada no Relatório de Brundtland, para o qual o ecodesenvolvimento ou desenvolvimento sustentável se caracteriza por uma abordagem pautada na harmonização de objetivos sociais, ambientais e econômicos, elencando o que ele chama de os três pilares do desenvolvimento sustentável: a relevância social, a prudência ecológica e a viabilidade econômica. Por outro lado, o autor também ressalta a necessidade de investimentos em sistemas produtivos artificiais⁵, análogos a ecossistemas naturais, para o sucesso na criação de projetos sustentáveis.

Enquanto Sachs (2008) defende a aplicação da ciência moderna na busca do desenvolvimento sustentável, Cavalcanti (2003) parece compartilhar mais dos ideais dos doomsayers, ao propor como caminho para a sustentabilidade a “austeridade de vida”⁶ e a “renúncia ao desenvolvimento”.

Se considerarmos que sustentabilidade quer dizer respeito à capacidade de sustentação da Terra, um modo de vida sustentável envolve viver-se dentro dos limites do possível, o que se pode interpretar também em termos de desaceleração do ritmo de utilização de matéria e energia (CAVALCANTI, 2003, p. 169).

Para Cavalcanti (2003), sustentabilidade significa “a possibilidade de se obter continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em um dado ecossistema” (p. 165). O conceito sugere a ideia de “reconhecimento do que é biofísicamente possível a longo prazo”, respeitando as leis da natureza e mantendo

⁵ Ver em SACHS, Ignacy. Rumo a uma Moderna Civilização Baseada em Biomassa. In: Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: 2008.

⁶ Para o autor, austeridade seria a segurança de que o bem supremo, ou a felicidade, seja alcançado com um sacrifício mínimo da base biofísica da natureza, o que corresponde à adoção de atitudes menos consumistas, pensando no consumo apenas dos bens e serviços necessários à satisfação da vida humana, sem almejar o acúmulo de capital.

nosso sistema de suporte de vida. Para Cavalcanti, o mundo experimentou um tipo de desenvolvimento insustentável após a 2ª Guerra Mundial e esta situação só pode ser revertida com a implementação de novas regras econômicas, bem como com a mudança de estilo de vida baseada na “severidade, austeridade e sobriedade”. O autor apresenta, portanto, uma postura mais radical acerca da sustentabilidade, aproximando-se das ideias dos fundamentalistas ecológicos, contrários ao desenvolvimento econômico que nos moldes atuais, como dito anteriormente, se demonstra insustentável.

É válido ressaltar que o conceito de desenvolvimento sustentável é polêmico e alvo de diversas críticas e interpretações. Como afirmam Moralez & Favareto (2014), a definição “oficial” de desenvolvimento sustentável é ampla e vaga, fatores que por um lado respondem pela sua grande aceitação, no entanto, por outro, limitam sua operacionalização. Os autores apontam duas críticas acerca do conceito mais usual de desenvolvimento sustentável e, justamente, sobre uma das questões mais consensuais entre os autores apresentados, a de que o desenvolvimento deve ser pensado tendo em vista a manutenção dos recursos naturais para a satisfação das gerações presentes e futuras. Para eles, é impossível tomar as necessidades das gerações futuras como parâmetro, uma vez que não as conhecemos. A outra crítica incide no fato de que o conceito apresentado no Relatório de Brundtland não leva em consideração as atuais demandas sociais pelos recursos naturais que, segundo os autores, não são condizentes com os requisitos normativos da sustentabilidade. Veiga (2005) também critica esse conceito ao afirmar que a sustentabilidade ainda “(...) é um enigma a espera de seu Édipo”.

Embora não haja um consenso acerca do conceito de desenvolvimento sustentável, uma coisa é certa: existe uma preocupação geral em relação ao meio ambiente e à racionalização do seu uso. E é nessa perspectiva da racionalização do uso dos recursos naturais essenciais à vida a serem explorados nos projetos de reforma agrária no Brasil é que trazemos a ideia de desenvolvimento sustentável, um desenvolvimento que proporcione às famílias assentadas geração de renda, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental.

Entretanto, a busca do desenvolvimento sustentável requer o planejamento ambiental, que nada mais é que planejar, pensar, organizar previamente as ações a serem executadas em uma determinada área de forma que estas estejam de acordo com os parâmetros ambientais, respeitando a capacidade de suporte do meio físico a ser explorado. Assim, de acordo com Silva & Santos (2004), o planejamento ambiental é,

[...] um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades, e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade (p. 223).

O planejamento envolve, portanto, todo um processo de pesquisa, sistematização e análise de dados e é nessa perspectiva que este trabalho propõe uma ferramenta que auxilie no planejamento da configuração territorial dos assentamentos rurais de reforma agrária, a partir de um critério agrônômico e ambiental que é a aptidão agrícola das terras. A escolha deste critério justifica-se não só por levar em consideração as qualidades de uma determinada área para a realização de atividades agrícolas, mas, também, por considerar em sua metodologia para classificação destas qualidades as características ou as interrelações entre solo, relevo, vegetação e hidrografia. Ou, como argumenta Almeida (2007),

O levantamento do meio físico para fins de ordenamento territorial não é um simples inventário dos elementos que compõem a paisagem “natural”, mas sim o entendimento de como interagem entre si e de como respondem na interação com os diferentes usos estabelecidos pelo homem. A fragilidade de cada ambiente está relacionada ao tipo de uso a ser aplicado (p. 338).

As mudanças ambientais potencializadas pelas atividades humanas são cada vez mais perceptíveis e fonte de preocupação da sociedade. Nesse sentido, tendo em vista a real necessidade do homem de explorar o meio ambiente para a satisfação de suas necessidades, o planejamento ambiental se faz necessário de forma a programar as ações a serem realizadas em um determinado espaço em função de suas potencialidades e de sua capacidade de uso, a fim de evitar prejuízos ambientais e sociais.

1.2.2 Aptidão agrícola das terras como fator de ordenamento territorial e de planejamento ambiental

Conforme já ressaltado, a função de otimização ou o critério utilizado para o parcelamento dos lotes destinados às famílias assentadas, adotado como referência neste trabalho, é a aptidão agrícola das terras. A escolha desta variável pode ser justificada em virtude de sua maior abrangência no que se refere aos aspectos do meio ambiente, uma vez que a avaliação da aptidão agrícola das terras envolve fatores como solo, relevo, hidrografia, vegetação, dentre outros. Assim, com o uso dessa variável pedológica e agrônômica, é

possível interpretar a melhor utilização das áreas para atividades agrícolas, classificando as terras de acordo com a sua aptidão para diversas culturas, sob diferentes condições de manejo e viabilidade de melhoramento por meio de tecnologias.

A metodologia de avaliação da aptidão agrícola utilizada nesta pesquisa é a delineada por Ramalho Filho et al (1978), referência nacional para o planejamento agrícola, tendo sido publicada em 1964, pela Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola (SUPLAN), do Ministério da Agricultura, em parceria com o Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

A aptidão agrícola das terras consiste, portanto, na interpretação das qualidades de uma determinada área para a realização de atividades agrícolas, de forma a avaliar diferentes possibilidades de utilização das terras, em função de diferentes níveis de manejo. Nesse sentido, essa concepção estrutura os diferentes tipos de uso das terras – lavoura, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural – em grupos, subgrupos e classes de aptidão, de acordo com o nível de manejo. São considerados por estes autores três níveis de manejo, os quais visam a diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é feita através das letras A, B e C (RAMALHO FILHO et al, 1978).

O nível de manejo⁷ A é baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico, não havendo, praticamente, aplicação de capital para utilização, melhoramento e conservação das condições das terras e lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal. O nível de manejo B é baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio, com modesta aplicação de capital, estando condicionadas, principalmente, à tração animal. Por fim, o nível de manejo C baseia-se em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico, com intensiva aplicação de capital, estando tais práticas condicionadas à mecanização (RAMALHO FILHO et al, 1978). O Quadro 01 traz uma síntese da simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.

Desta forma, procurando contextualizar as diferentes possibilidades de utilização das terras nos assentamentos rurais, em função dos diferentes tipos de manejo, ressalta-se que as famílias contempladas pelo programa de reforma agrária, geralmente, desenvolvem atividades agropecuárias com baixos níveis de mecanização e poucos recursos financeiros, sendo,

⁷ O manejo do solo consiste em um conjunto de práticas realizadas no sistema solo-planta com o objetivo de propiciar condições favoráveis à produção agrícola, evitando possível degradação ambiental (EMBRAPA, 2014).

portanto, as terras destinadas aos níveis de manejo B e C, inviáveis para a utilização destas famílias.

Quadro 01. Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.

Classe de aptidão agrícola	Tipo de utilização						
	Lavouras			Pastagem plantada	Silvicultura	Pastagem natural	
	Nível de manejo			Nível de manejo	Nível de manejo	Nível de manejo	
	A	B	C	B	B	A	
Boa	A	B	C	P	S	N	
Regular	a	b	c	p	s	n	
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)	
Inapta	-	-	-	-	-	-	

Fonte: RAMALHO FILHO et al, 1978.

Os grupos de aptidão agrícola são numerados de 1 a 6, conforme o Quadro 02, em escala decrescente, segundo as possibilidades de utilização das terras. Os grupos 1, 2 e 3 identificam as lavouras como tipo de utilização, além de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme os níveis de manejo. Os grupos 4, 5 e 6 identificam pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e fauna, respectivamente, como tipos de utilização, independente da classe de aptidão (RAMALHO FILHO et al, 1978).

Quadro 02. Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.

Grupo de aptidão agrícola	Aumento da intensidade de uso						
		Preservação da flora e da fauna	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
Aptidão restrita					Aptidão regular	Aptidão boa	
Aumento da intensidade da limitação - Diminuição das alternativas de uso	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						

Fonte: RAMALHO FILHO et al, 1978.

De acordo com os mesmos autores, os subgrupos de aptidão agrícola são categorias que atendem a variações dentro dos grupos, isto é, o subgrupo é o resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão para um determinado uso, relacionada com o nível de manejo.

Por fim, as classes constituem-se como o cerne da avaliação da aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização, de acordo com a metodologia proposta. As classes podem ser definidas como Boa, Regular, Restrita e Inapta, para cada tipo de utilização, ou seja, para lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural, como pode ser observado no Quadro 01.

As classes indicam o grau de limitação das terras ao uso agrícola. Assim, a classe Boa representa terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, tendo em vista suas condições de manejo. Ainda nesta classe, as eventuais restrições ou limitações das terras não reduzem, significativamente, a produtividade ou benefícios, além de não exigirem o aumento da utilização de insumos, acima de um nível aceitável. Nesta classe, os tipos de utilização das terras são representados pelos símbolos: A, B e C – lavouras; P – pastagens; S – silvicultura; N – pastagem natural. A classe Regular apresenta limitações moderadas, as quais reduzem a produtividade ou benefícios e, conseqüentemente, elevam a utilização de insumos, insumos estes que elevarão as vantagens a serem obtidas do uso, embora tais vantagens sejam inferiores às proporcionadas pela classe Boa. Os tipos de utilização das terras nesta classe são representados pelos mesmos símbolos da classe Boa, entretanto, com letras minúsculas (a, b, c, p, s, n). A classe Restrita indica terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização. Tais limitações reduzem a produtividade ou os benefícios de forma que os custos para a utilização de insumos só seriam justificados marginalmente. Os símbolos utilizados para representar os tipos de utilização das terras nesta classe são os mesmos anteriores, no entanto, entre parêntese ((a), (b), (c), (p), (s), (n)). Finalmente, a classe Inapta representa terras com condições que praticamente excluem a possibilidade de produção agrícola ou florestal. Não indica simbologia para sua representação, a qual é interpretada tendo em vista a ausência das letras no tipo de utilização considerado. As terras inaptas para lavouras são indicadas para a preservação da flora e fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não agrícola (RAMALHO FILHO et al, 1978).

1.3 Ordenamento territorial e os Sistemas de Informações Geográficas

O hábito de cartografar, ou seja, representar o espaço geográfico em um mapa ou desenho, existe desde os primórdios da humanidade, quando populações pré-históricas representavam, por meio de desenhos e pinturas nas paredes das cavernas, seus espaços de caça e pesca. Já ao longo do século XVI, a cartografia, formalizada em ciência, foi uma ferramenta essencial que possibilitou aos europeus desbravar os mares e oceanos no auge das Grandes Navegações, por meio das cartas náuticas. A cartografia, portanto, proporciona a criação de representações espaciais para a tomada de decisões acerca dos fenômenos naturais e sociais que ocorrem no território, caracterizando-se como uma importante ferramenta para o planejamento e gestão de ações.

É importante ressaltar que o desenvolvimento tecnológico observado, sobretudo, a partir do século XX, possibilitou o desenvolvimento das geotecnologias no processo de representação espacial. Trata-se de um conjunto de técnicas de processamento de dados espaciais, a partir de mapas digitais georreferenciados, o que significa vincular uma informação a algum sistema de posicionamento terrestre, segundo rede de coordenadas geográficas e um sistema de projeção cartográfica. Nesse sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) caracterizam-se por efetuar o tratamento computacional de dados geográficos, proporcionando a criação, edição, análise e pesquisa, além da criação de mapas precisos, tendo como base informações espaciais. Assim, proporcionam aos planejadores e gestores a manipulação e sobreposição de uma imensa quantidade de dados espaciais, além de proporcionar uma visão ampla da dinâmica socioespacial da área de interesse, de forma a auxiliar na identificação de problemas, bem como nos cálculos de soluções alternativas (CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

Os SIG's podem servir de instrumento para diversas finalidades, como o Planejamento do Uso do Solo, a Gestão Ambiental, Saneamento Básico e Rede de Distribuição de Águas, Rotas de Transportes, enfim, são inúmeras as possibilidades de utilização destas ferramentas no planejamento e gestão de diferentes setores públicos e privados. O geoprocessamento possibilita a abordagem dos problemas espaciais levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais das questões analisadas, visando a contribuir para sua explicação e o acompanhamento de sua evolução passada e futura.

Alguns trabalhos como o de Maseda & Rivera (2011) e de Barros et al (2011), por exemplo, ressaltam a importância dos SIG's como ferramentas para o planejamento territorial

e apresentam diferentes aplicações das mesmas. Os primeiros autores abordam o planejamento territorial no âmbito municipal, apresentando a atual conformação territorial da Galícia⁸, altamente segregada, e como os SIG's auxiliam no planejamento e gestão da organização deste espaço. Nesse contexto, tais ferramentas de análise espacial tornam-se essenciais para a tomada de decisões acerca do conjunto de leis e normas que regulam os objetivos e instrumentos de ordenamento do território da Galícia, amplamente fragmentado e complexo, assim como nos processos de elaboração e aprovação dos planos territoriais, urbanísticos e setoriais desta comunidade autônoma.

Maseda & Riveira (2011) abordam o planejamento territorial do ponto de vista da gestão municipal, já Barros et al (2011) o fazem tendo em vista a gestão ambiental a partir da delimitação das APP's (Áreas de Preservação Permanente) como critério para identificar as áreas legalmente aptas para a exploração sustentável de seus recursos. Ou seja, ao planejar o uso correto do solo possibilita-se aumentar a eficiência do uso dos recursos naturais, além de garantir a manutenção de tais recursos. As APP's, utilizadas pelos autores como critério de planejamento, constituem o núcleo principal do Código Florestal Brasileiro, de 1965⁹, embora desde a data de sua promulgação não tenha sido realizada qualquer demarcação oficial das APP's no Brasil, o que, conseqüentemente, gera o descumprimento da lei (BARROS et al, 2011). Desta forma, as geotecnologias aparecem mais uma vez como um instrumento para o planejamento ambiental, uma vez que por meio delas torna-se possível realizar tal delimitação, que possa orientar o cumprimento da legislação ambiental.

As geotecnologias estão cada vez mais difundidas, em virtude de sua multifuncionalidade no que diz respeito à análise de dados espaciais. Os softwares de geoprocessamento são hoje acessíveis gratuitamente nas redes virtuais, o que possibilita sua utilização por um maior número de pessoas, já que o custo das licenças de alguns softwares profissionais são consideravelmente altos. No entanto, a garantia de acesso, apesar de ser positiva, não deixa de ser excludente, visto que a utilização de tais ferramentas ainda requer profissionais especializados. Assim, a possibilidade de trabalhar com diversas informações espaciais, ao mesmo tempo, vai ao encontro da atual dinamicidade das relações socioespaciais, facilitando, portanto, o trabalho dos planejadores e gestores dos recursos naturais e sociais de um território. As ferramentas de SIG's são imprescindíveis na realização deste trabalho de pesquisa, uma vez que dão subsídio para criar e analisar os mapas de

⁸ Comunidade Autônoma do Noroeste da Espanha.

⁹ Ressalta-se que após a publicação do trabalho de Barros et al (2011) houve a reformulação da legislação referente às APP's, contida no Novo Código Florestal Brasileiro. Mais informações contidas em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>.

ordenamento territorial dos assentamentos de reforma agrária, proporcionando a comparação dos resultados gerados pela metodologia de ordenamento do INCRA, bem como do SOTER-PA, a fim de analisar qual a melhor alternativa de parcelamento dos assentamentos rurais destinados aos projetos de reforma agrária.

2 O SOTER-PA

2.1 Origem

Os primeiros questionamentos acerca do modelo de ordenamento dos territórios destinados aos assentamentos de reforma agrária no Grupo de Pesquisa sobre Movimentos Sociais no Campo, Reforma Agrária e Associativismo – Assentamentos, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), iniciaram-se por volta de 2005, no decorrer de trabalhos relacionados ao licenciamento ambiental de assentamentos em Minas Gerais. Os pesquisadores observaram falhas nos processos de parcelamento territorial para fins de reforma agrária, realizados pelo INCRA. Ou seja, a delimitação lotes familiares nos assentamentos rurais é realizada de forma homogênea no que diz respeito à área dos mesmos, desconsiderando ou não priorizando aspectos físicos, como tipos de solos, relevo, hidrografia e aptidão agrícola, apesar de estes, como constatado anteriormente, serem mencionados nos documentos que orientam a elaboração dos anteprojetos de parcelamento dos assentamentos.

Sendo assim, o modelo de parcelamento das unidades familiares de produção agrícola adotado pelo INCRA privilegia o tamanho dos lotes e não sua capacidade produtiva, ocasionando, pois, uma desigual distribuição dos recursos a serem usufruídos pelas famílias assentadas. Ou seja, existe uma maior preocupação do órgão em assentar um maior número de famílias sem, no entanto, priorizar a qualidade produtiva, social e ambiental das unidades rurais (FERREIRA NETO et al, 2010).

Tomando a problemática do parcelamento como referência, foi criado um aplicativo como apoio na solução das falhas observadas nas ações do INCRA no que se refere ao ordenamento territorial dos assentamentos rurais, o SOTER-PA – Sistema de Organização Territorial da Reforma Agrária e Planejamento Ambiental¹⁰. O aplicativo possibilita o delineamento dos lotes com capacidade produtiva agrícola dos recursos naturais mais homogênea, além de possibilitar excluir do parcelamento as Áreas de Preservação Permanente (APP's), bem como as de Reserva Legal e outras áreas destinadas ao uso coletivo, contribuindo para a formação de assentamentos rurais mais homogêneos, do ponto de vista da capacidade produtiva das terras, e mais sustentáveis. Além disso, buscou-se no processo de criação do aplicativo que a utilização do mesmo seja de fácil acesso não somente para os pesquisadores, como também para os técnicos do INCRA e para os profissionais que prestam

¹⁰ Registro da marca nº 904829189. Registrada no Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI).

serviços de assistência técnica e assessoria aos assentamentos rurais (FERREIRA NETO et al, 2010).

A primeira versão de uma alternativa para o parcelamento dos lotes em assentamentos rurais por meio de um sistema de computador foi apresentada por Santos Júnior (2007) em sua dissertação de mestrado, em Extensão Rural, na Universidade Federal de Viçosa. Essa proposta era restrita a apenas um assentamento teste e baseava-se em Algoritmos Genéticos, os quais buscam simular computacionalmente a Teoria da Evolução de Darwin, em que somente os mais adaptados, ou com melhor fitness¹¹, sobrevivem e se reproduzem. Isto é, em um sistema baseado na busca por algoritmos genéticos, uma população de possíveis soluções para um problema analisado evolui de acordo com operadores probabilísticos concebidos a partir de metáforas biológicas, havendo uma tendência de que os indivíduos apresentem soluções cada vez melhores à medida que o processo evolutivo prossegue (TANOMARU, 1995).

No entanto, segundo Moreira et al (2011., p. 266), “apesar da vantagem desse algoritmo de trabalhar com uma população de soluções, o mesmo possui a grande inconveniência relativa ao operador de cruzamento”. Isto é, quando aplicado em uma solução pode gerar disparidades quanto ao tamanho da área de cada parcela, bem como quanto à contiguidade dos mesmos no terreno.

2.2 Evoluções e situação atual

A segunda e atual versão do aplicativo SOTER-PA é baseada no algoritmo Busca Tabu, na tentativa de resolver os problemas identificados na versão anterior, relacionados à disparidade do tamanho dos lotes, bem como à contiguidade dos mesmos. Segundo Glover (1989, 1990), citado por Moreira et al (2011), o algoritmo Busca Tabu é uma metaheurística fundamentada em busca local ou busca em vizinhança, baseado em mecanismos de memória adaptativa, tanto a curto como a longo prazo, podendo ser aplicado em problemas de otimização combinatória.

¹¹ O fitness é o valor numérico que quantifica a qualidade ou adequabilidade da solução proposta. Ou seja, é a nota que atribui qualidade aos lotes parcelados pelo SOTER-PA. Ressalta-se, nesse sentido, que o termo fitness é adequado ao contexto dos Algoritmos Genéticos, conforme explicitado. No entanto, este termo foi mantido no programa, mesmo após sua mudança para o algoritmo Busca Tabu. Desta forma, lê-se fitness como índice de produtividade nos resultados apresentados pelo programa, contidos no Capítulo 4. Logo, a lógica de ambos os termos é a mesma, porém no contexto do algoritmo Busca Tabu o termo mais adequado é índice de produtividade, o qual possui, portanto, a mesma definição apresentada para o fitness.

A partir da busca tabu foi proposta uma adaptação da mesma denominada busca tabu minimalista, visto que tal método possibilita a geração de soluções diferentes sem que seja alterada de maneira drástica a solução atual. Além disso, este método gera um conjunto de soluções vizinhas de maneira sistemática, de forma que a continuidade de alocação dos lotes não seja alterada (MOREIRA et al, 2011).

Desta forma, aplicando-se tal algoritmo ao parcelamento dos lotes para fins de reforma agrária, quanto maior o índice de produtividade, mais adaptado é o lote em termos de produtividade agrícola, sendo que a definição de tal índice leva em consideração a função de otimização que pode ser o tipo de solo, a aptidão agrícola ou outra variável física que se queira considerar, devendo a mesma estar organizada em um mapa georreferenciado, com o perímetro do assentamento a ser parcelado. Para os casos em que a qualidade física do lote é menor, há uma compensação no tamanho do mesmo, o qual será maior em relação àqueles que possuem melhor qualidade em termos da função de otimização. Assim, apesar de não haver uma homogeneidade em relação ao tamanho e à forma dos lotes, o que se pretende é que haja uma maior semelhança em termos de produtividade agrícola entre os lotes destinados às famílias assentadas, o que não é contemplado se considerada a metodologia de parcelamento utilizada pelo INCRA (FERREIRA NETO et al, 2010).

Logo, a definição do índice de produtividade leva em conta, segundo Ferreira Neto et al (2010), a função de otimização, que nesta pesquisa é a aptidão agrícola das terras, fisicamente organizada em um mapa georreferenciado com o perímetro do assentamento a ser parcelado. A definição da função de avaliação foi baseada, pois, no conceito de índice de produtividade aplicado aos lotes. O cálculo do índice de produtividade é realizado a partir do somatório da área de cada classe da função de otimização, multiplicada pela constante de peso associado à classe, conforme a fórmula a seguir. Desse modo, os lotes que possuírem maior índice de produtividade serão considerados mais adaptados, ou seja, possuirão maior ou melhor capacidade produtiva.

$$IPL_i = \sum_j^n C_j = 1(A_{i,j} \times C_j)$$

Onde:

IPL_i: Índice de produtividade do lote i;

A_{i,j}: Área do lote i pertencente à função de otimização j;

C_j: Constante de produtividade da função de otimização;

n_c: Número de classes da função de otimização

$i \in \{1..n_L\}$

A Figura 02 e a Figura 03 ilustram o delineamento de um assentamento rural realizado pelo INCRA, bem como o delineamento desse mesmo assentamento realizado pela atual versão do SOTER-PA. Observa-se que a proposta de parcelamento do INCRA segue o mesmo modelo do “quadrado burro” apresentado anteriormente e observado na Figura 01. As características físicas da área não são consideradas na etapa de parcelamento dos assentamentos rurais e a ausência de critérios bem definidos tem como consequência a falta de planejamento no exercício desse processo de ordenamento territorial dos assentamentos.

Já a proposta gerada a partir do SOTER-PA ao contrário do parcelamento anterior, apresenta lotes com formatos mais diversificados, gerados a partir do cálculo do índice de produtividade dos lotes, sendo estes, no entanto, mais equânimes do ponto de vista de sua capacidade. Observa-se, também, na Figura 03, que foram excluídas do parcelamento as áreas de preservação permanente, representadas na cor branca. O programa analisado além de excluir do parcelamento as APP's, possibilita também a exclusão de qualquer outra área que, por cumprimento das leis ambientais estabelecidas, como o delineamento da reserva legal (RL), ou de interesse coletivo como as sedes dos imóveis, não seja de interesse no delineamento dos lotes.

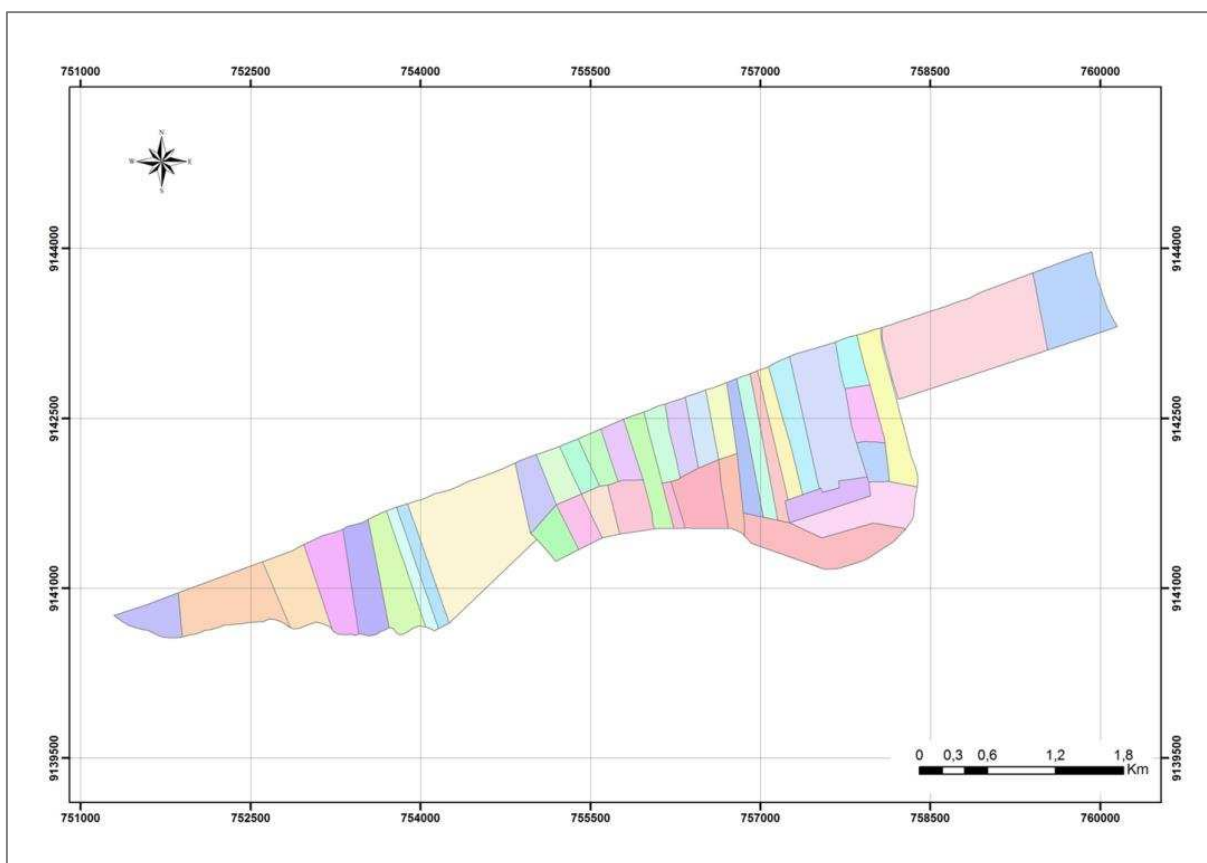


Figura 02. Delineamento dos lotes do PA Iucatam, AC, realizado pelo INCRA.
Fonte: Projeto SOTER-PA

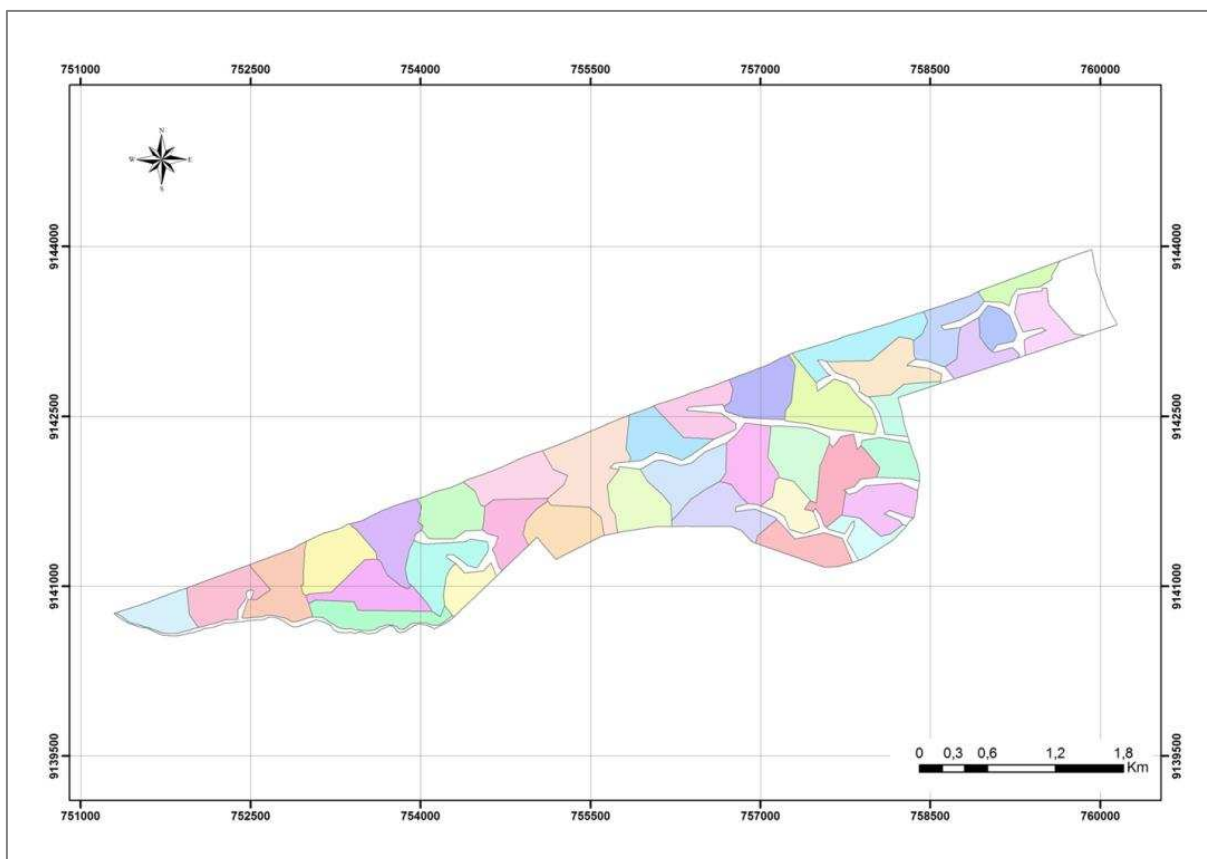


Figura 03. Delineamento dos lotes do PA Iucatam, AC, realizado pelo SOTER-PA.
 Fonte: Projeto SOTER-PA

2.2.1 Funcionamento do SOTER-PA

O Sistema de Ordenamento Territorial da Reforma Agrária e Planejamento Ambiental – SOTER-PA como dito, anteriormente, possibilita o parcelamento dos assentamentos rurais de forma que sua capacidade produtiva seja mais homogênea entre os lotes gerados. Desta forma, para que o parcelamento seja realizado é necessário, primeiramente, que se tenha o mapa da função de otimização escolhida, bem como o mapa do perímetro do assentamento no formato texto (.txt) para que possam ser lidos pelo programa.

Entretanto, os mapas georreferenciados são apresentados no formato shapefile ou similar, sendo necessário sua conversão para o formato .txt, conforme mencionado. A conversão de shapefile para (.txt) foi realizada neste trabalho utilizando-se o software Quantum GIS 2.2.0 ou QGIS, programa de acesso livre e gratuito, disponível na internet..

A seguir, será realizada uma breve demonstração, passo a passo, da preparação dos mapas e dos arquivos necessários para a realização do parcelamento, bem como do funcionamento do SOTER-PA. Para tanto, a título de exemplo, será utilizado o mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, foco de análise deste trabalho.

A primeira etapa para a realização do parcelamento deste assentamento, a partir do SOTER-PA, é a conversão do mapa de aptidão agrícola para o formato .txt. Para tanto, o mesmo deve ser convertido, primeiramente, para o formato raster, e, em seguida, para o formato .txt, como pode ser observado nas Figuras 04, 05 e 06.

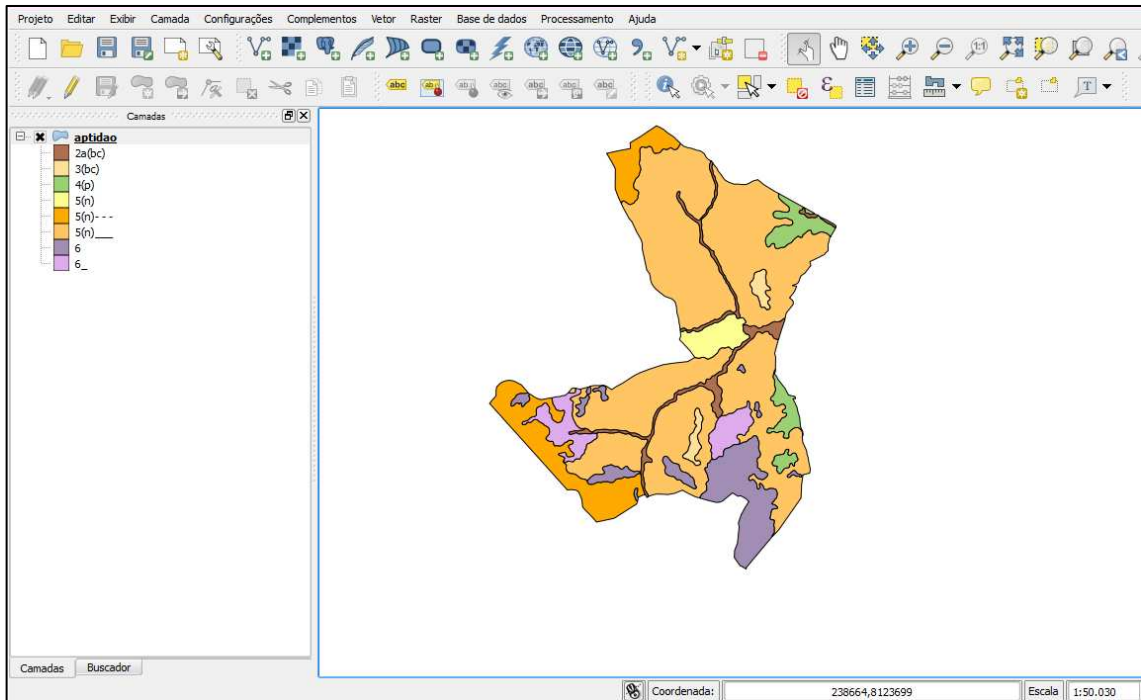


Figura 04. Mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, formato shapefile.

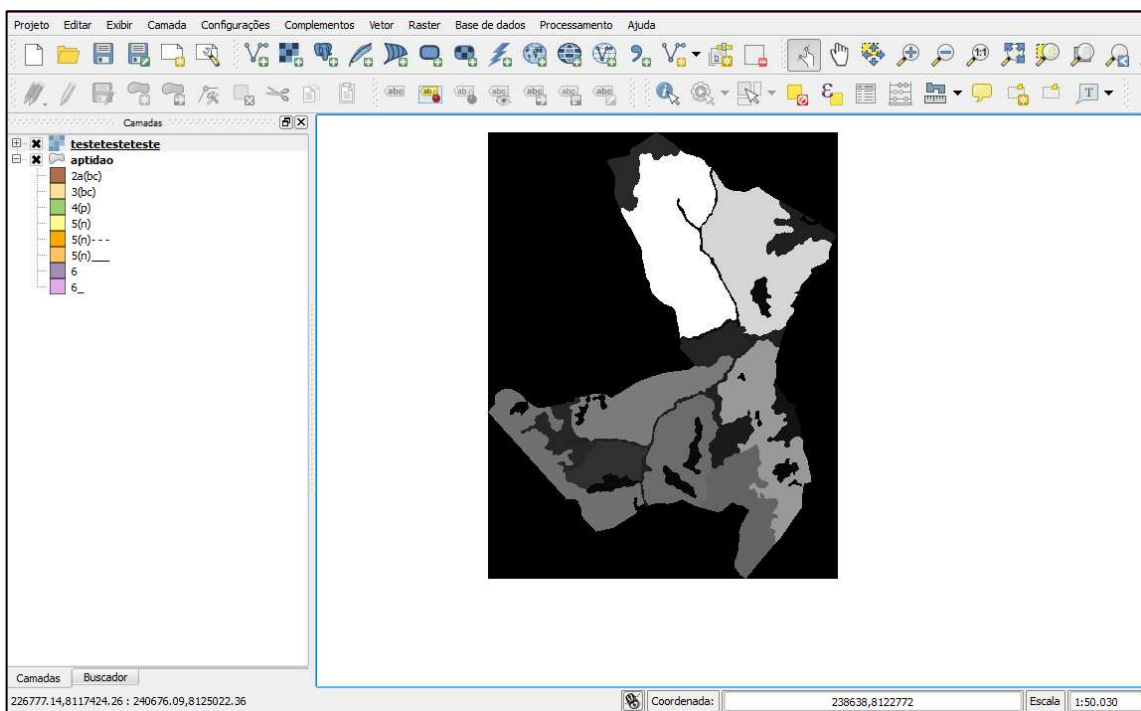


Figura 05. Mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, formato raster.

O Quadro 03, exemplifica o arquivo input, o qual deve conter todas as informações que irão orientar o parcelamento, sendo elas: nome do arquivo referente ao limite da área a ser parcelada, arquivo do mapa de aptidão agrícola do mesmo; número de linhas e colunas da matriz numérica que compõe o mapa original, número de lotes que se pretende gerar, tamanho mínimo e máximo que se pretende para os mesmos; número de classes¹² de aptidão agrícola e notas atribuídas a cada uma delas.

É importante ressaltar a questão da definição das áreas máxima e mínima dos lotes. A princípio, se levarmos em consideração a lógica proposta pelo programa de não priorizar o tamanho dos lotes, mas, sim, sua capacidade produtiva, esta definição não seria necessária ou, seria, até mesmo, incoerente. No entanto, tal necessidade envolve uma questão política, uma vez que a discrepância no tamanho dos lotes causa descontentamento por parte das famílias assentadas que, geralmente, priorizam a quantidade e não a qualidade das terras. Logo, mesmo que os menores lotes possuam melhor qualidade em termos de aptidão agrícola, por uma questão política, esta definição do tamanho das áreas se faz necessária e é realizada levando em consideração o tamanho médio dos lotes do assentamento, calculado em função do número de lotes e do tamanho total do imóvel a ser parcelado.

Ressalta-se, também, que os valores das áreas mínima e máxima dos lotes a serem parcelados são dados em pixels¹³, ou seja, os valores acima exemplificados são, respectivamente, área mínima 700 pixels e área máxima 1.200 pixels. Para se chegar a esses valores determina-se, primeiramente, o valor das áreas em hectare, e em seguida é feita uma regra de três simples. Nesse sentido, se temos o mapa do limite do assentamento rural em .txt, representado por uma matriz numérica; se sabemos que cada número da matriz corresponde a um pixel; se sabemos, também, o valor total da área do assentamento em hectares, resta-nos apenas saber o total de números que compõe a matriz para chegarmos aos valores desejados. Os valores utilizados para determinar as áreas mínima e máxima foram, respectivamente, 27 e 37 hectares. Assim,

¹² O número de classes da função de otimização (aptidão agrícola das terras) permitidas pelo programa são nove, uma vez que o mapa a ser lido encontra-se no formato .txt, sendo, portanto, uma matriz numérica em que cada número representa um tipo de classe. No caso de haver uma classe número 11, por exemplo, o programa poderia entender que seriam duas classes número 1, ou no caso da classe 12, entender que seriam as classes 1 e 2. Assim, no caso da existência de mais de nove classes na área a ser parcelada, deve-se fazer a junção daquelas que possuem características semelhantes, dando ênfase à característica predominante entre elas.

¹³ Um pixel é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de milhares de pixels forma a imagem inteira.

39.158 pixels ----- 1.197,97 ha
X ----- 27 ha
X= 700 pixels

39.158 pixels ----- 1.197,97 ha
X ----- 37 ha
X= 1.200 pixels

Temos, portanto, os três arquivos necessários para que o programa realize o parcelamento, ou seja, o arquivo de limite do assentamento (veredas.lim.txt), o arquivo de aptidão agrícola (veredas.apt.txt), bem como o arquivo de entrada ou de dados que chamamos aqui de veredas_input.txt. Desta forma, os arquivos já podem ser inseridos no programa que, ao ser iniciado, abrirá uma janela solicitando, primeiramente, o nome do arquivo de dados a ser lido (input), em seguida, o número de iterações¹⁴ que o algoritmo deve realizar e, finalmente, o nome do arquivo solução ou arquivo de saída a ser gerado. As Figuras 07, 08, 09 e 10 ilustram o funcionamento do programa.

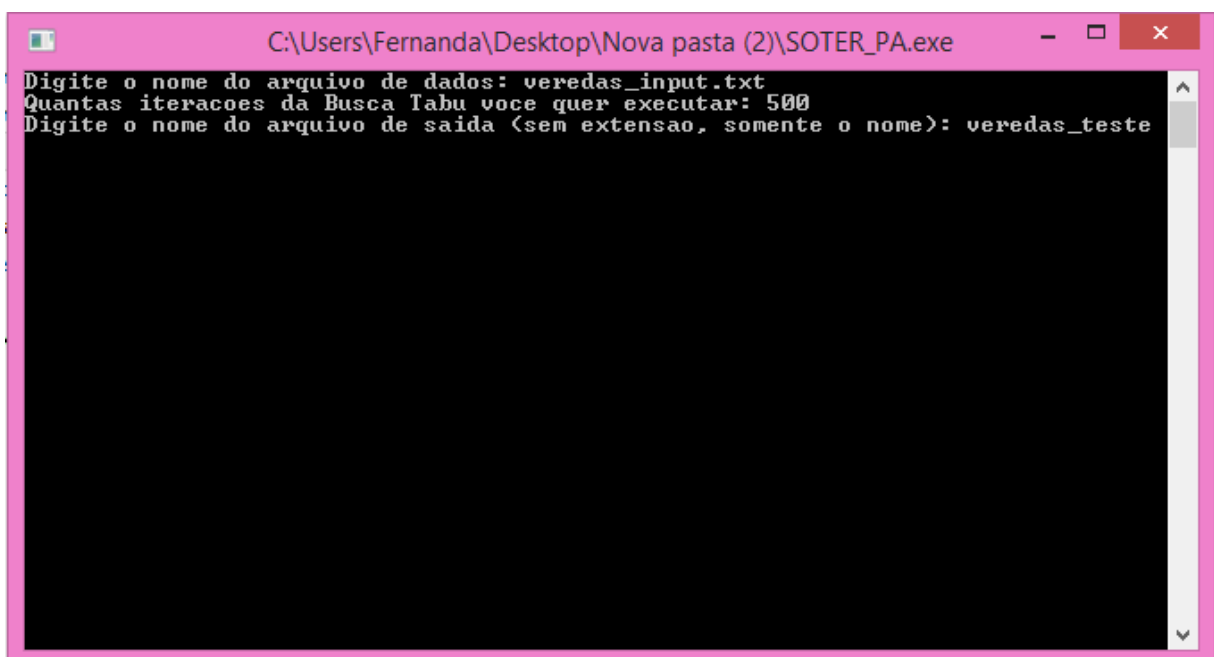


Figura 07. Interface inicial do SOTER-PA.

¹⁴ As iterações são os cruzamentos que o algoritmo realizará para encontrar a melhor solução factível. Como o algoritmo trabalha de forma aleatória o processo pode ser repetido n vezes, com diferentes números de iterações, de forma a procurar a melhor solução de factibilidade, já que o programa fornece este dado.

```
C:\Users\Fernanda\Desktop\Nova pasta (2)\SOTER_PA.exe
Digite o nome do arquivo de saida (sem extensao, somente o nome): veredas_teste
nome_arquivo_dados = veredas_input.txt
veredas_lim.txt
veredas_apt.txt
300
300
26
700
1200
9
19
15
10
8
5
30
5
8
0
areas livres = 39158
fora_interesse = 50842
MENOR_AREA = 700
MAIOR_AREA = 1200
Deseja mudar o tamanho da menor area? <s/n> n
Deseja mudar o tamanho da maior area? <s/n> n_
```

Figura 08. Interface de leitura do arquivo de input e definição do número de iterações a serem realizadas pelo programa.

```
C:\Users\Fernanda\Desktop\Nova pasta (2)\SOTER_PA.exe
iteracao 155/500
iteracao 156/500
iteracao 157/500
iteracao 158/500
iteracao 159/500
iteracao 160/500
iteracao 161/500
iteracao 162/500
iteracao 163/500
iteracao 164/500
iteracao 165/500
iteracao 166/500
iteracao 167/500
iteracao 168/500
iteracao 169/500
iteracao 170/500
iteracao 171/500
iteracao 172/500
iteracao 173/500
iteracao 174/500
iteracao 175/500
iteracao 176/500
iteracao 177/500
iteracao 178/500
iteracao 179/500
iteracao 180/500
```

Figura 09. Interface do sistema em operação.

```

C:\Users\Fernanda\Desktop\Nova pasta (2)\SOTER_PA.exe
solucao.coordenadas[0].size() = 1219
solucao.coordenadas[1].size() = 1206
solucao.coordenadas[2].size() = 1200
solucao.coordenadas[3].size() = 1204
solucao.coordenadas[4].size() = 1206
solucao.coordenadas[5].size() = 1211
solucao.coordenadas[6].size() = 1208
solucao.coordenadas[7].size() = 1220
solucao.coordenadas[8].size() = 1206
solucao.coordenadas[9].size() = 1229
solucao.coordenadas[10].size() = 1200
solucao.coordenadas[11].size() = 1203
solucao.coordenadas[12].size() = 1209
solucao.coordenadas[13].size() = 1847
solucao.coordenadas[14].size() = 2100
solucao.coordenadas[15].size() = 1275
solucao.coordenadas[16].size() = 2822
solucao.coordenadas[17].size() = 1443
solucao.coordenadas[18].size() = 2007
solucao.coordenadas[19].size() = 1500
solucao.coordenadas[20].size() = 2085
solucao.coordenadas[21].size() = 1209
solucao.coordenadas[22].size() = 2415
solucao.coordenadas[23].size() = 1925
solucao.coordenadas[24].size() = 1537
solucao.coordenadas[25].size() = 1272
Pressione qualquer tecla para continuar. . .

```

Figura 10. Interface final do SOTER-PA.

Serão gerados como solução três arquivos finais, todos no formato .txt, que são o arquivo do mapa do parcelamento gerado pelo programa, um arquivo contendo o índice de produtividade de cada lote delineado, bem como o arquivo de resultados, contendo a área de cada lote, como pode ser observado nas Figuras 11, 12, 13 e 14.

```

testevedredas_Fitness.txt - Bloc...
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
Linhas = 300
Colunas = 300
Areas livres = 39158
Tamanho minimo de lote = 700
Tamanho maximo de lote = 1200
Lotes = 26
Fitness lote 1 = 9640
Fitness lote 2 = 11166
Fitness lote 3 = 13577
Fitness lote 4 = 13877
Fitness lote 5 = 9534
Fitness lote 6 = 20862
Fitness lote 7 = 16456
Fitness lote 8 = 7194
Fitness lote 9 = 22886
Fitness lote 10 = 21161
Fitness lote 11 = 13773
Fitness lote 12 = 11973
Fitness lote 13 = 7251
Fitness lote 14 = 9195
Fitness lote 15 = 8298
Fitness lote 16 = 9552
Fitness lote 17 = 12758
Fitness lote 18 = 14666
Fitness lote 19 = 7922
Fitness lote 20 = 6904
Fitness lote 21 = 18546
Fitness lote 22 = 18851
Fitness lote 23 = 7630
Fitness lote 24 = 20678
Fitness lote 25 = 14299
Fitness lote 26 = 17336
Infactibilidade = 8758
Funcao objetivo = 4.35192e+013
Tempo para encontrar melhor solucao = 0 s
Tempo computacional = 14 s
*****
Ln 1, Col 1

```

Figura 11. Arquivo do fitness.

```

testevedredas_Resultado.txt - Bl...
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
Linhas = 300
Colunas = 300
Areas livres = 39158
Tamanho minimo de lote = 700
Tamanho maximo de lote = 1200
Lotes = 26
Area lote 1 = 1205
Area lote 2 = 1393
Area lote 3 = 1212
Area lote 4 = 1181
Area lote 5 = 1199
Area lote 6 = 2210
Area lote 7 = 1936
Area lote 8 = 1329
Area lote 9 = 2484
Area lote 10 = 1809
Area lote 11 = 1194
Area lote 12 = 1211
Area lote 13 = 933
Area lote 14 = 1239
Area lote 15 = 1536
Area lote 16 = 1194
Area lote 17 = 1295
Area lote 18 = 1468
Area lote 19 = 1222
Area lote 20 = 863
Area lote 21 = 2136
Area lote 22 = 2321
Area lote 23 = 1036
Area lote 24 = 1982
Area lote 25 = 1777
Area lote 26 = 1793
Infactibilidade = 8758
Funcao objetivo = 4.35192e+013
Tempo para encontrar melhor solucao = 0 s
Tempo computacional = 14 s
*****
Ln 1, Col 1

```

Figura 12. Arquivo do resultado.

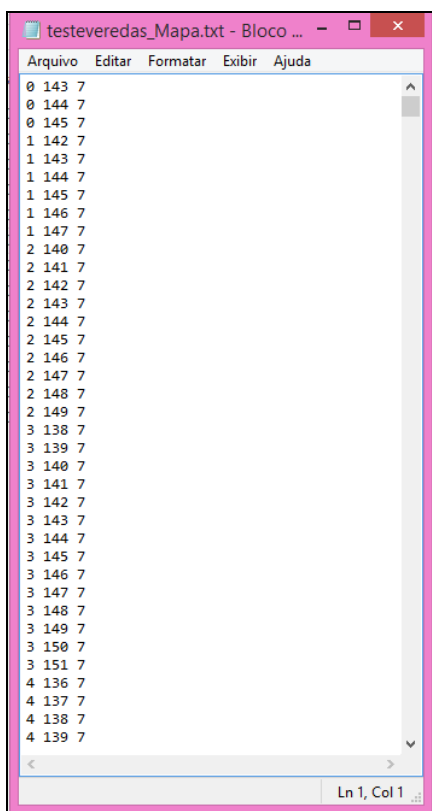


Figura 13. Arquivo do mapa.



Figura 14. Programa GeraMapa.

Para gerar o mapa final do parcelamento, que será apresentado no formato .png, é necessário abrir o programa GeraMapa, parte integrante do SOTER-PA, o qual solicitará o nome do arquivo de saída e sua respectiva extensão (veredas_mapa.png), assim como o número de linhas, colunas e lotes do mapa original em (.txt), conforme Figura 14.



Figura 15. Mapa gerado pelo programa SOTER-PA.

*** Cores de cada lote ***

Número de lotes criados = 26

LOTES:

- Lote 1 : (139 71 93)
- Lote 2 : (255 99 71)
- Lote 3 : (72 61 139)
- Lote 4 : (255 228 225)
- Lote 5 : (118 238 198)
- Lote 6 : (255 235 205)
- Lote 7 : (255 228 225)
- Lote 8 : (0 0 238)
- Lote 9 : (160 82 45)
- Lote 10 : (205 104 57)
- Lote 11 : (28 134 238)
- Lote 12 : (238 180 34)
- Lote 13 : (205 183 158)
- Lote 14 : (102 205 0)
- Lote 15 : (162 181 205)
- Lote 16 : (0 104 139)
- Lote 17 : (139 139 122)
- Lote 18 : (127 255 212)
- Lote 19 : (238 180 180)
- Lote 20 : (102 205 0)
- Lote 21 : (205 51 51)
- Lote 22 : (205 92 92)
- Lote 23 : (205 201 165)
- Lote 24 : (107 142 35)
- Lote 25 : (187 255 255)
- Lote 26 : (0 0 205)

Figura 16. Arquivo de informações com os códigos de cores.

Finalmente, temos o mapa gerado pelo SOTER-PA, como pode ser observado na Figura 15. Entretanto, o resultado final do parcelamento obtido pelo programa é uma imagem, que deve passar por um processo de vetorização por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), neste caso o QGis 2.2.0. Como pode ser observado na Figura 15, os lotes gerados são identificados por cores. Ao gerar o mapa, o programa gera, também, um arquivo de informações com o código numérico correspondente a cada cor identificada no mapa, arquivo este que pode ser visualizado na Figura 16. A identificação dos códigos é feita por meio do link <www.efeitosespeciais.net/tabela.htm>, que direcionará o usuário a uma paleta de cores, conforme ilustrada na Figura 17.

Estes são os códigos das cores básicas aceitas pelos Browser:
[aqua](#), [black](#), [blue](#), [fuchsia](#), [gray](#), [green](#), [lime](#), [maroon](#),
[olive](#), [purple](#), [red](#), [silver](#), [teal](#), [white](#), [yellow](#)

Esta é a tabela com as principais cores e suas referências:

Cor	Valor RGB	Hexadecimal
Snow	255 250 250	#FFFAFA
GhostWhite	248 248 255	#F8F8FF
WhiteSmoke	245 245 245	#F5F5F5
Gainsboro	220 220 220	#DCDCDC
FloralWhite	255 250 240	#FFFAF0
OldLace	253 245 230	#FDF5E6
Linen	250 240 230	#FAF0E6
AntiqueWhite	250 235 215	#FAEBD7
PapayaWhip	255 239 213	#FFEFD5
BlanchedAlmond	255 235 205	#FFEBCD
Bisque	255 228 196	#FFE4C4
PeachPuff	255 218 185	#FFDAB9
NavajoWhite	255 222 173	#FFDEAD
Moccasin	255 228 181	#FFE4B5
Cornsilk	255 248 220	#FFF8DC
Ivory	255 255 240	#FFFFF0
LemonChiffon	255 250 205	#FFFACD
Seashell	255 245 238	#FFF5EE
Honeydew	240 255 240	#F0FFF0
MintCream	245 255 250	#F5FFFA
Azure	240 255 255	#F0FFFF
AliceBlue	240 248 255	#F0F8FF
lavender	230 230 250	#E6E6FA
LavenderBlush	255 240 245	#FFF0F5
MistyRose	255 228 225	#FFE4E1
White	255 255 255	#FFFFFF
Black	0 0 0	#000000

Figura 17. Paleta de cores.

Observa-se, portanto, que o SOTER-PA apresenta-se como uma ferramenta de auxílio no processo de ordenamento territorial dos assentamentos de reforma agrária. No entanto, o programa ainda não foi devidamente testado, isto é, sua viabilidade para o parcelamento de assentamentos rurais não foi exaustivamente comprovada, havendo, portanto, a necessidade de estudos mais direcionados. Assim, conforme já apresentado, esta pesquisa se propõe a comparar os resultados dos parcelamentos apresentados pelo SOTER-PA com os resultados dos parcelamentos realizados pelo INCRA, de forma a identificar se o parcelamento realizado pelo programa gera lotes mais homogêneos do ponto de vista da capacidade produtiva que aquele realizado pelo instituto em questão, resultados estes que serão apresentados no Capítulo 4.

3 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Neste capítulo serão apresentados os assentamentos rurais de reforma agrária selecionados para a realização da pesquisa aqui proposta. Os três assentamentos estão localizados em Minas Gerais, sendo o Projeto de Assentamento (PA) Belo Vale localizado na mesorregião Noroeste; o PA Olhos D'Água na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; e o PA Veredas na mesorregião do Jequitinhonha.

A justificativa para a escolha destes assentamentos está atrelada ao fato do Triângulo Mineiro e do Noroeste de Minas abrigarem a grande maioria dos assentamentos rurais de Minas Gerais. Essas regiões onde predomina a vegetação de cerrado, até o final da década de 1960, eram consideradas inaptas para atividades agrícolas capitalistas, em virtude de seus solos pobres e ácidos, não sendo, portanto, alvo das especulações fundiárias. Com a modernização da agricultura e o conseqüente avanço da fronteira agrícola, houve uma reestruturação do padrão de uso e posse destas terras, resultando na ampliação da concentração fundiária nestas regiões e na conseqüente ampliação dos conflitos fundiários.

Desta forma, as regiões do Triângulo Mineiro e Noroeste de Minas tornaram-se, dentre outras, alvos da ação de movimentos sociais, como o Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra – MST, e o Movimento Terra, Trabalho e Liberdade – MLT, os quais têm como objetivo comum a luta pelo acesso a terra. A ação destes movimentos sociais, assim como do poder público diante de tais reivindicações e da estrutura fundiária vigente, possibilitou a implementação de um número expressivo de assentamentos rurais nessas regiões, principalmente, na segunda metade da década de 1990, dentre eles o PA Belo Vale e o PA Olhos D'Água. Dessa forma, essas regiões possuem uma configuração territorial que articula a dimensão capitalista da produção de grãos e pecuária intensiva com o grande número de assentamentos rurais.

Já o PA Veredas foi selecionado por ter sido analisado, em pesquisa anterior, por Santos Júnior (2007), que apresentou os resultados do parcelamento deste assentamento, realizado a partir da primeira versão de construção de algoritmo para parcelamento dos assentamentos rurais. Outra justificativa para escolha desses assentamentos se refere à existência de base cartográfica digital dos mesmos, elaborada e disponibilizada no formato shapefile, pela Equipe Técnica UFV/FUNARBE, vinculada ao Grupo Assentamentos.

Assim, uma vez definidas as áreas de estudo desta investigação, buscou-se fazer uma breve caracterização das mesmas, a partir de um sucinto resgate histórico, bem como das

principais características do meio físico, ressaltando que a análise conjunta da influência de elementos como relevo, vegetação, solo e recursos hídricos resulta no processo de avaliação da aptidão agrícola das terras, delineada por Ramalho Filho et al (1978), utilizada nesta pesquisa como função de otimização para o ordenamento territorial dos assentamentos rurais de reforma agrária.

As informações sobre os projetos de assentamento que serão apresentadas, quais sejam PA Belo Vale, PA Olhos D'Água e PA Veredas, estão contidas nos seus respectivos documentos de Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento, disponibilizados pela Equipe Técnica da UFV/FUNARBE. Parte dessas informações estão disponíveis no site <www.assentamentos.com.br>.

3.1 PA Olhos D'Água

3.1.1 Informações gerais

De acordo com o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de *Assentamento do PA Olhos D'Água* (INCRA, 2003), a área onde atualmente localiza-se o assentamento pertencia ao Banco do Brasil, a qual foi adquirida como pagamento de dívidas contraídas pelo antigo proprietário da Fazenda Olhos D'Água. A instituição proprietária já havia realizado vários leilões, porém sem sucesso de venda quando, poucos dias antes de uma nova tentativa de venda, 16 famílias de trabalhadores rurais de Uberaba/MG, organizados e representados pelo MST, ocuparam a área. A ocupação ocorreu em junho de 1998, de forma pacífica, sem nenhum tipo de conflito com o então arrendatário da fazenda. No processo de vistoria, realizado pelo INCRA, a área foi considerada improdutiva em função da inexistência de produção agrícola nos últimos quatro anos, sendo iniciados os encaminhamentos para a incorporação da mesma no programa de reforma agrária.

De acordo com o mesmo documento, após a ocupação inicial da Fazenda Olhos D'Água pelas 16 famílias, outras 44 selecionadas pelo MST foram incorporadas ao grupo que chegou a 60 famílias. Estas famílias permaneceram acampadas sob precárias condições, em barracas de lona por um ano e meio. Nesse período, dependiam da assistência de órgãos públicos, programas sociais governamentais, bem como de instituições de caridade para sobrevivência no acampamento. Em virtude das dificuldades vivenciadas e do longo tempo decorrido e da impossibilidade de todas serem assentadas no mesmo imóvel devido às

limitações de sua área, muitas famílias acabaram abandonando o acampamento, restando apenas 27 no momento da criação formal do assentamento.

O PA Olhos D'Água está situado no município de Sacramento, na Microrregião de Araxá, Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, estando localizado a cerca de 50 km da sede municipal (Figura 18). Na região há predominância da atividade agropecuária, com destaque para a pecuária de corte e para a produção de batata e de grãos, principalmente, arroz, feijão, milho e soja, além de estar entre as maiores produtoras de café do país. Nesse sentido, ressalta-se que a maioria das famílias assentadas trabalhava como boias-frias na colheita de café e de batatas nas fazendas da região (INCRA, 2003).

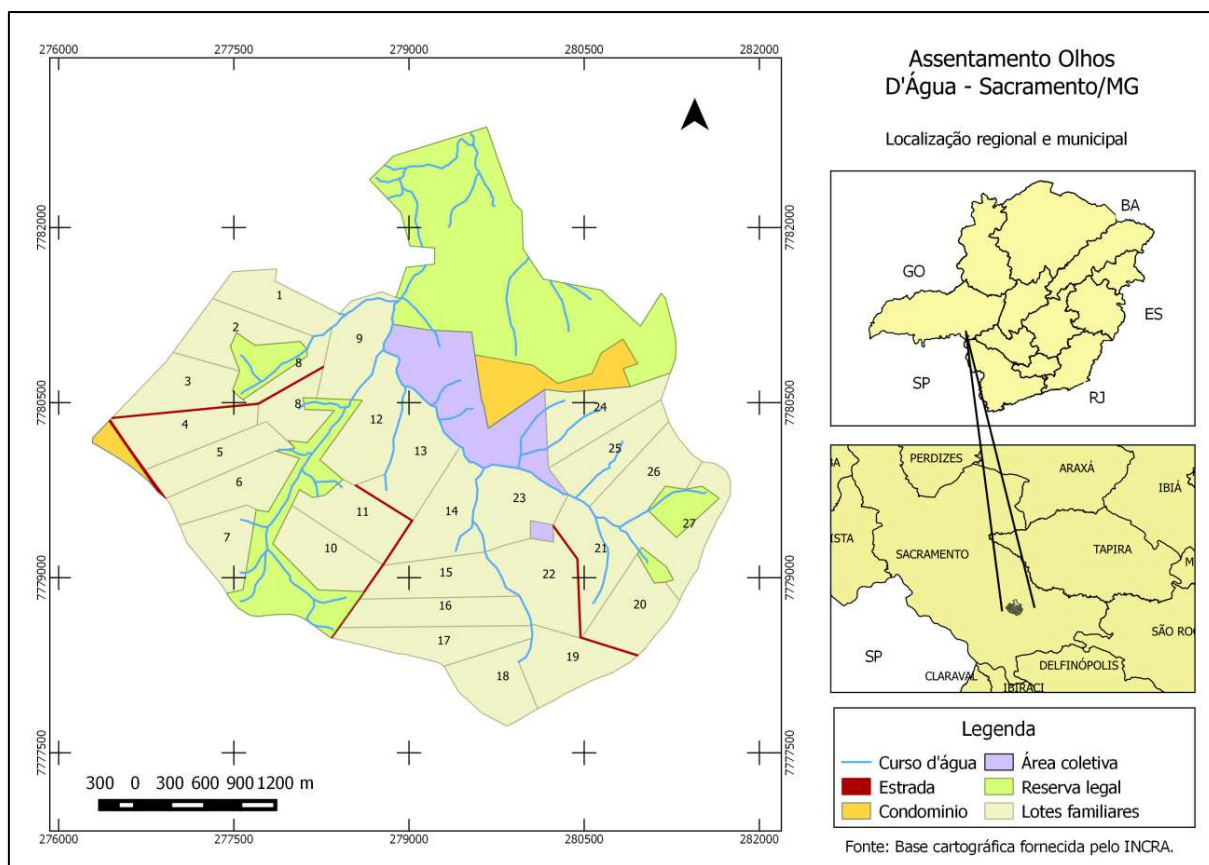


Figura 18. Projeto de Assentamento Olhos D'Água, Sacramento, MG.

Fonte. Elaborado pela autora

O projeto de assentamento foi oficialmente criado pelo INCRA em 25 de janeiro 1999, com um total de 27 famílias distribuídas em uma área de 1.514,0013 ha, conforme indicado no diagnóstico analisado. Apesar de ter sido instituído há 16 anos da realização desta pesquisa, dados recentes do INCRA (2014) revelam que esse assentamento ainda não foi consolidado, encontrando-se em fase de estruturação (Fase 05).

Quadro 04. Organização territorial do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.

Lotes - Unidades	Área (ha)	Lotes – Unidades	Área (ha)
01	31,6928	19	36,8765
02	31,6313	20	36,3840
03	35,0102	21	39,4118
04	38,2224	22	44,3021
05	31,9449	23	38,9290
06	34,9595	24	40,2652
07	29,2437	25	35,9204
08	32,9437	26	37,4855
09	38,0391	27	36,0966
10	36,6091	Área Comunitária	2,9807
11	35,3916	Área do Condomínio 1	6,9528
12	44,2032	Área do Condomínio 2	37,7737
13	44,3009	Área Coletiva	87,4541
14	43,1329	Estrada	6,4880
15	36,8377	Reserva Legal 1	19,9148
16	37,5615	Reserva Legal 2	77,1216
17	36,1977	Reserva Legal 3	4,2431
18	34,1752		

Fonte: Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento, 2003.

O processo de ordenamento do território do PA Olhos D'Água se deu, conforme ressaltado anteriormente e apresentado no Quadro 04, com o delineamento de 27 lotes familiares, com tamanho médio de 36,95 hectares; de 03 áreas coletivas de reserva legal, correspondendo a 24,74% da área total do imóvel e atendendo, portanto, as determinações da legislação vigente; 01 área comunitária, destinada à implantação das infraestruturas de uso coletivo, além de três áreas de produção coletiva, denominadas “Área Coletiva”, “Condomínio 1” e “Condomínio 2”.

3.1.2 Caracterização do meio físico

Conforme constatado no Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental do PA Olhos D'Água, o clima predominante na região onde se localiza o assentamento, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo Aw, característico dos climas úmidos tropicais, com verões chuvosos e invernos secos. Desta forma, o período de chuvas estende-se de novembro a março, enquanto o período mais seco corresponde aos meses de junho a agosto. A região

possui temperatura média anual de 20,4 °C, com média máxima de 26,5 °C e mínima de 15,7 °C. A precipitação média anual varia entre 1200 mm e 1800 mm.

Quanto à geomorfologia da área do PA Olhos D'Água, constata-se, a partir do mesmo diagnóstico, que o relevo da região é formado por extensos planaltos com capeamento sedimentar e depressões amplas dispostas na direção dos principais rios da região. O relevo da área de estudo é predominantemente suave ondulado, com cerca de 50% da área constituída por esta classe de relevo, embora parte considerável da área, aproximadamente 25%, seja constituída de relevo mais íngreme, forte ondulado, fator limitante para a atividade agrícola, principalmente, em um contexto de baixo investimento tecnológico.

Foram identificadas, de acordo com o documento analisado, cinco unidades de mapeamento de solos no PA Olhos D'Água, com predominância dos Latossolos Vermelhos, ocupando 58% da área total do assentamento, seguida dos Cambissolos Háplicos, que ocupam 37% da área total. Chama a atenção a ocorrência de voçorocas em aproximadamente 3% da área do assentamento, o que evidencia estágios avançados de processos erosivos que devem ser contidos de forma a não comprometer a qualidade ambiental da área.

O município de Sacramento situa-se na divisa da área de drenagem das bacias do rio Paranaíba, a terceira maior bacia hidrográfica do país, e da bacia do rio Grande, a qual tem influência direta no município de Sacramento, tanto pela sua extensa área de drenagem, como também pela existência de usinas hidrelétricas em seu leito, como a Represa de Jaguará e a Represa de Estreito. Mas, de uma maneira geral, a principal referência em relação à malha hidrográfica do PA Olhos D'Água é a bacia do rio Paranaíba, bem como a sub-bacia do rio Araguari, que drena os recursos superficiais do assentamento (INCRA, 2003).

O assentamento está inserido no Bioma Cerrado apresentando diferentes tipos de vegetação, com predominância do cerrado sentido restrito, caracterizado, de maneira geral, por apresentar árvores de pequeno porte, com troncos tortuosos e cascas grossas.

A avaliação da aptidão agrícola das terras do PA Olhos D'Água mostra que cerca de 60% da área deste assentamento é apta para produção agrícola, porém inapta para o nível de manejo A que, entretanto, é o nível de manejo que condiz com a realidade dos assentados frente à baixa disponibilidade de recursos para investimento e custeio de implementos e tecnologias que favoreçam a produção.

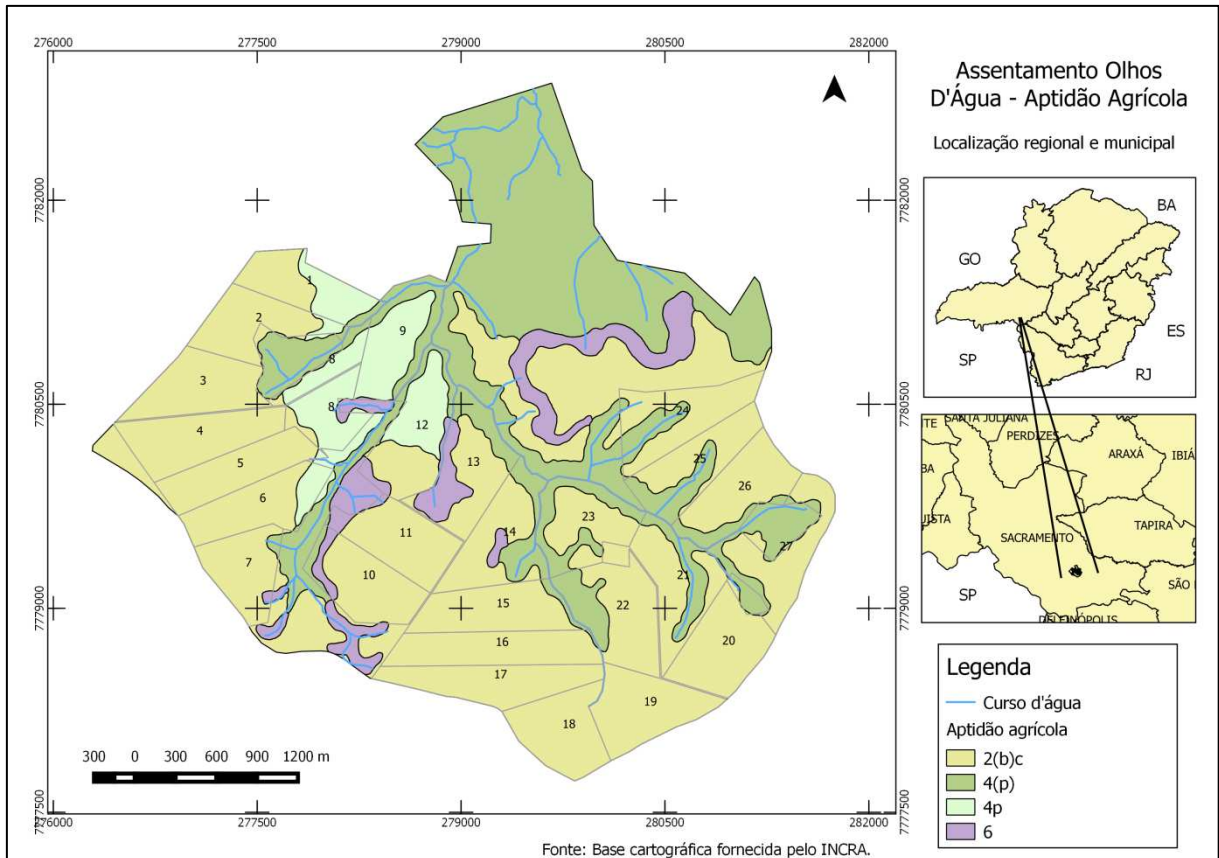


Figura 19. Mapa de aptidão agrícola das terras do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.
 Fonte. Elaborado pela autora.

Além das terras cultiváveis, dentre os 40% restantes da área total do assentamento, cerca de 35% são aptas para pastagem plantada, embora com fortes limitações para a produção sustentada desse tipo de uso da terra. E por fim, constata-se que pouco mais de 5% da área só pode ser utilizada para preservação da fauna e flora. O mapa de aptidão agrícola do PA Olhos D'Água, bem como a descrição da aptidão agrícola do mesmo, podem ser observados na Figura 19 e no Quadro 05.

Quadro 05. Aptidão agrícola das terras, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.

Aptidão Agrícola	Descrição	Área (ha)	%
2(b)c	Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para lavouras, no nível de manejo C, a classe de aptidão Restrita no nível de manejo B e a classe de aptidão inapta no nível de manejo A.	886,7393	58,57
4p	Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para pastagem plantada.	102,0048	6,74
4(p)	Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem plantada.	441,3879	29,15
6	Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.	83,8775	5,54

Fonte: Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento, 2003.

3.2 Projeto de Assentamento Belo Vale

3.2.1 Informações gerais

O PA Belo Vale está situado no município de Paracatu, na Microrregião de Paracatu e Mesorregião Noroeste de Minas Gerais, como pode ser observado na Figura 20. No município de Paracatu, assim como em parte considerável da região Noroeste de Minas Gerais, predomina a atividade agropecuária, com destaque para a pecuária extensiva, bem como para a produção de grãos, principalmente, a soja, o feijão e o milho (INCRA, 2003).

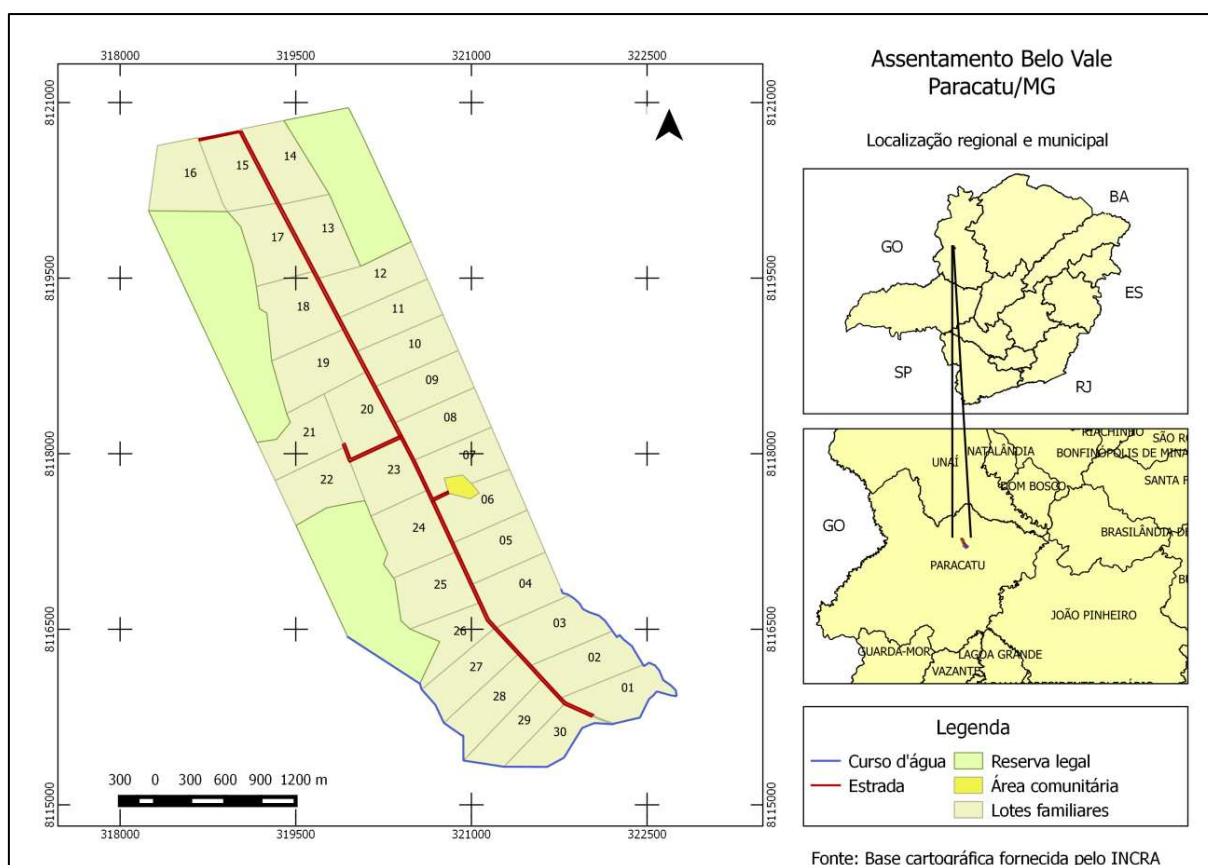


Figura 20. Projeto de Assentamento Belo Vale, Paracatu, MG

Fonte: Elaborado pela autora

Existem, atualmente, em Paracatu, 11 projetos de assentamento, totalizando uma área de aproximadamente 35.000 hectares, o que representa cerca de 4% do território do municipal (INCRA, 2014). O número expressivo de assentamentos rurais em Paracatu é resultado da intensificação dos conflitos fundiários na região, principalmente na década de 1990, que levaram à ampliação da demanda por terras, ressaltando, neste período, a forte presença do

Movimento Sindical dos Trabalhadores Rurais, apoiado pela Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais (FETAEMG), bem como por seus sindicatos filiados.

Um breve histórico de criação do PA Belo Vale mostra que as famílias assentadas são em sua maioria originárias do município de Paracatu e possuem trajetória de vida e trabalho associada ao meio rural. Elas se inscreveram no Programa Nacional de Reforma Agrária por meio do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Paracatu, o qual lhes forneceu informações acerca das negociações que vinham sendo realizadas entre o INCRA e o dono da até então Fazenda Belo Vale. Nesse sentido, a ausência de vagas no assentamento Nova Lagoa Rica, onde estas famílias residiam, fez com que elas se deslocassem para a Fazenda Belo Vale, onde ficaram acampadas por 90 dias, antes da concretização das negociações sobre a destinação do imóvel para a reforma agrário, que veio a se realizar em 11 de agosto de 1999, data oficial da criação do PA Belo Vale (INCRA, 2003).

A área foi inicialmente ocupada por 26 famílias, sendo que outras quatro cadastradas na lista de espera do INCRA foram incorporadas ao projeto de assentamento, que foi criado, portanto, com um total de 30 famílias assentadas, em uma área de 1.082,5189 hectares. Apesar de ter sido criado há 16 anos, o assentamento encontra-se em estruturação (Fase 05), não tendo ainda sido consolidado (INCRA, 2003).

Quadro 06. Organização territorial do PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.

Lotes - Unidades	Área (ha)	Lotes – Unidades	Área (ha)
01	25,6329	19	31,2515
02	28,0124	20	27,0291
03	30,8152	21	27,9064
04	28,3936	22	27,4802
05	26,8872	23	25,5247
06	26,0621	24	31,4575
07	24,7299	25	29,3198
08	26,6769	26	20,9956
09	26,3759	27	26,4576
10	26,4793	28	27,4230
11	26,6230	29	24,5642
12	28,8892	30	19,1668
13	27,4302	Estrada	7,2771
14	28,5700	Reserva 01	65,1082
15	26,4870	Reserva 02	104,0397
16	30,1905	Reserva 03	82,7843
17	28,1039	Área comunitária	3,7825
18	34,2031		

Fonte: Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento, PA Belo Vale, 2003.

O processo de organização territorial do PA Belo Vale se deu, conforme ressaltado, com a criação de 30 lotes familiares, com tamanho médio de 30,24 hectares, 03 áreas de reserva legal e 01 área comunitária. As unidades territoriais do assentamento com suas respectivas áreas podem ser visualizadas no Quadro 06.

3.2.2 Caracterização do meio físico

Conforme apresentado pelo INCRA (2003), o clima da região de Paracatu, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Awa, o qual corresponde ao clima tropical chuvoso de savanas, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco. A região onde se localiza o assentamento possui temperatura média anual de 24 °C, com média máxima de 32 °C e mínima de 16 °C. A variação sazonal da precipitação durante o ano é bem definida, com chuvas mais intensas nos meses de dezembro e janeiro, sendo junho e julho os meses mais secos. A precipitação média anual é de 1438,7 mm.

Quanto à geomorfologia da área do PA Belo Vale, constata-se, a partir do mesmo documento, que o relevo da região é formado, basicamente, por extensos planaltos com capeamento sedimentar e depressões amplas dispostas na direção dos principais rios da região. O relevo da área de estudo é predominantemente plano a suave-ondulado, com cerca de 90% da área constituída por estas classes de relevo, com um percentual menor constituído por relevo ondulado a forte-ondulado.

Foram identificadas seis unidades de mapeamento de solos no PA Belo Vale, conforme INCRA (2003), com predominância dos Latossolos Vermelhos, ocupando cerca de 40% da área total do assentamento, bem como dos Argissolos Vermelhos, que ocupam cerca de 37% da área total.

O PA Belo Vale encontra-se inserido na Bacia do Rio São Francisco e na sub-bacia do Rio Paracatu, o qual desagua à margem direita do grande Chico. Entretanto, verifica-se a escassez de rede hidrográfica especificamente na área do assentamento, a qual se resume ao Córrego Traíras, que deságua no Ribeirão São Pedro e faz a divisa ao Sul do assentamento. Além disso, o assentamento está inserido no Bioma Cerrado, caracterizado por apresentar vegetação de pequeno porte, com galhos retorcidos e folhas grossas (INCRA, 2003).

No que tange a aptidão agrícola das terras do PA Belo Vale, verifica-se que cerca de 80% da área total do assentamento é apta para a produção de lavouras, sendo que os demais 20% possuem como possibilidade de utilização a pastagem plantada e a pastagem natural,

além da preservação da fauna e flora. O mapa de aptidão agrícola do assentamento, bem como a descrição da aptidão agrícola do mesmo, podem ser visualizados na Figura 21 e no Quadro 07.

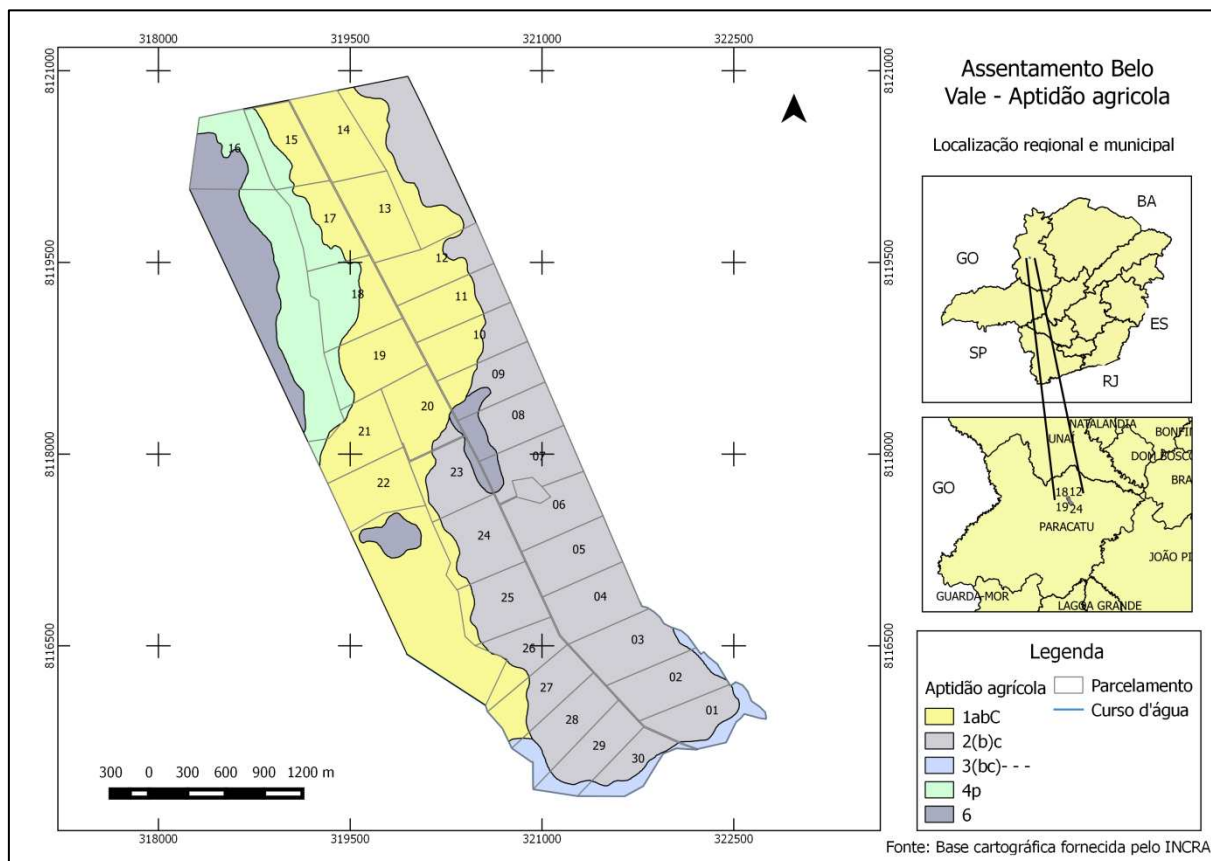


Figura 21. Mapa de aptidão agrícola das terras do PA Belo Vale, Paracatu, MG.

Fonte. Elaborado pela autora

Quadro 07. Aptidão agrícola das terras, PA Belo Vale, Paracatu, MG.

Aptidão Agrícola	Descrição	Área (ha)	%
1abC	Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para lavouras, nos níveis de manejo A e B e a classe de aptidão Boa no nível de manejo C.	400,0569	36,95
2(b)c	Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para lavouras, no nível de manejo C, a classe de aptidão Restrita no nível de manejo B e a classe de aptidão inapta no nível de manejo A.	447,9586	41,38
3(bc)	Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e a classe de aptidão inapta no nível de manejo A.	26,0577	2,41
4p	Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para pastagem plantada.	120,8645	11,16
6	Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.	87,1888	8,05

Fonte: Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento, PA Belo Vale, 2003.

Desta forma, as melhores terras para produção agrícola ocupam 37% do assentamento, as quais possuem aptidão Boa para lavouras, no nível de manejo C, e Regular nos níveis de manejo A e B. Já a maior área do PA Belo Vale, cerca de 41%, pertence ao subgrupo de aptidão agrícola 2(b)c, que apresenta terras com aptidão Regular para lavouras no nível de manejo C, aptidão Restrita para lavouras no nível de manejo B, bem como aptidão inapta no nível de manejo A.

Logo, uma análise do PA Belo Vale a partir da aptidão agrícola das terras permite constatar que as condições ambientais do assentamento são favoráveis à produção agrícola, porém, nem sempre sob as condições de manejo que condizem com a realidade das famílias assentadas, que na maioria das vezes não possuem capital para investimento em tecnologias de produção e manejo do solo. Sendo assim, dos 80% da área total do assentamento que são aptas para a produção agrícola, mais da metade é inapta para este tipo de uso no nível de manejo A.

3.3 PA Veredas

3.3.1 Informações gerais

De acordo com o INCRA (2003), a área onde foi criado o PA Veredas denominava-se Fazenda Córrego Comprido e pertencia a um fazendeiro que produzia mangas e criava gado. Interessado em vender suas terras, o até então proprietário procurou diretamente o INCRA, com o qual realizou as negociações, não havendo necessidade de ocupação da área por parte dos trabalhadores. O Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Padre Paraíso, por meio de uma lista de famílias cadastradas para acesso a novos assentamentos, selecionou 25 famílias da região, além de uma família que era posseira na então fazenda e trabalhava para o antigo dono, totalizando, pois, 26. Dentre as famílias que foram selecionadas para viver no assentamento, havia muitos posseiros da região, conforme apontando no Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental do PA Veredas.

O assentamento localiza-se no município de Padre Paraíso, mesorregião do Jequitinhonha e microrregião de Araçuai, estando situado a cerca de 32 km da sede do município (Figura 22). Na região há predominância da atividade agropecuária, destacando a pecuária extensiva, bem como a produção de grãos, como arroz, feijão e milho, porém em precário estágio de modernização tecnológica (INCRA, 2003).

O PA Veredas foi oficialmente criado em 01 outubro de 1997, com uma área de 1.197,9707 hectares, beneficiando um total de 26 famílias. Assim como nos assentamentos apresentados anteriormente, apesar do PA Veredas ter sido criado há 17 anos, o mesmo ainda se encontra em fase de estruturação (Fase 05), não tendo sido consolidado. Ressalta-se, também, a existência de outro assentamento no município de Padre Paraíso, o PA Córrego Comprido, o qual faz divisa com o PA Veredas, tendo sido criado 10 anos antes, em 1987 (INCRA, 2003; INCRA, 2014).

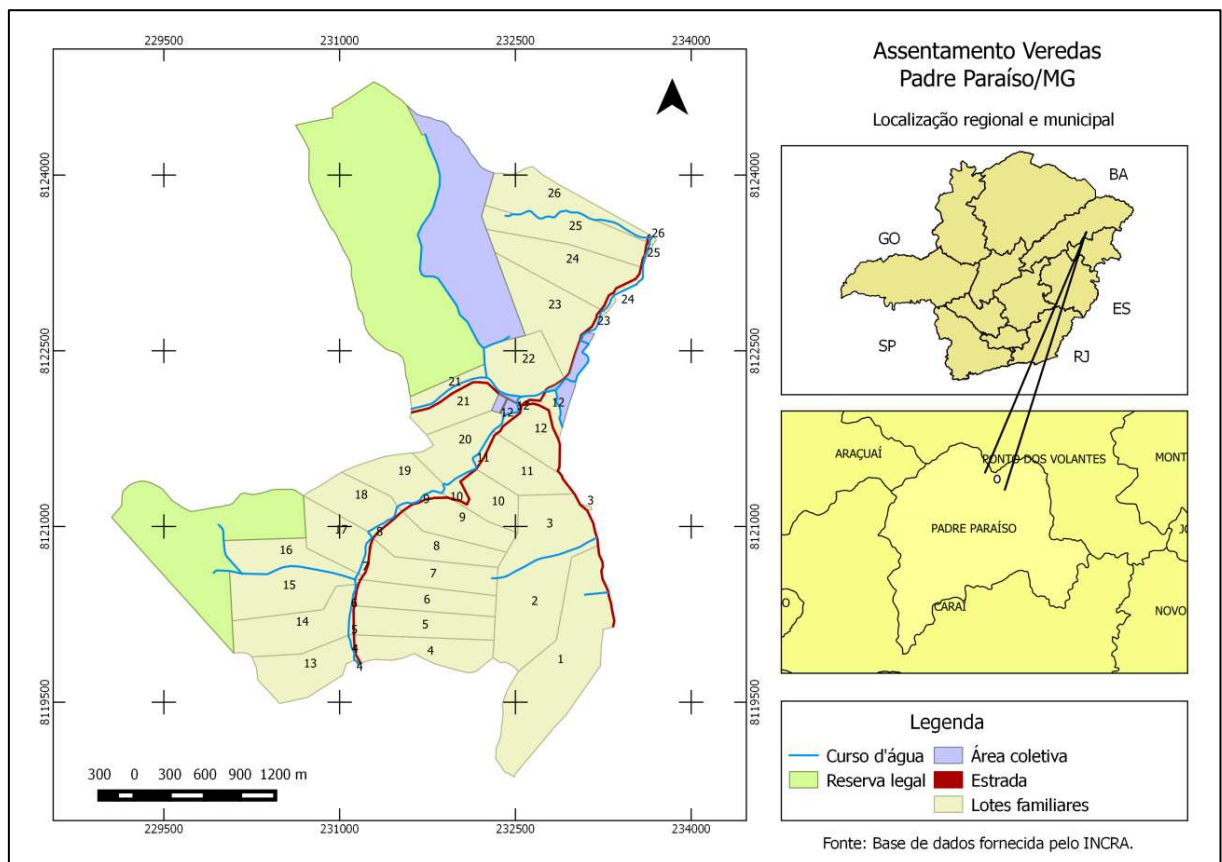


Figura 22. Projeto de Assentamento Veredas, Padre Paraíso, MG.

Fonte. Elaborado pela autora.

O delineamento das unidades territoriais no PA Veredas pode ser observado na Figura 22, assim como pela descrição do parcelamento apresentada no Quadro 08. Desta forma, conforme ressaltado, foram criados 26 lotes familiares, com tamanho médio de 30,24 hectares; 02 áreas coletivas de reserva legal, totalizando 25,39% da área total do imóvel e atendendo, portanto, as determinações da lei vigente; 02 área comunitárias, destinada à alocação das infraestruturas de uso coletivo.

Quadro 08. Organização territorial do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.

Lotes - Unidades	Área (ha)	Lotes – Unidades	Área (ha)
1	81,7590	17	21,3470
2	47,8041	18	21,3454
3	34,8932	19	21,4429
4	25,8135	20	23,5676
5	27,6170	21	25,4326
6	24,4798	22	27,0803
7	28,5079	23	37,5851
8	25,0768	24	41,1907
9	24,0947	25	32,3505
10	18,8550	26	30,3276
11	23,6807	Área Comunitária 1	2,7977
12	22,2423	Área Comunitária 2	7,5698
13	28,0956	Área Coletiva	89,7575
14	35,0780	Estradas	10,1410
15	33,9481	Reserva Legal 1	205,8484
16	22,6681	Reserva Legal 2	98,3801

Fonte: Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento, 2003.

3.3.2 Caracterização do meio físico

O clima predominante da região onde se localiza o PA Veredas, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo Awa de savana, sendo, portanto, um clima tropical úmido, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos. A distribuição média anual da precipitação, bem como a temperatura e a umidade relativa, apontam para um clima quente, semi-úmido e moderadamente chuvoso. Sendo assim, a temperatura média anual varia em torno dos 22 °C, sendo a média mínima de 17,2 °C e a máxima de 27,9 °C. Já a precipitação anual nesta região varia em torno de 887 mm (INCRA, 2003).

No que tange a geomorfologia, constata-se a predominância de relevo íngreme no PA Veredas, onde predominam as classes de relevo forte ondulado e montanhoso, classes que representam cerca de 50% da área do assentamento. As áreas planas estão restritas às áreas de várzeas estreitas, ocupando cerca de 20% do assentamento, ressaltando também a existência de áreas de relevo escarpado, que representam cerca de 5%, onde há ocorrência de afloramento rochoso (INCRA, 2003).

Foram identificadas dez unidades de mapeamento de solos, de acordo com o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental do assentamento, com a predominância de Cambissolos Háplicos, ocupando cerca de 50% da área, bem como dos Argissolos Vermelho-

amarelos, que ocupam 28% da área. Em menores proporções também foram identificadas áreas de Latossolos Vermelho-amarelos, Neossolos Litólicos e Gleissolos Háplicos.

O município de Padre Paraíso está sob a influência de duas grandes bacias hidrográficas federais, a do rio Jequitinhonha e a do rio Mucuri, estando o PA Veredas situado na margem direita da área de drenagem do rio Jequitinhonha, na sub-bacia do ribeirão São João. A rede hidrográfica do assentamento conta com os córregos Comprido, Veredas, Casa de Pedra, córrego do Queimado e córrego do Logradouro, além da existência das nascentes do Lameiro e do Brejão, bem como a gruta do Burro (INCRA, 2003).

A área do PA Veredas está inserida no bioma do semiárido brasileiro, constituído pela vegetação de caatinga arbórea-arbustiva, caatinga arbustiva e floresta tropical caducifólia, as quais englobam formações vegetais distintas, embora de uma maneira geral, apresentem características em comum, como o xerofitismo, vegetação de porte médio a alto, com plantas espinhosas e raízes profundas.

No que diz respeito à aptidão agrícola das terras do PA Veredas, verifica-se que 95% da área total do assentamento não é apta para a produção de lavouras, tendo como possibilidade de utilização das terras a pastagem plantada e a pastagem natural, além da preservação da fauna e flora. Mesmo nos 5% restantes das terras que são aptas para a produção agrícola, parte significativa possui aptidão restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C, indicando terras que apresentam fortes limitações para a produção sustentada desse tipo de utilização, que reflete práticas de médio a alto nível tecnológico, exigindo aplicação de capital para o manejo das terras.

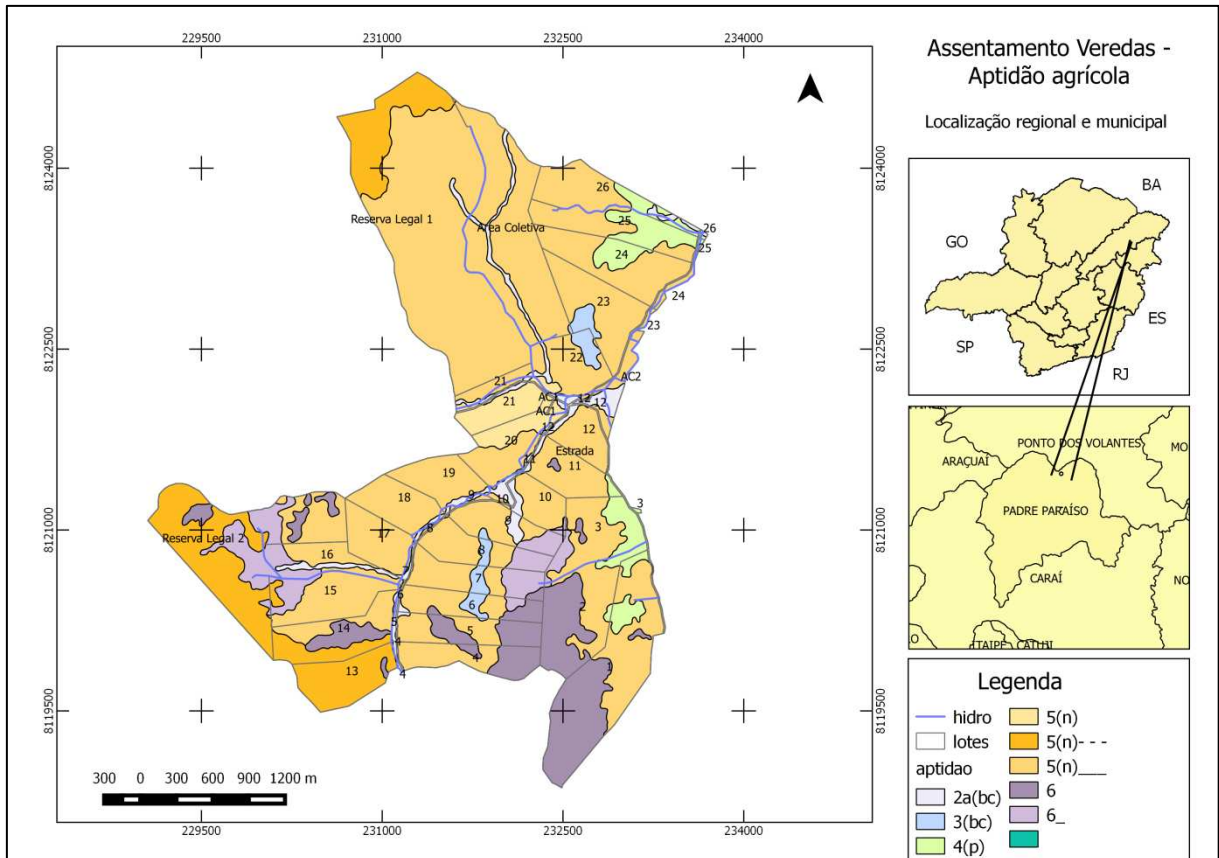


Figura 23. Mapa de aptidão agrícola das terras do PA Veredas, Padre Paraíso, MG.
 Fonte. Elaborado pela autora.

Quadro 09. Aptidão agrícola das terras, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.

Aptidão Agrícola	Descrição	Área (ha)	%
2a(bc)	Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para lavouras, no nível de manejo A, e a classe de aptidão Restrita nos níveis de manejo B e C.	41,2575	3,44
3(bc)	Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e a classe de aptidão inapta no nível de manejo A.	17,1537	1,43
4(p)	Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem plantada.	49,8673	4,16
5(n)	Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem natural.	924,4086	76,98
6	Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.	168,1005	14,03

Fonte: Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento, 2003.

Logo, uma análise do PA Veredas a partir da aptidão agrícola das terras permite constatar que as condições ambientais do assentamento não são favoráveis à produção agrícola e, quando são, em apenas 5% do imóvel, estão relacionadas aos níveis de manejo B e C, os quais não condizem com a realidade das famílias assentadas que, de uma maneira geral,

não possuem capital para investimento em tecnologias de produção e manejo do solo. O mapa de aptidão agrícola do assentamento, bem como a descrição dos subgrupos de aptidão agrícola identificados, podem ser visualizados na Figura 23 e no Quadro 09.

3.4 Ordenamento territorial dos assentamentos

Neste capítulo procuramos apresentar o contexto geral no qual as áreas de estudo, quais sejam o PA Olhos D'Água, PA Belo Vale e PA Veredas, encontram-se envolvidas. Desta forma, a análise conjunta das características físicas dos mesmos, nosso foco analítico, que envolvem elementos relativos ao clima, vegetação, hidrografia, solos e aptidão agrícola, nos possibilita fazer algumas inferências acerca do processo de ordenamento territorial realizado pelo INCRA nos assentamentos analisados.

Nesse sentido, partindo da aptidão agrícola das terras como variável de análise do ordenamento nesses assentamentos, constata-se que as três áreas possuem significativas restrições de uso e manejo do solo, situação agravada considerando-se que os níveis de manejo nem sempre são condizentes com a realidade das famílias assentadas que, majoritariamente, não possuem capital para investimentos em tecnologias que auxiliem na produção agropecuária, muito menos recebem assistência técnica, prevista nas etapas formais de implementação dos projetos de reforma agrária.

O caso mais grave é o do PA Veredas que, do ponto de vista da aptidão agrícola das terras, possui 95% da área inapta para produção de lavouras, restando como possibilidade de uso a pastagem plantada e a pastagem natural, bem como a preservação da fauna e flora. Na região onde o PA Veredas encontra-se inserido, conforme ressaltado, há predominância da pecuária extensiva, atividade que também é observada nesse assentamento, de acordo com o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental (INCRA, 2003) do mesmo. Entretanto, em um contexto ambiental de relevo forte ondulado e montanhoso, com evidências de afloramento rochoso em áreas escarpadas e com restrições hídricas nos períodos de seca, torna-se evidente a necessidade de intensa aplicação de capital para o uso e manejo do solo. Desta forma, impossibilitadas de investir em tecnologias de produção, as famílias do PA Veredas se restringem à produção para o autoconsumo, o que resulta, pois, na baixa integração com o mercado, tanto em relação à aquisição de insumos como à comercialização de excedentes e, conseqüentemente, na baixa geração de renda destas famílias.

Verifica-se, portanto, que as características físicas e ambientais podem interferir diretamente na vida das famílias assentadas que, como no caso do PA Veredas, ficam restritas à produção para o autoconsumo, pela impossibilidade financeira de maiores investimentos. Desta forma, ressalta-se a importância da análise prévia da qualidade das terras a serem incorporadas ao Plano Nacional de Reforma Agrária, uma vez que a reforma agrária não deve possibilitar apenas o acesso à terra, mas também condições para a geração de renda, aumento da qualidade de vida das famílias assentadas e proteção dos recursos naturais, no âmbito do desenvolvimento rural regional.

No que tange o processo de ordenamento do PA Veredas, verifica-se a partir do mapa de cobertura vegetal do assentamento (Figura 24), que o delineamento da reserva legal priorizou as áreas com cobertura vegetal nativa, as quais abrangem 51,21% do imóvel. No mapa, essas áreas são representadas pela tonalidade acinzentada e indicam áreas de transição de caatinga e floresta caducifólia, já a tonalidade alaranjada representa as áreas de pastagem. Há ainda a ocorrência de faixas de mata de galeria ao longo do curso d'água, indicada pela cor verde no mapa, mas que abrangem apenas 3,13% da área do assentamento e, por isso, quase não são perceptíveis na figura. Ressalta-se, nesse sentido, a definição de reserva legal, contida no Artigo 3º do Código Florestal Brasileiro, segundo o qual se caracteriza como uma:

área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

Sendo assim, conforme prevê o Artigo 12:

Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel, excetuados os casos previstos no art. 68 desta Lei:

I - localizado na Amazônia Legal:

- a) 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas;
- b) 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado;
- c) 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais;

II - localizado nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento) (BRASIL, 2012).

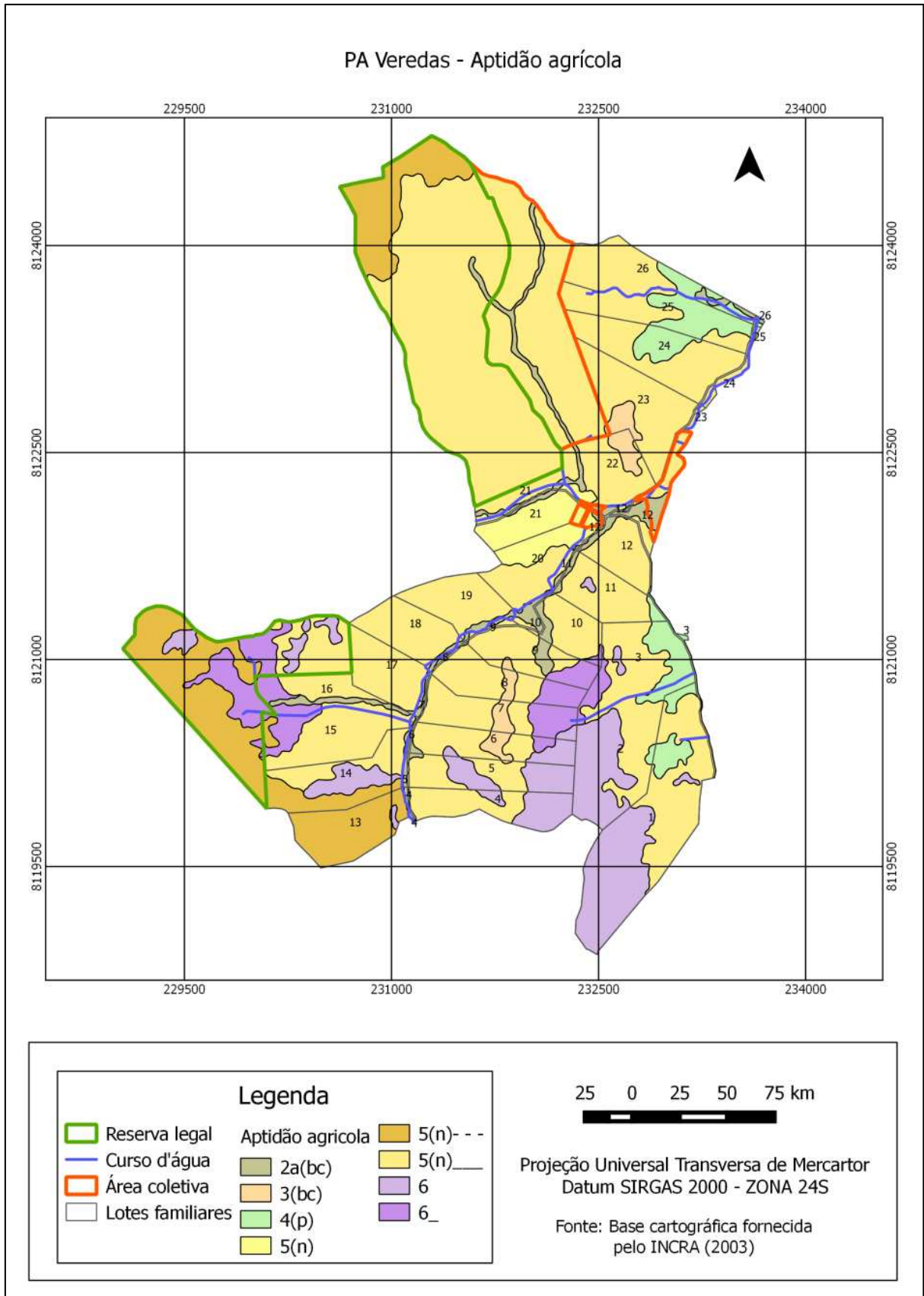


Figura 25. Mapa de aptidão agrícola do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.
 Fonte: Elaborado pela autora.

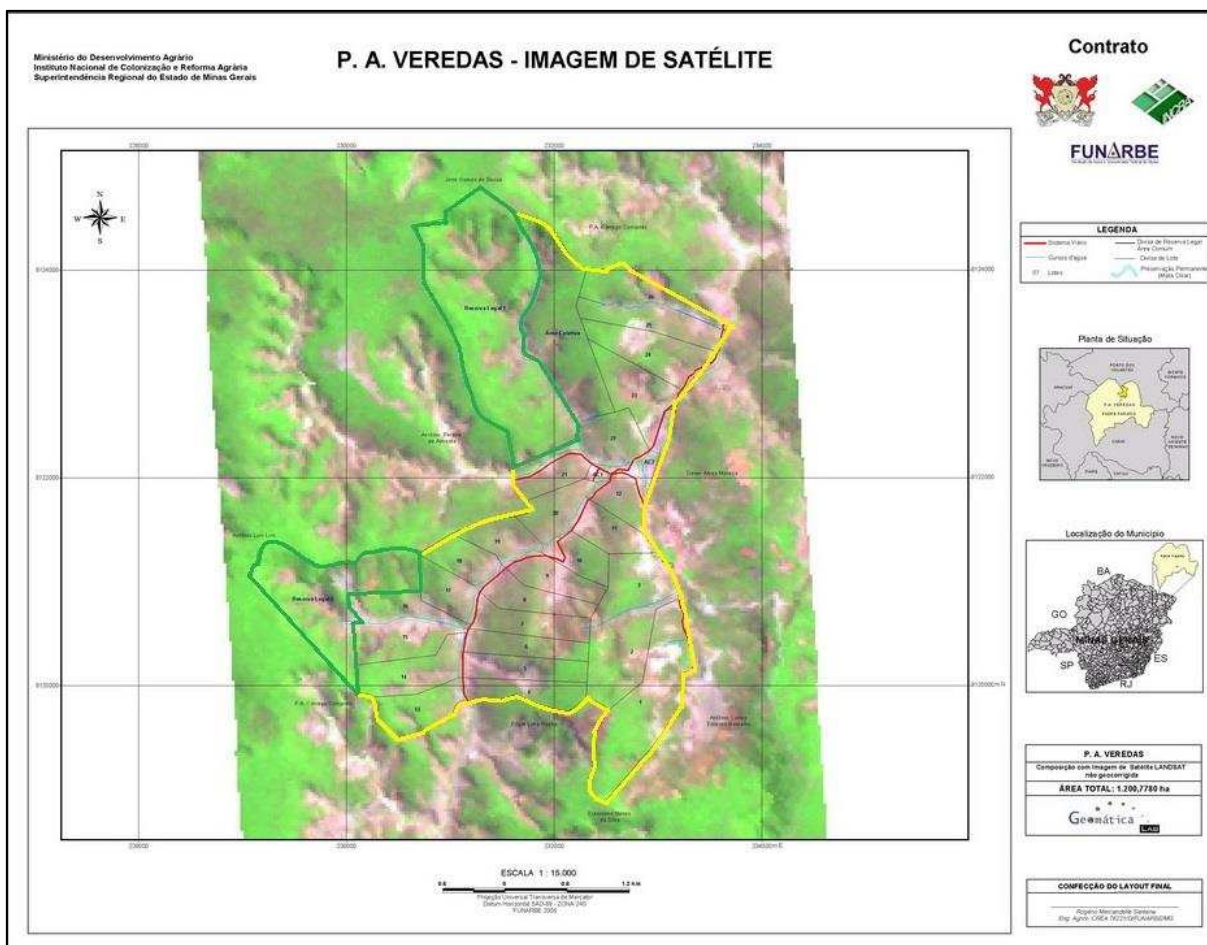


Figura 26. Mapa da imagem de satélite do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.
 Fonte: Grupo de Pesquisa Assentamentos¹⁶.

Ainda no que diz respeito ao ordenamento territorial do PA Veredas constata-se que, do ponto de vista da aptidão agrícola das terras, as áreas de reserva legal encontram-se localizadas em áreas com restrições para pastagem natural, representadas pelo subgrupo 5(n)-- e 5(n)___, bem como em áreas destinadas à proteção da fauna e flora, representadas pelo subgrupo 6 e 6_ (Figura 25). Desta forma, as áreas de reserva legal abrangem também terras com baixa qualidade produtiva do ponto de vista da aptidão agrícola.

Entretanto, tendo em vista a perspectiva do planejamento ambiental, delimitada por Santos e Silva (2014), a partir da qual se procura aliar fatores sociais, econômicos e ambientais na tomada de decisões, é possível observar a partir da análise conjunta dos mapas de cobertura vegetal e de aptidão agrícola, bem como da imagem de satélite, que existem outras áreas com pior qualidade produtiva e com presença de vegetação nativa que poderiam ter sido utilizadas para a alocação da reserva legal, a fim de destinar as áreas com melhor

¹⁶ Mapa disponível em
 <<http://www.assentamentos.com.br/portal/modules.php?name=coppermine&file=displayimagepopup&pid=317&fullsize=1>>.

aptidão agrícola para a alocação dos lotes familiares. Nesse sentido, no capítulo seguinte, em que serão apresentados os resultados do SOTER-PA, também apresentaremos uma nova proposta de ordenamento do PA Veredas, tendo em vista a preservação dos recursos naturais, bem como a qualidade de vida das famílias assentadas.

Além disso, observa-se que as áreas de uso coletivo localizam-se, de forma geral, no subgrupo de aptidão agrícola predominante no assentamento, qual seja 5(n)___, que indica terras com fortes restrições para pastagem natural. Entretanto, no caso específico da alocação das áreas coletivas, geralmente, dá-se preferência às áreas com existência de infraestrutura prévia, como currais, casas, galpões, dentre outros. No caso do PA Veredas, na área comunitária 01, existe um curral equipado com balança que é utilizado para o manejo do gado, já a área comunitária 2, foi delineada no local da antiga casa-sede da fazenda Vereda, conforme INCRA (2003).

No PA Olhos D'Água as áreas de reserva legal foram delineadas nos locais onde a vegetação nativa encontrava-se em melhor estado de conservação e nos pontos de continuidade com as áreas de preservação permanente ao longo dos córregos, de acordo com INCRA (2003). Este fato pode ser constatado a partir do mapa da cobertura vegetal do assentamento (Figura 28), que mostra que as reservas legais foram estrategicamente delineadas em áreas de matas de galeria, bem como em áreas de preservação permanente de margem de rio. Além disso, a imagem de satélite auxilia na visualização das áreas de vegetação, representadas pela coloração verde na Figura 27. Como pode ser observado na mesma figura, as áreas de reserva legal encontram-se delimitadas por traços verdes.

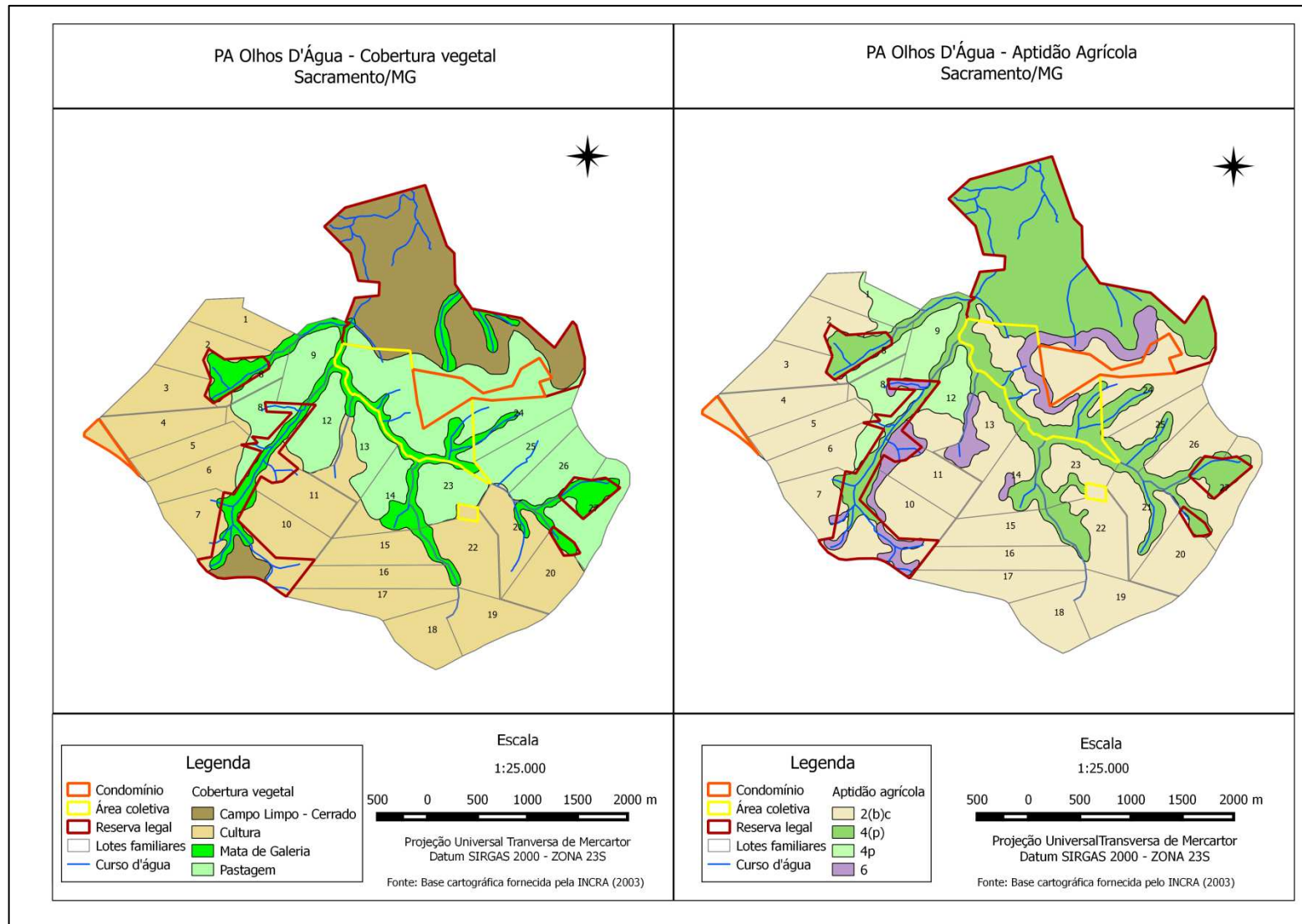


Figura 28. Mapa da cobertura vegetal e mapa da aptidão agrícola do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.
 Fonte: Elaborado pela autora.

Já no que tange as áreas de uso coletivo, observa-se que o maior fragmento, representado pela cor amarela, localiza-se em uma área com ocorrência de terras com a pior aptidão agrícola. Entretanto, por outro lado, é uma área bem drenada e com uma faixa significativa de terras com aptidão agrícola 2(b)c, terras de boa qualidade para produção de lavouras, mas, que entretanto, foram caracterizadas como áreas de pastagem, como mostra o mapa de cobertura vegetal, mas que, de maneira geral, proporcionam boas condições físicas e agronômicas para a produção agropecuária. Da mesma forma, os condomínios, que também são destinados ao uso coletivo, estão alocados nas áreas de melhor aptidão agrícola do assentamento.

Nesse sentido, o processo de ordenamento do PA Olhos D'Água possibilitou o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis em função de suas potencialidades. Restamos saber agora, em que medida os lotes delineados a partir deste parcelamento realizado pelo INCRA possibilitam capacidade produtiva mais homogênea às famílias assentadas que o parcelamento realizado pelo SOTER-PA, o que será apresentado no próximo capítulo.

Analisando o ordenamento do PA Belo Vale é possível observar, no que diz respeito à alocação das áreas de reserva legal, que apenas as áreas de reserva 1 e 2 priorizaram regiões com presença de vegetação nativa, envolvendo áreas de cerradão, bem como de floresta tropical caducifólia, como pode ser observado na Figura 29. A reserva legal 3 é predominantemente coberta por pasto sujo, com uma pequena faixa de mata ciliar, como mostra a mesma figura. Esta área possui também, majoritariamente, as melhores terras do ponto de vista da aptidão agrícola, com predominância do grupo 1abC. Nesse sentido, analisando conjuntamente os mapas de aptidão agrícola e de cobertura vegetal, verifica-se que existem outras áreas com presença de vegetação nativa que poderiam ter sido utilizadas para a alocação da reserva legal, como é o caso dos lotes familiares 07, 08 e 09, que são predominantemente cobertos por cerradão, além de serem lotes com aptidão agrícola 2(b)c, consideradas inferiores às terras onde se localiza a reserva legal 03.

Logo, no que tange o delineamento das áreas de reserva legal constata-se que os recursos físicos e agronômicos da área não foram considerados no processo de ordenamento do território o que, conseqüentemente, fez com que uma faixa significativa de terras com as melhores qualidades do ponto de vista da aptidão agrícola, e já desmatadas no período da implementação do assentamento, que poderiam estar sendo utilizadas pelas famílias assentadas como lotes familiares ou área coletiva, fossem destinadas à alocação da reserva legal.

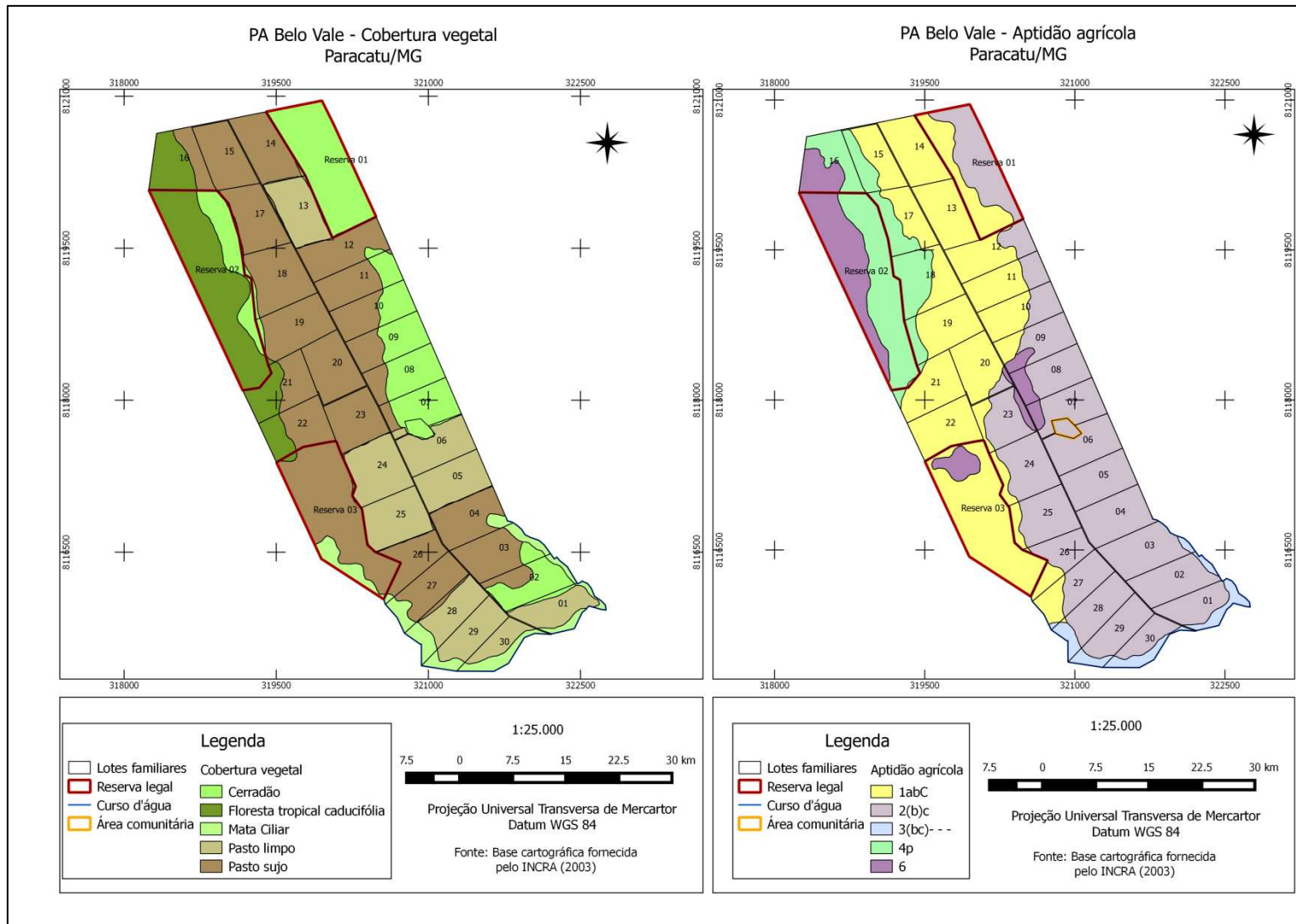


Figura 29. Mapa da cobertura vegetal e mapa da aptidão agrícola do PA Belo Vale, Paracatu, MG.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 30 também auxilia a visualização das áreas de cobertura vegetal no assentamento, destacadas pela tonalidade verde na imagem de satélite. A mesma permite visualizar que a reserva legal 03 encontra-se praticamente sem cobertura vegetal. Nesse sentido, no capítulo seguinte apresentaremos uma nova proposta de ordenamento do PA Belo Vale, tendo em vista a preservação dos recursos naturais, bem como a qualidade de vida das famílias assentadas, assim como proposto para o PA Veredas.

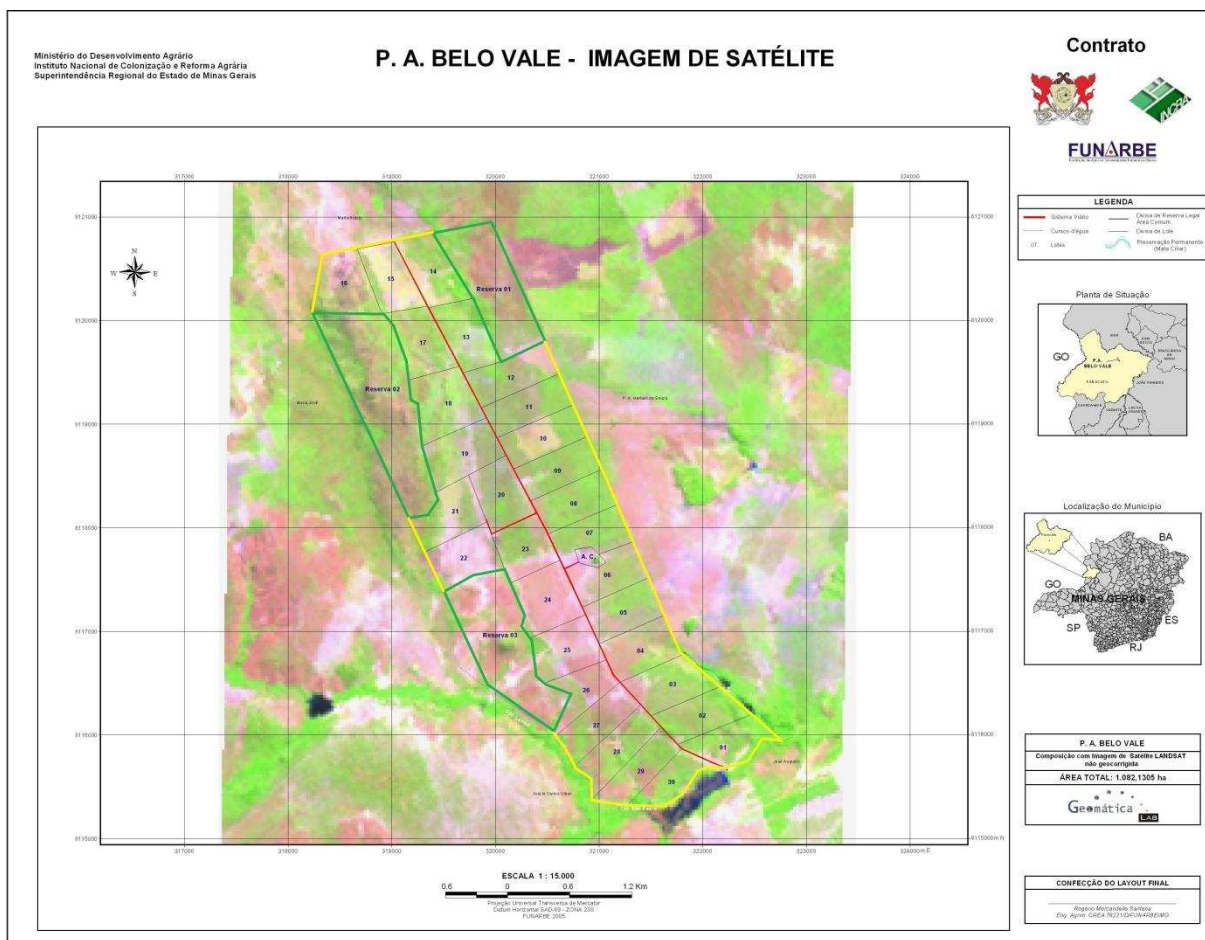


Figura 30. Mapa da imagem de satélite do PA Belo Vale, Sacramento, MG, 2003.
 Fonte: Grupo de Pesquisa Assentamentos¹⁸.

Apresentadas as principais características das áreas de estudo desta pesquisa, o próximo passo será a submissão destes assentamentos ao processo de parcelamento a partir do SOTER-PA e a posterior comparação dos resultados obtidos pelo programa em questão com o parcelamento realizado pelo INCRA, de forma a verificar qual das duas propostas delinea lotes com capacidade produtiva mais homogênea. Nesse sentido, o Capítulo 4 apresentará os

¹⁸ Mapa disponível em
 <<http://www.assentamentos.com.br/portal/modules.php?name=coppermine&file=displayimagepopup&pid=353&fullsize=1>>.

procedimentos metodológicos utilizados para tal análise comparativa, bem como os resultados obtidos a partir das duas propostas de ordenamento destes territórios de reforma agrária.

4 BASE METODOLÓGICA OPERACIONAL E RESULTADOS DOS TESTES

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos que serviram de apoio para responder ao problema de pesquisa aqui proposto, isto é, se o parcelamento realizado pelo aplicativo SOTER-PA é capaz de delinear lotes mais homogêneos do ponto de vista da capacidade produtiva do que o parcelamento realizado pelo INCRA nos assentamentos rurais.

Entretanto, antes mesmo de detalharmos os processos metodológicos e de apresentarmos os resultados do SOTER-PA, cabe ressaltar alguns procedimentos necessários para o funcionamento do programa que, embora já tenham sido expostos no Capítulo 2, valem ser retomados. Nesse sentido, como dito, para que o SOTER-PA possa realizar o parcelamento de áreas de interesse é necessário, primeiramente, possuir três arquivos de entrada, sendo eles o mapa da função de otimização e do limite da área a ser parcelada no formato texto (.txt), bem como o arquivo de entrada, contendo, dentre outras informações, as notas para cada subgrupo de aptidão agrícola que servirão para o cálculo do índice de produtividade.

A obtenção das notas dos subgrupos de aptidão agrícola, ponto fundamental no processo de parcelamento, se deu a partir da articulação entre orientador, mestranda e uma especialista em solos que, ao analisarem conjuntamente os fatores físicos, agronômicos e sociais dos assentamentos em questão, distribuíram 100 pontos entre os distintos subgrupos de aptidão agrícola existentes em cada um dos assentamentos. As notas atribuídas poderão ser visualizadas nos tópicos a seguir.

Já a preparação dos mapas se deu a partir da utilização de um Sistema de Informação Geográfica, o QGIS 2.2.0, por meio do qual os shapes de aptidão agrícola dos assentamentos passaram por um processo de rasterização, sendo os resultados posteriormente trabalhados para a obtenção dos mapas no formato .txt. Entretanto, para que o processo comparativo entre os índices de produtividade dos lotes gerados pelo SOTER-PA e os índices de produtividade dos lotes originais parcelados pelo INCRA pudesse ser fielmente realizado, foi necessário, primeiramente, que as áreas de reserva legal, bem como as áreas de uso coletivo dos assentamentos analisados fossem excluídas, de forma a restar para o parcelamento do programa somente as áreas de interesse, no caso os lotes familiares. Ou seja, o parcelamento realizado pelo SOTER-PA se deu, nessa primeira fase, nas mesmas áreas parceladas pelo

INCRA. Esse procedimento de retiradas das áreas não incorporadas ao parcelamento foi executado com utilização do QGIS 2.2.0 e pode ser visualizado na Figura 31.

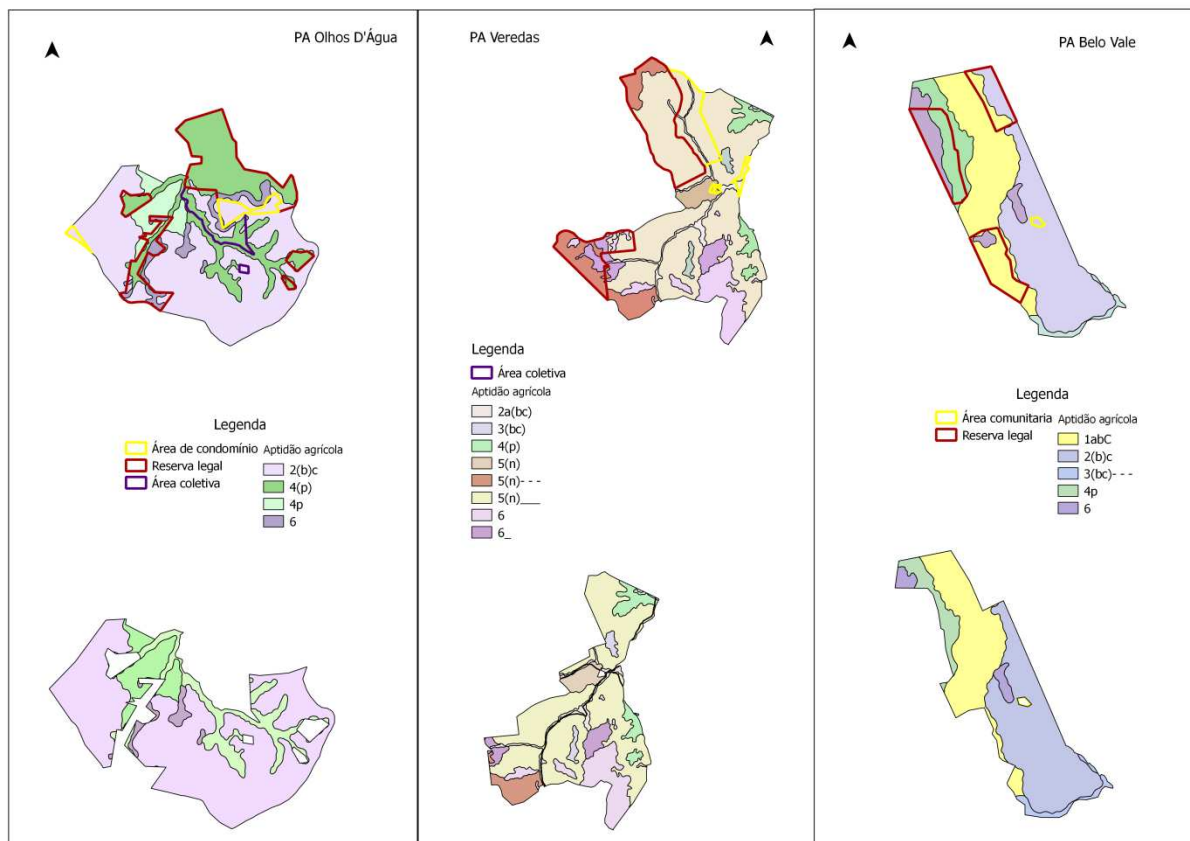


Figura 31. Processo de exclusão das áreas de RL e áreas coletivas, PA Olhos D'Água, e PA Veredas e PA Belo Vale, MG, 2003.

O passo a passo para a geração dos três arquivos necessários para a realização dos testes no SOTER-PA, bem como os procedimentos para o funcionamento do programa já foram detalhadamente descritos no Capítulo 2. Além disso, nos próximos tópicos será apresentada a metodologia para a realização do cálculo do índice de produtividade para cada um dos lotes do INCRA, de cada um dos assentamentos. Apresentaremos, também, os resultados gerados pelo SOTER-PA, concomitantemente aos resultados calculados para o índice de produtividade dos lotes do INCRA.

4.1 PA Olhos D'Água

Conforme explicitado no Capítulo 2, o cálculo do índice de produtividade é baseado no somatório da área de cada classe de aptidão agrícola, multiplicada pela constante de peso associado à classe. Os pesos ou notas para cada classe podem ser observadas no Tabela 01,

quais sejam 50, 25, 20 e 5, respectivamente, para os subgrupos 2(b)c, 4p, 4(p) e 6, restando, portanto, o cálculo da fração de cada subgrupo de aptidão agrícola em cada um dos lotes, o que foi executado a partir de ferramentas do QGIS 2.2.0. A Figura 32 exemplifica como foi realizado o cálculo do índice de produtividade para cada um dos 27 lotes do PA Olhos D'Água, ressaltando que a área de cada subgrupo deve ser dada em pixel. A transformação de hectare para pixel foi exemplificada no Capítulo 2.

Tabela 01. Notas atribuídas aos subgrupos de aptidão agrícola do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.

PA Olhos d'água - Sacramento/MG	
Classes de aptidão agrícola	Notas
2(b)c	50
4(p)	20
4p	25
6	5
TOTAL	100

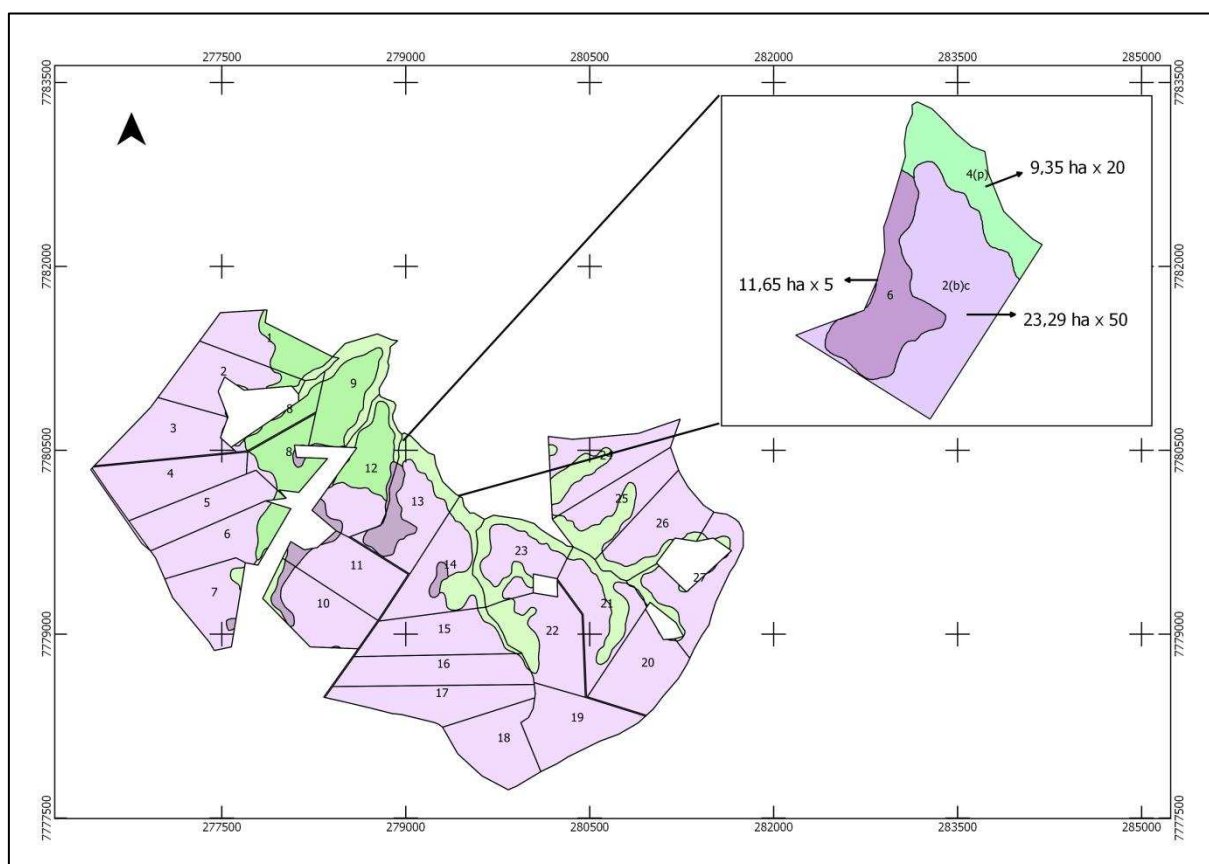


Figura 32. Exemplificação do cálculo do índice de produtividade, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.

Nesse sentido, segue o cálculo do índice de produtividade do lote 13, exemplificado na Figura 32. Esse mesmo procedimento foi aplicado a cada um dos 27 lotes, sendo que seus respectivos resultados podem ser visualizados no Quadro 10.

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote13}} = \sum_j^n c = 1(A_{i,j} \times C_j)$$

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote13}} = (726 \times 50) + (292 \times 20) + (363 \times 5)$$

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote13}} = \mathbf{43958}$$

Quadro 10. Índice de produtividade e área de cada lote original submetido a cálculo, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.

Nº Lote	Índice de Produtividade	Área (ha)
1	37513	31,69
2	47211	31,63
3	54539	35,01
4	59580	38,22
5	49491	31,94
6	49351	34,96
7	43593	29,24
8	27129	32,94
9	27515	38,04
10	49583	36,61
11	51100	35,39
12	43872	44,20
13	43958	44,30
14	51603	43,13
15	55498	36,84
16	58281	37,56
17	56425	36,20
18	53271	34,18
19	57481	36,88
20	56650	36,38
21	50209	39,41
22	57617	44,30
23	36235	38,93
24	54173	40,27
25	43611	35,92
26	52390	37,49
27	50821	36,10

Já no caso do SOTER-PA, conforme mencionado no Capítulo 2, o mesmo já apresenta o índice de produtividade de cada lote, o qual é calculado automaticamente pelo programa.

Para tanto, conforme explicitado no mesmo capítulo, no arquivo input deve constar, além das notas atribuídas para cada subgrupo de aptidão agrícola, já apresentadas no Tabela 01, o número de lotes que se deseja parcelar, a definição das áreas mínima e máxima de cada lote, bem como o número de linhas e colunas da matriz numérica que compõe os mapas. Da mesma forma que as áreas destinadas ao parcelamento, o número de lotes foi definido a partir do ordenamento já existente, ou seja, 27 lotes. Já a definição das áreas mínima e máxima foi realizada conforme explicitado no Capítulo 2, sendo elas de, respectivamente, 11 ha e 33 ha, que convertidas para pixels resultaram em 345 e 1090. Este cálculo já foi demonstrado no capítulo mencionado. Após definirmos todos os procedimentos necessários para o funcionamento do programa, foram realizados 32 testes até encontrarmos um resultado que atendessem aos objetivos da pesquisa, isto é, obtenção de um menor desvio-padrão entre os índices de produtividade, indicando, portanto, uma distribuição mais equânime da capacidade produtiva dos lotes a serem usufruídos pelas famílias assentadas. Ressalta-se, também, que este resultado foi executado com 1.000 iterações, em um tempo computacional de 1.037 segundos. A Figura 33 apresenta o melhor resultado gerado pelo SOTER-PA para o PA Olhos D'Água após 32 testes.

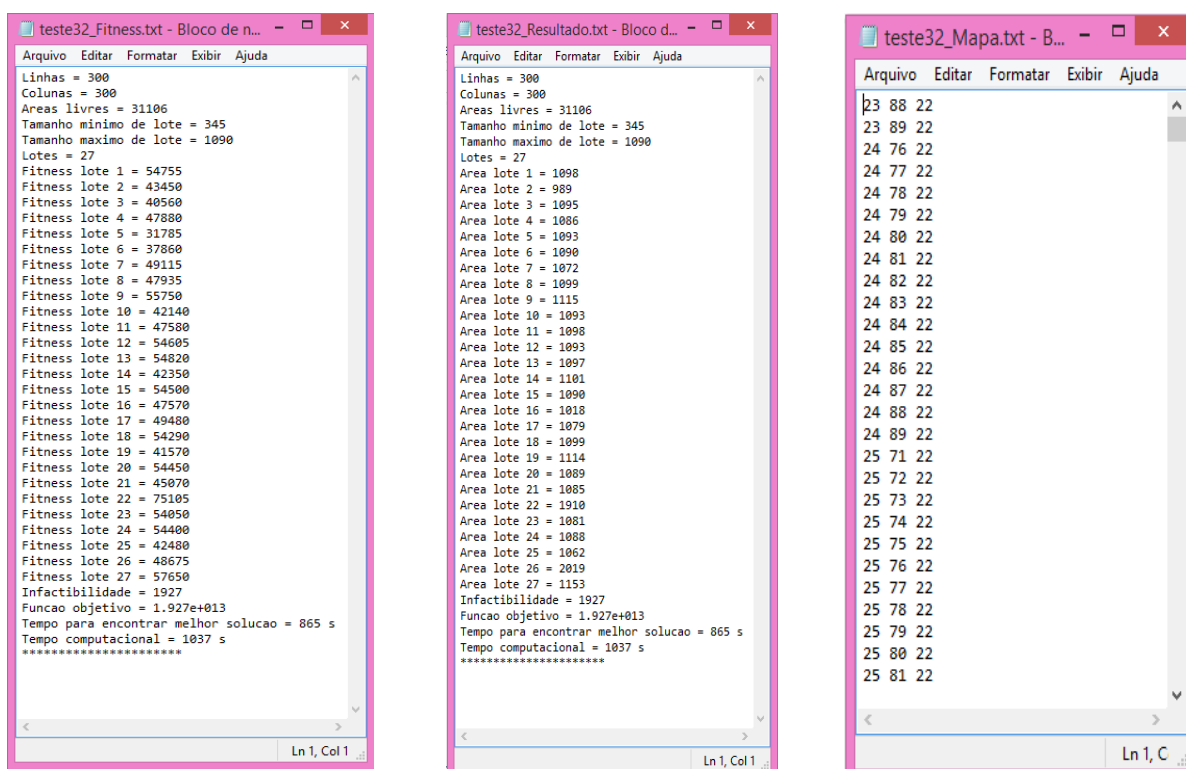


Figura 33. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.



Figura 34. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.

Na Figura 33 é possível visualizar os três arquivos finais originados pelo SOTER-PA, quais sejam o arquivo com os índices de produtividade¹⁹, o arquivo com a área de cada lote, bem como o arquivo do mapa, a partir do qual foi gerada a imagem com o parcelamento resultante, apresentada na Figura 34. A imagem gerada pelo SOTER-PA passou por um processo de georreferenciamento, bem como de vetorização, a partir do QGIS 2.2.0, possibilitando, a confecção do mapa do parcelamento gerado pelo SOTER-PA, o qual pode ser visualizado a seguir.

¹⁹ Conforme ressaltado no Capítulo 2, *lê fitness* como sinônimo de índice de produtividade.

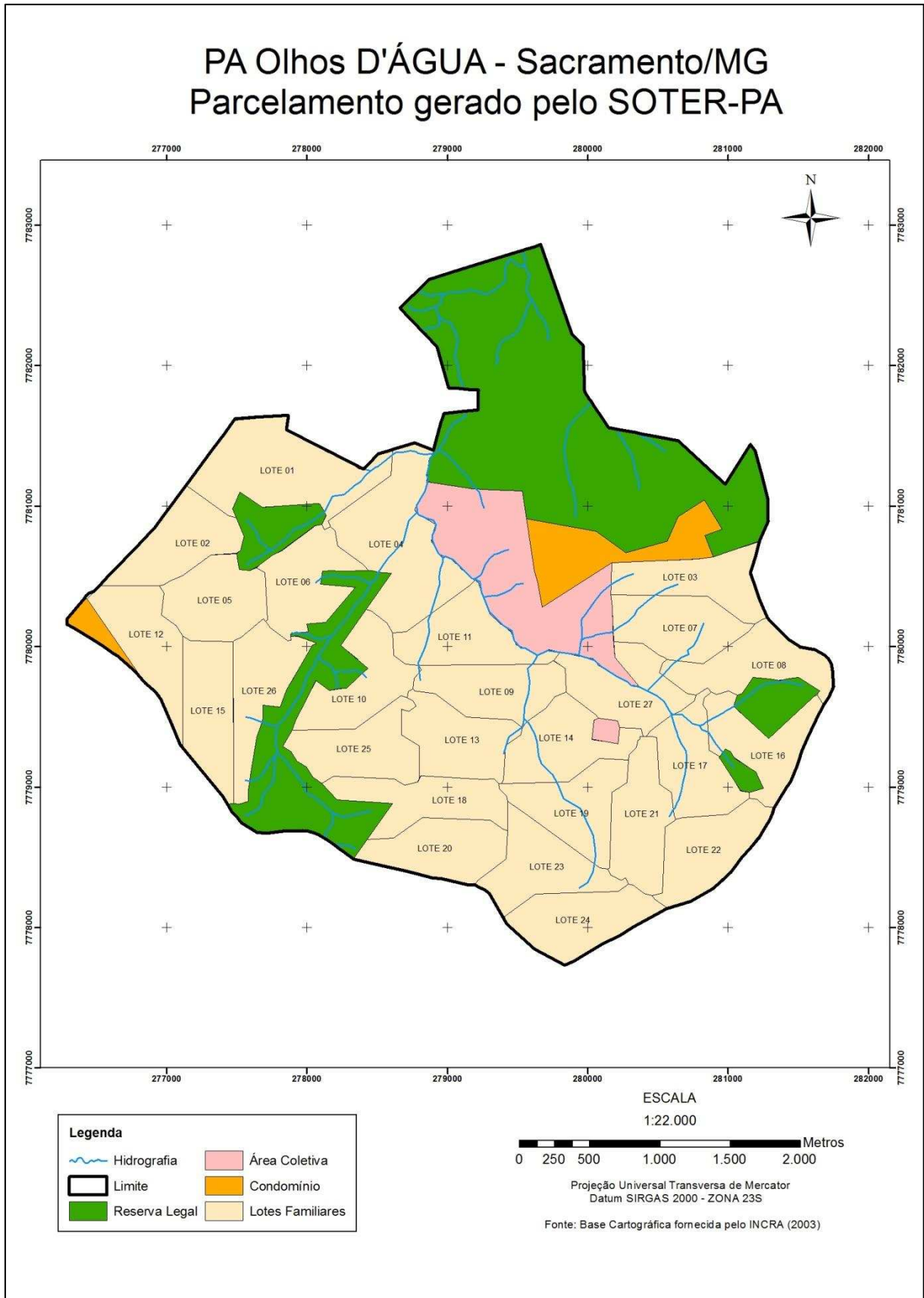


Figura 35. Mapa do parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG, 2003.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.1 Resultados

Tendo, portanto, os índices de produtividade dos lotes do INCRA, bem como dos lotes gerados pelo SOTER-PA, o próximo passo é comparar os resultados encontrados, os quais podem ser visualizados no Quadro 11.

Quadro 11. Índices de produtividade de cada lote original submetido ao cálculo do índice de produtividade, bem como Índices de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, PA Olhos d'Água, Sacramento, MG.

	Índices de produtividade INCRA	Área dos lotes do INCRA	Índices de produtividade SOTER-PA	Área dos lotes SOTER-PA
	59580	38,22	75105	59,06
	58281	37,56	57650	28,70
	57617	44,30	55750	29,01
	57481	36,88	54820	47,81
	56650	36,38	54755	28,76
	56425	36,20	54605	38,44
	55498	36,84	54500	28,73
	54539	35,01	54450	37,72
	54173	40,27	54400	37,63
	53271	34,18	54290	37,75
	52390	37,49	54050	48,72
	51603	43,13	49480	28,64
	51100	35,39	49115	37,81
	50821	36,10	48675	38,32
	50209	39,41	47935	37,06
	49583	36,61	47880	37,91
	49491	31,94	47580	28,45
	49351	34,96	47570	29,26
	47211	31,63	45070	31,43
	43958	44,30	43450	28,38
	43872	44,20	42480	38,98
	43611	35,92	42350	28,20
	43593	29,24	42140	37,41
	37513	31,69	41570	28,98
	36235	38,93	40560	37,88
	27515	38,04	37860	48,60
	27129	32,94	31785	38,13
Desvio padrão	8663,27	3,92	8262,16	7,82

Como pode ser observado no Quadro 11, os resultados mostram que o parcelamento gerado pelo SOTER-PA apresentou um menor desvio-padrão em relação ao índice de produtividade do parcelamento gerado pelo INCRA, bem como um maior desvio-padrão em relação às áreas dos lotes. Ressalta-se que o desvio-padrão é uma medida estatística que

calcula a variação em relação à média, ou seja, um menor desvio-padrão indica que os resultados variaram menos em relação à média do índice de produtividade, ou seja, são mais homogêneos .

Nesse sentido, verifica-se que houve uma maior homogeneidade em relação aos índices de produtividade gerados pelo SOTER-PA, embora essa diferença tenha sido de apenas 5%. Por outro lado, houve uma maior variação no tamanho das áreas dos lotes, o que pode ser justificado pela lógica do programa, que procura compensar os lotes com terras de pior qualidade com áreas maiores. Desta forma, pela Figura 36, verifica-se que os lotes que obtiveram maiores áreas, quais sejam os lotes 01, 04, 11 e 27, possuem faixas expressivas de subgrupos de aptidão agrícola com terras de pior qualidade. No caso do lote 04, por exemplo, este se encontra inserido em uma área inapta para produção de lavouras, contendo apenas os subgrupos de aptidão agrícola 4p, 4(p) e 6, os piores em relação à qualidade produtiva. Logo, nesse caso, houve uma compensação no tamanho do lote, o qual possui uma área duas vezes maior que o menor lote gerado pelo SOTER-PA, que possui melhor qualidade produtiva em relação em lote 04.

De maneira geral, os demais lotes apresentaram áreas mais homogêneas, com pequenas variações. Entretanto, observa-se que outros lotes, como os de numeração 09 e 11, também se localizam em áreas com faixas de aptidão agrícola de pior qualidade, porém, nesses casos, não se observou uma compensação no tamanho da área em relação, por exemplo, a outros lotes de melhor qualidade produtiva que se localizam integralmente nas melhores faixas de aptidão agrícola.

Outra questão que pode ser analisada em relação aos dois modelos de ordenamento, apresentados na Figura 36, diz respeito ao aproveitamento dos recursos hídricos do assentamento. Nesse sentido, verifica-se que o INCRA planejou o parcelamento dos lotes familiares, de forma que os cursos d'água servissem de divisa entre os mesmos, possibilitando que um maior número de famílias pudesse ter acesso a esse recurso vital.

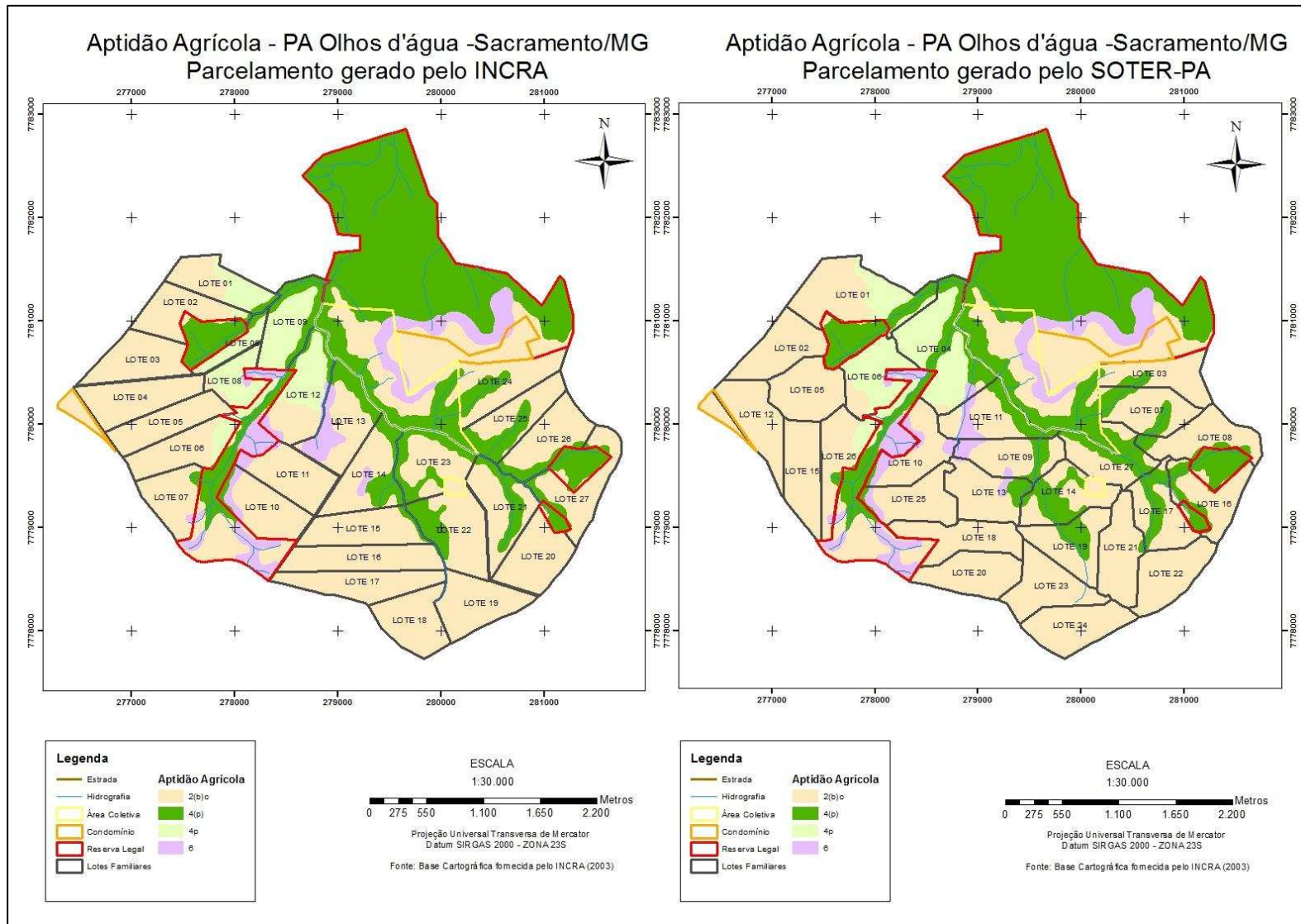


Figura 36. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA e parcelamento original do INCRA, PA Olhos D'Água, Sacramento, MG.
Fonte: Elaborado pela autora.

A rede hidrográfica não foi considerada no parcelamento do SOTER-PA, uma vez que, quando inserida, resultava em erro no programa, inviabilizando o funcionamento do mesmo. Este foi, portanto, o primeiro problema identificado no SOTER-PA e se constitui em uma oportunidade melhoria do mesmo possibilitando o delineamento de lotes com melhor qualidade de acesso aos recursos naturais, além da aptidão agrícola.

Ainda no que se refere aos dois modelos de ordenamento em evidência, verifica-se que os lotes gerados pelo SOTER-PA apresentam formas variadas, destoando da conformação dos quadrados-burros, geralmente, observados nos assentamentos do INCRA. Entretanto, pudemos constatar a partir da análise em questão que, no caso do PA Olhos D'Água, por mais que a conformação dos lotes seja mais homogênea, o que se observa não são quadrados-burros, uma vez que houve um planejamento prévio acerca dos recursos naturais existentes na área. Os resultados gerados pelo SOTER-PA também revelaram outro problema do programa, relativo à dificuldade do mesmo em gerar lotes no intervalo determinado pelas áreas mínima e máxima, quais sejam 11 ha e 33 ha, respectivamente. Sendo assim, verifica-se no Quadro 11 que a menor área gerada pelo programa foi de 28,38 ha e a maior foi de 59,06 ha. A interpretação que se tem sobre essa dificuldade é que o limite máximo e mínimo determinado não possibilita o delineamento do número de lotes desejado com menor desvio padrão em termos do índice de produtividade.

Conclui-se, portanto, que, de maneira geral, os dois parcelamentos analisados geraram lotes familiares muito similares, do ponto de vista da capacidade produtiva, o que foi constatado a partir da proximidade do desvio-padrão dos índices de produtividade, nos dois casos, bem como a partir dos índices de produtividade dos lotes, que nos dois casos, apresentaram valores absolutos aproximados, ressaltando que o SOTER-PA não gerou nenhum lote com qualidade inferior aos lotes do parcelamento original do INCRA, além de ter gerado um lote com qualidade muito superior ao lote de maior índice de produtividade do INCRA, como pode ser constatado Quadro 11.

4.2 PA Belo Vale

O cálculo do índice de produtividade do parcelamento original do INCRA foi o mesmo realizado no tópico anterior, sendo que os pesos ou notas para cada classe podem ser observadas na Tabela 02, quais sejam 32, 25, 18, 15 e 10, respectivamente, para os subgrupos 1abC, 2(b)c, 3(bc)---, 4(p) e 6, restando, portanto, o cálculo da fração de cada subgrupo de

aptidão agrícola em cada um dos lotes, o que foi executado a partir de ferramentas do QGIS 2.20. A Figura 37 exemplifica como foi realizado o cálculo do fitness para cada um dos 30 lotes do PA Olhos Belo Vale.

Tabela 02. Notas atribuídas aos subgrupos de aptidão agrícola do PA Belo Vale, Paracatu, MG.

PA Belo Vale - Paracatu/MG	
Classes de aptidão agrícola	Notas
1abC	32
2(b)c	25
3(bc)---	18
4(p)	15
6	10
TOTAL	100

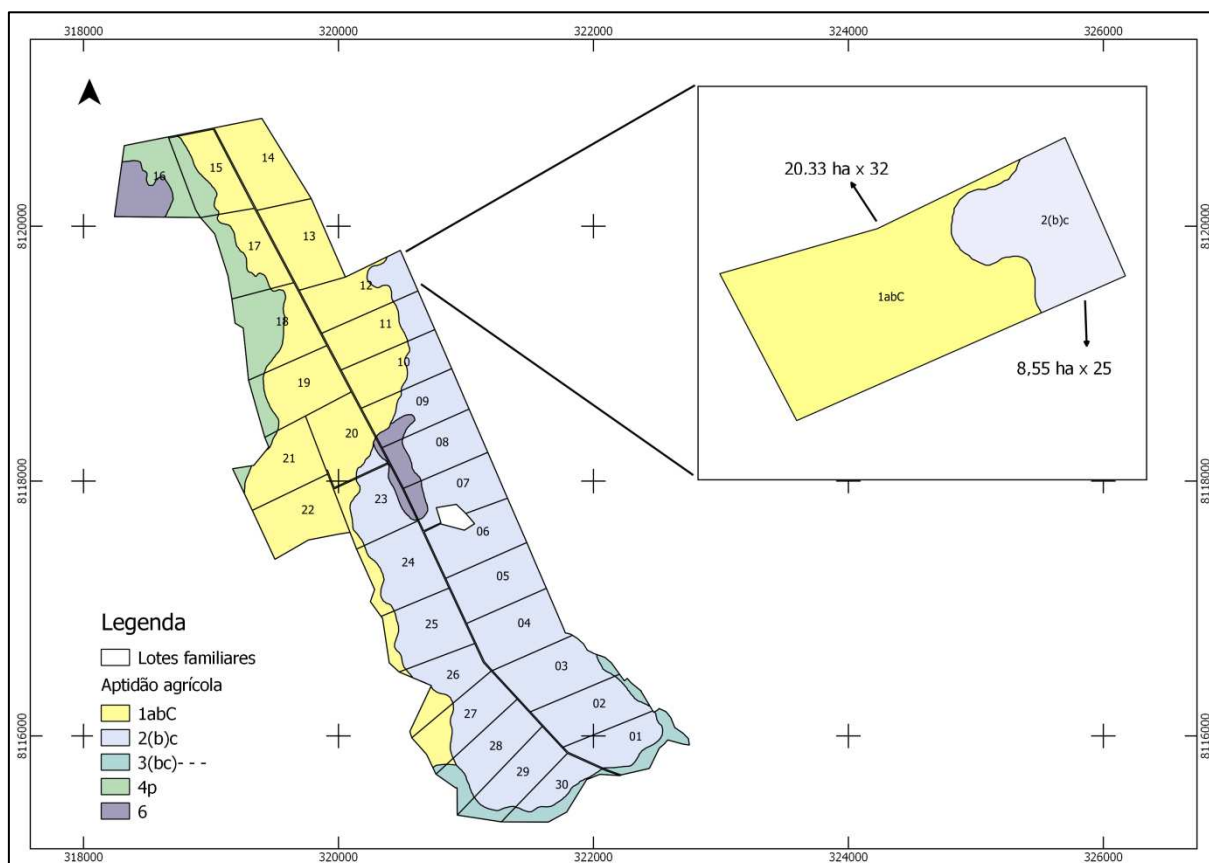


Figura 37. Exemplificação do cálculo do índice de produtividade, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.

Nesse sentido, segue o cálculo do índice de produtividade do lote 12, exemplificado na Figura 37. Esse mesmo procedimento foi aplicado a cada um dos 30 lotes, sendo que seus respectivos resultados podem ser visualizados no Quadro 12.

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote12}} = \sum_j^n c = 1(A_{i,j} \times C_j)$$

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote12}} = (174 \times 25) + (415 \times 32)$$

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote12}} = \mathbf{17632}$$

Quadro 12. Índice de produtividade e área de cada lote original submetido a cálculo, Belo Vale, Paracatu, MG.

Lote	Índice de produtividade	Área (ha)
1	12047	25,63
2	14054	28,01
3	15537	30,82
4	14479	28,39
5	13714	26,89
6	13291	26,06
7	11655	24,73
8	11964	26,68
9	13127	26,38
10	15771	26,48
11	16328	26,62
12	17632	28,89
13	17907	27,43
14	18651	28,57
15	14068	26,49
16	7749	30,19
17	14183	28,10
18	15428	34,20
19	18587	31,25
20	17033	27,03
21	17555	27,91
22	17940	27,48
23	12894	25,52
24	16759	31,46
25	15556	29,32
26	11497	21,00
27	14697	26,46
28	13327	27,42
29	11980	24,56
30	8794	19,17

Já no parcelamento realizado pelo SOTER-PA, conforme explicitado, o mesmo já apresenta o índice de produtividade de cada lote, o qual é calculado automaticamente pelo programa. Para tanto, no arquivo input deve constar, além das notas atribuídas para cada subgrupo de aptidão agrícola, já apresentadas na Tabela 02, o número de lotes que se deseja parcelar, a definição das áreas mínima e máxima de cada lote, bem como o número de linhas e colunas da matriz numérica que compõe os mapas. Nesse sentido, o número de lotes baseou-se no parcelamento realizado pelo INCRA com 30 unidades.

A definição das áreas mínima e máxima foi realizada conforme explicitado no Capítulo 2, sendo elas de, respectivamente, 10 ha e 27 ha, que convertidas para pixels resultaram em 245 e 700. Este cálculo já foi demonstrado no capítulo mencionado. Nesse sentido, tendo, portanto, todas as informações necessárias para o funcionamento do programa destaca-se que foram realizados 115 testes até encontrarmos um resultado que atendesse aos objetivos da pesquisa. Ressalta-se, também, que este resultado foi obtido com 500 iterações, em um tempo computacional de 33 segundos. A Figura 38 apresenta os resultados gerados pelo SOTER-PA.

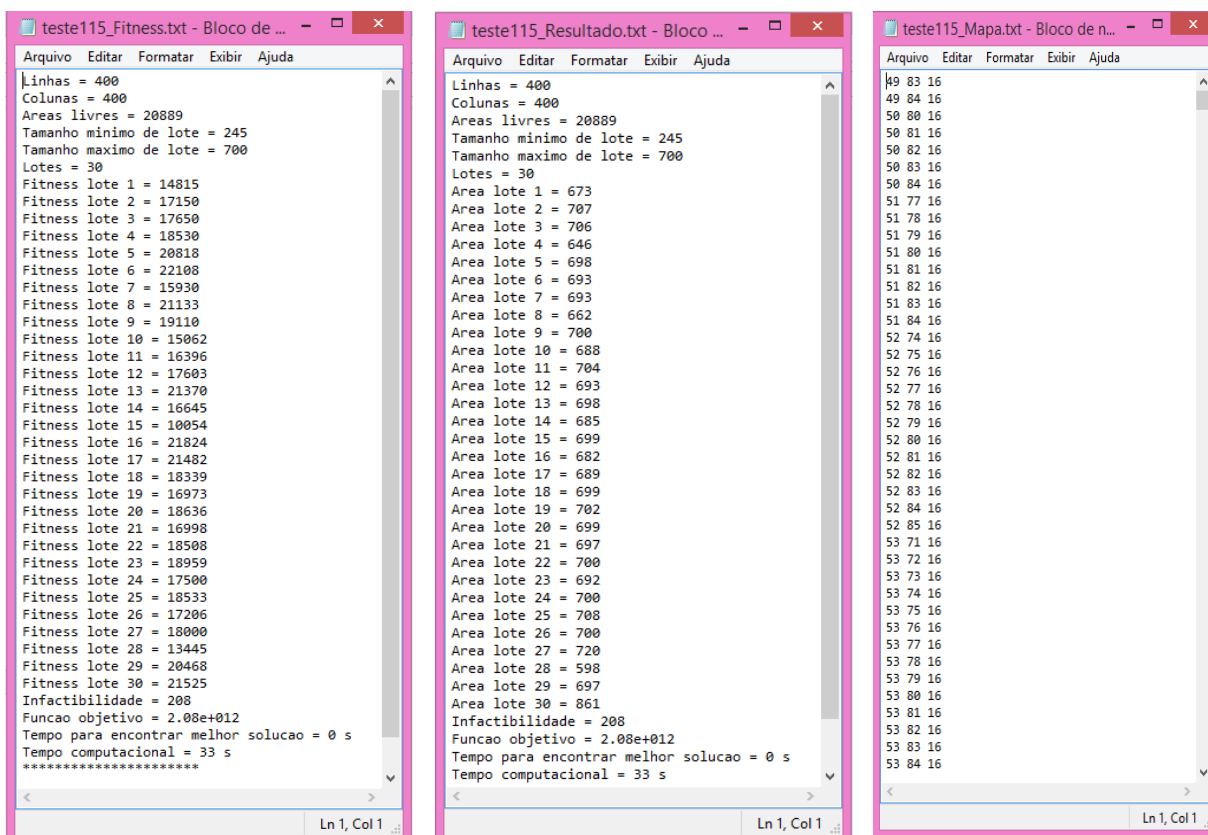


Figura 38. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.

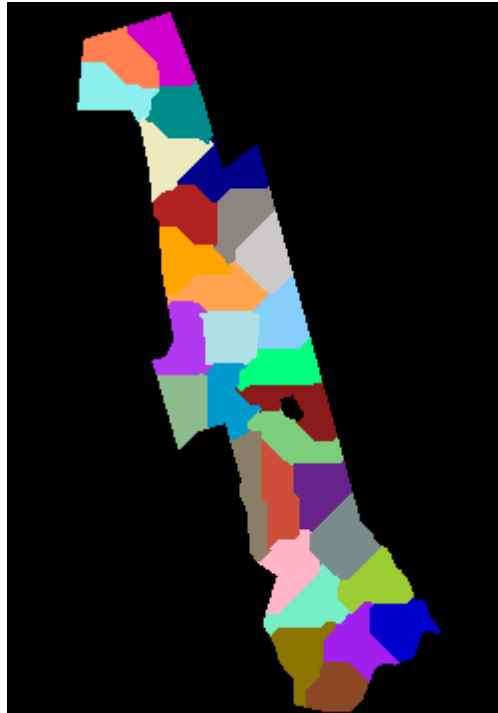


Figura 39. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.

A Figura 38 mostra os três arquivos originados pelo SOTER-PA, quais sejam o arquivo com os índices de produtividade, o arquivo com a área de cada lote, bem como o arquivo do mapa, a partir do qual foi gerada a figura com o parcelamento resultante, apresentada na Figura 39. A imagem gerada pelo programa passou por um processo de georreferenciamento, bem como de vetorização, a partir do QGIS 2.2.0, possibilitando a elaboração do mapa do parcelamento gerado pelo programa, o qual pode ser visualizado a seguir.

Aptidão Agrícola - PA Belo Vale - Paracatu/MG

Parcelamento gerado pelo SOTER-PA

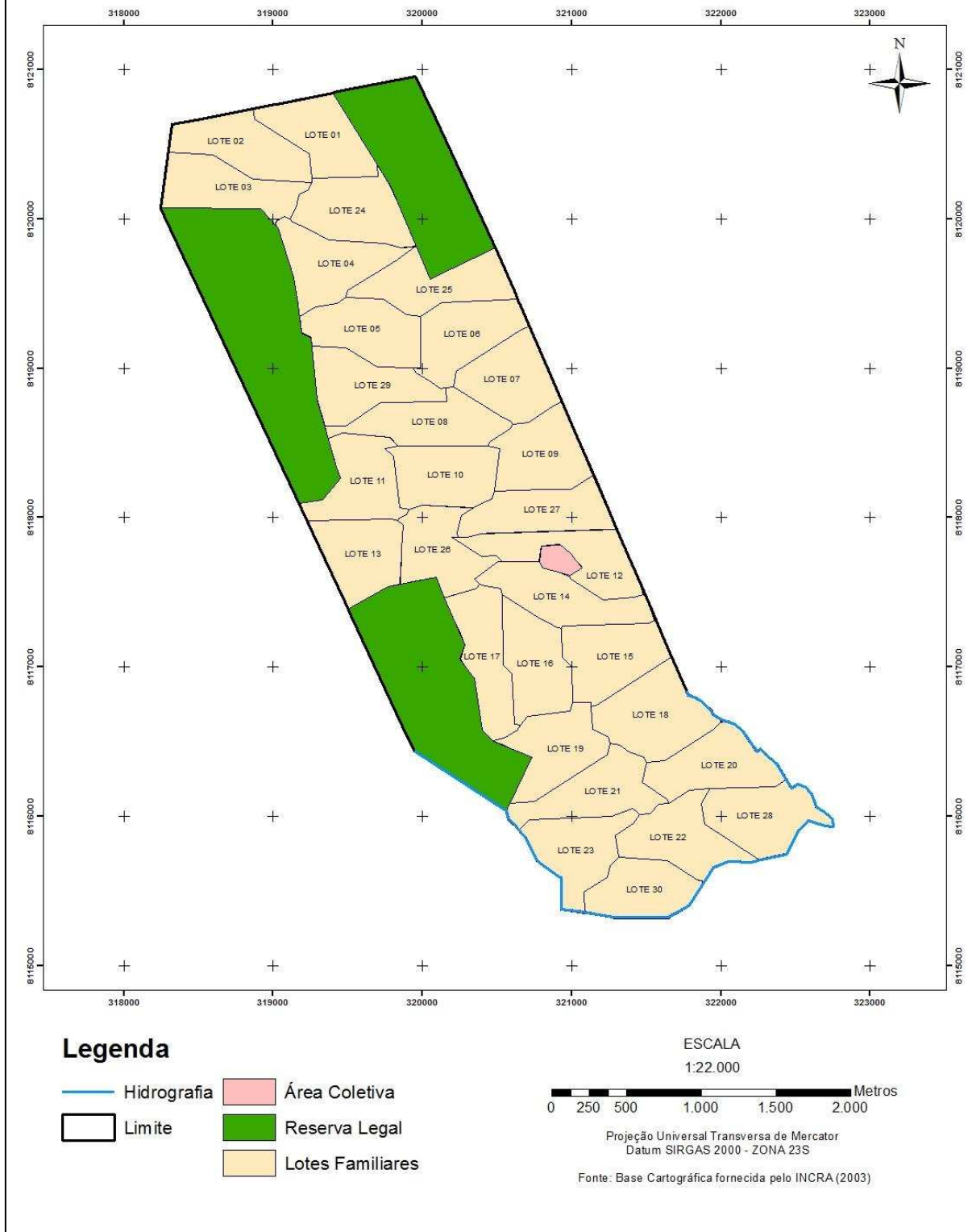


Figura 40. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.1 Resultados

Os procedimentos especificados no tópico anterior levaram aos resultados apresentados no Quadro 13, a partir do qual é possível observar os índices de produtividade dos lotes do parcelamento original do INCRA e suas respectivas áreas, assim como os mesmos dados referentes ao parcelamento gerado pelo SOTER-PA.

Quadro 13. Índice de produtividade de cada lote original submetido ao cálculo, bem como Índice de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG.

	Índice de produtividade INCRA	Área INCRA	Índice de produtividade SOTER-PA	Área SOTER-PA
	18651	28,57	22108	27,18
	18587	31,25	21824	26,74
	17940	27,48	21525	33,76
	17907	27,43	21482	27,02
	17632	28,89	21370	27,37
	17555	27,91	21133	25,96
	17033	27,03	20818	27,37
	16759	31,46	20468	27,33
	16328	26,62	19110	27,45
	15771	26,48	18959	27,14
	15556	29,32	18636	27,41
	15537	30,82	18533	27,76
	15428	34,20	18530	25,33
	14697	26,46	18508	27,45
	14479	28,39	18339	27,41
	14183	28,10	18000	28,23
	14068	26,49	17650	27,69
	14054	28,01	17603	27,18
	13714	26,89	17500	27,45
	13327	27,42	17206	27,45
	13291	26,06	17150	27,72
	13127	26,38	16998	27,33
	12894	25,52	16973	27,53
	12047	25,63	16645	26,86
	11980	26,68	16396	27,61
	11964	26,68	15930	27,18
	11655	24,73	15062	26,98
	11497	21,00	14815	26,39
	8794	19,17	13445	23,45
	7749	30,19	10054	27,41
Desvio-padrão	2744,98	2,85	2689,63	1,50

Nesse sentido, os resultados mostram que o SOTER-PA não somente apresentou maior homogeneidade em relação à capacidade produtiva dos lotes familiares, como também maior capacidade produtiva em termos absolutos. Além de gerar lotes mais equânimes do ponto de vista da capacidade produtiva, o SOTER-PA possibilitou também o delineamento de lotes mais homogêneos em relação à área de cada um, o que pode ser constatado a partir das análises do desvio-padrão, apresentadas no Quadro 13. Sendo assim, a maior área gerada foi de 33,76 ha e a menor foi de 23,45 ha. Já no parcelamento original esses valores são de 34,20 ha e 19,17 ha, respectivamente.

Verifica-se, também, que a mesma situação se repete para o índice de produtividade, isto é, no parcelamento original o maior índice foi de 18651 e o menor de 7749, enquanto o resultado apresentado pelo SOTER-PA apresentou os valores máximos e mínimos de 22108 e 10054, respectivamente. Assim, o lote de maior índice de produtividade é representado pelo número 24, no parcelamento gerado pelo programa, o qual pode ser observado na Figura 41. Desta forma, constata-se que nesse caso tal índice está sendo de fato influenciado pela qualidade da terra, uma vez que este lote encontra-se totalmente inserido na faixa de aptidão 1abC, a qual indica as melhores terras do ponto de vista da aptidão agrícola. Já o lote com pior índice de produtividade, qual seja o 03, está localizado nas piores faixas de aptidão agrícola, justificando, portanto, o baixo índice de produtividade. Entretanto, por outro lado, este é também o lote que se encontra entre as maiores áreas, o que mostra que o programa buscou compensar a pior qualidade da terra no tamanho do lote. Logo, além de proporcionar um resultado que possibilita uma distribuição mais equânime dos recursos naturais a serem usufruídos pelas famílias assentadas, o SOTER-PA o fez gerando lotes com melhor qualidade produtiva em termos de aptidão agrícola das terras e ainda com áreas mais homogêneas.

No que tange a rede hídrica do assentamento, assim como no PA Olhos D'Água esta não foi considerada no processo de parcelamento, pelos motivos já elencados no tópico anterior. Como pode ser observado na Figura 41, a mesma se restringe ao limite sul do assentamento, sendo que no parcelamento original ela abrange 08 lotes familiares, assim como no parcelamento originado pelo SOTER-PA.

Ainda no que se refere aos dois modelos de ordenamento evidenciados, observa-se, quanto à conformação dos lotes, que os mesmos gerados pelo SOTER-PA apresentam formas mais variadas, destoando da conformação dos quadrados-burros, geralmente, verificados nos assentamentos do INCRA e que é, também, visivelmente observado no ordenamento do PA Belo Vale. Nesse sentido, retomando brevemente a discussão, verificou-se que apenas as

áreas de reserva 1 e 2, do ordenamento original, priorizaram regiões com presença de vegetação nativa, enquanto a reserva legal 3 é predominantemente coberta por pasto sujo, com uma pequena faixa de mata ciliar, possuindo, também, majoritariamente, as melhores terras do ponto de vista da aptidão agrícola, com predominância do grupo 1abC. Desta forma, analisando conjuntamente os mapas de aptidão agrícola e de cobertura vegetal, constatou-se a existência de outras áreas com presença de vegetação nativa que poderiam ter sido utilizadas para a alocação da reserva legal e que possuem qualidade inferior do ponto de vista da aptidão agrícola às terras.

Sendo assim, realizou-se a realocação das áreas de reserva legal, procurando aliar as questões ambientais legais, que normatizam a priorização das áreas de vegetação nativa, bem como a aptidão agrícola das terras, de forma que as melhores terras estejam disponíveis para a alocação dos lotes familiares. A partir da nova proposta as duas novas áreas de reserva legal foram alocadas a partir do mapa de cobertura vegetal, estando a primeira localizada na faixa oeste do assentamento, acompanhando a faixa de floresta tropical caducifólia, bem como de cerradão, e a segunda, a leste do assentamento, seguindo a faixa de cerradão, como pode ser observado na Figura 42. As duas áreas juntas somam 231,65 ha, o que corresponde a 21,31% da área total do assentamento, cumprindo, portanto, com os parâmetros legais vigentes. Desta forma, a reserva legal 3, do parcelamento original do INCRA, deixou de existir, já que se encontra sem cobertura vegetal nativa, possibilitando que uma faixa significativa do melhor grupo de aptidão agrícola pudesse estar disponível para a alocação de lotes familiares.

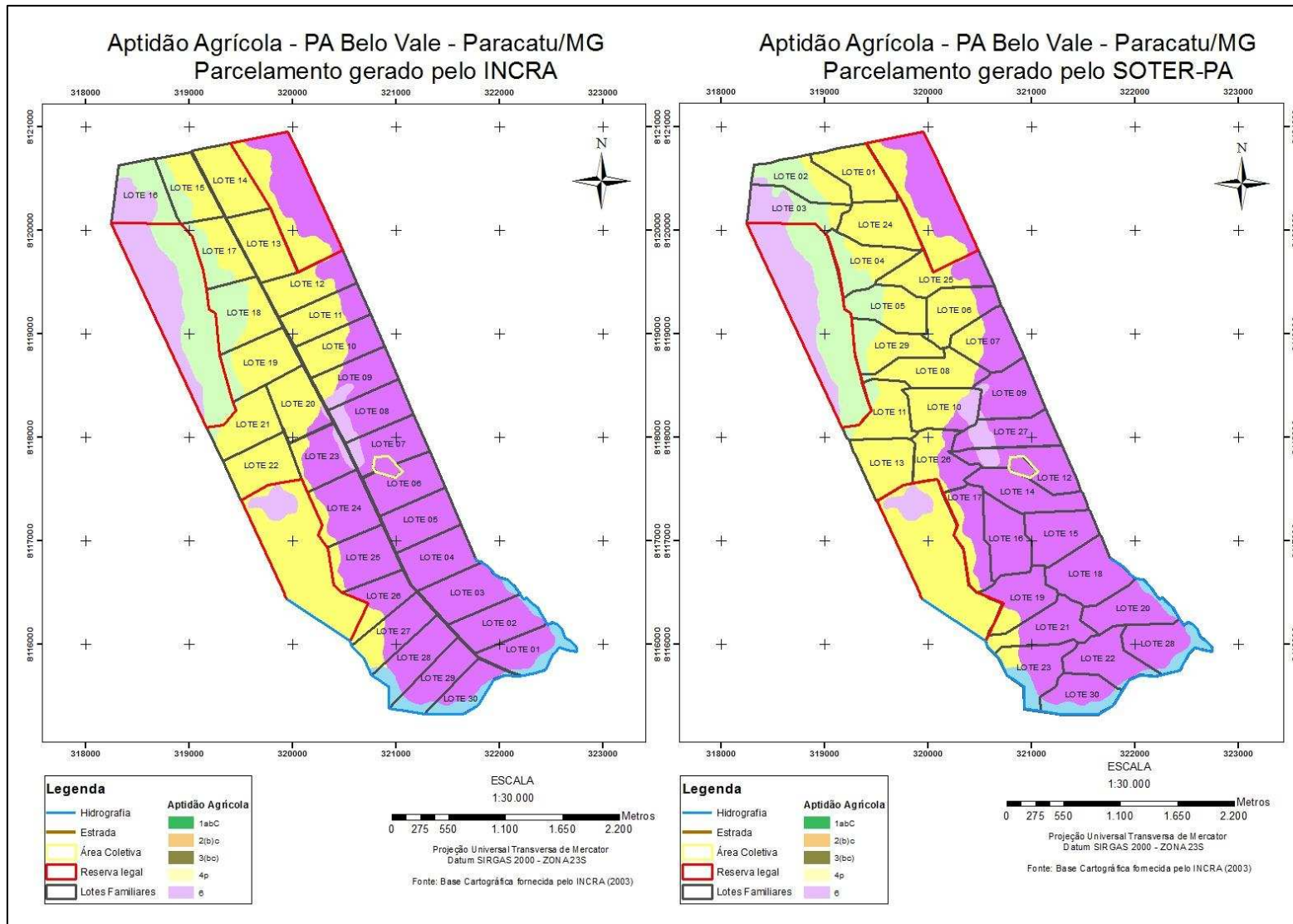


Figura 41. Parcelamento original do INCRA, e parcelamento gerado pelo SOTER-PA e PA Belo Vale, Paracatu, MG.
Fonte: Elaborado pela autora.

Logo, as duas novas áreas de reserva legal cumprem com a função ambiental de proteção da vegetação nativa do assentamento, bem como com sua função social, por possibilitar que as áreas de melhor aptidão agrícola sejam destinadas às famílias assentadas.



Figura 42. Nova proposta de realocação das áreas de reserva legal, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.

Tendo sido definida a realocação das áreas de reserva legal resta, portanto, apresentar uma nova proposta de parcelamento dos lotes familiares, a partir do SOTER-PA. Nesse sentido, o mesmo processo descrito nos tópicos anteriores, referente à preparação dos arquivos necessários para a execução do programa, foi aplicado à nova proposta de parcelamento. As notas utilizadas foram as mesmas apresentadas na Tabela 02, entretanto atribuiu-se outros valores para as áreas máxima e mínima, quais sejam 300 e 600 pixels (17 ha e 35 ha), uma vez que o total da área a ser parcelada para os lotes sofreu alteração, passando de 819,14 ha para 850,45 ha, em detrimento do delineamento das novas reservas legais, que também somam valores distintos do parcelamento original.

Desta forma, novos testes foram realizados a fim de apresentar uma nova proposta de ordenamento do PA Belo Vale. Assim, após a execução de 10 testes, encontramos um resultado ainda melhor que o gerado pelo SOTER-PA na comparação com o parcelamento

original. O melhor resultado foi obtido a partir de 500 iterações, em um tempo computacional de 23 segundos. Os arquivos finais podem ser visualizados na Figura 43, bem como a imagem do novo parcelamento, ilustrada na Figura 44, a qual passou por um processo de georreferenciamento, bem como de vetorização, resultando no mapa apresentado na Figura 45.

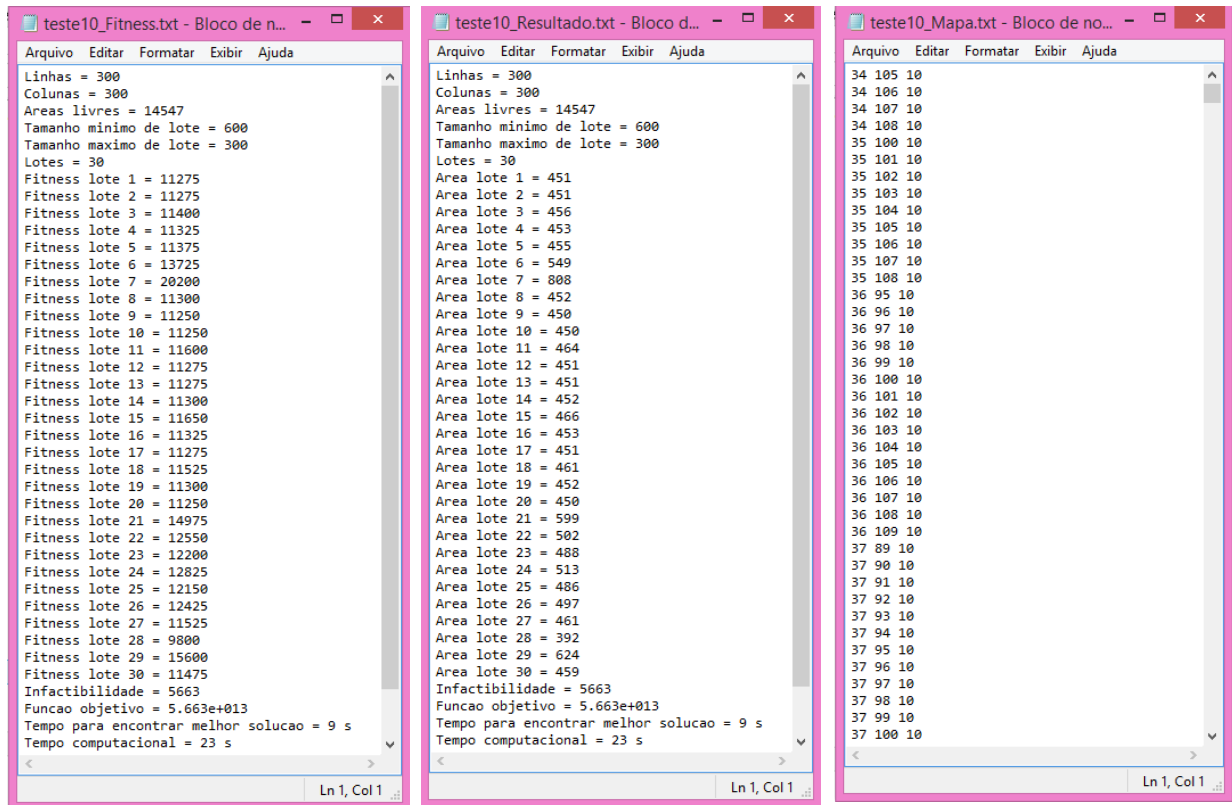


Figura 43. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o novo parcelamento proposto para o PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.

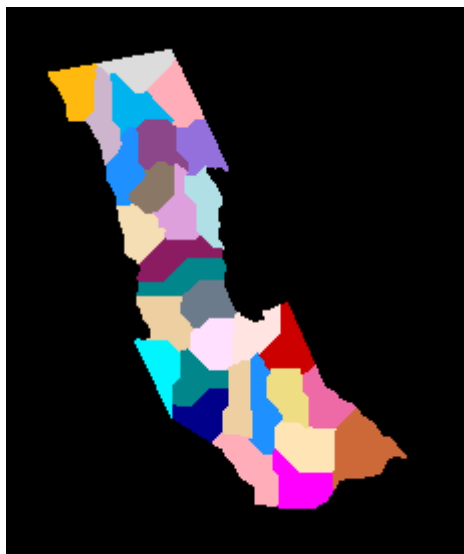


Figura 44. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.

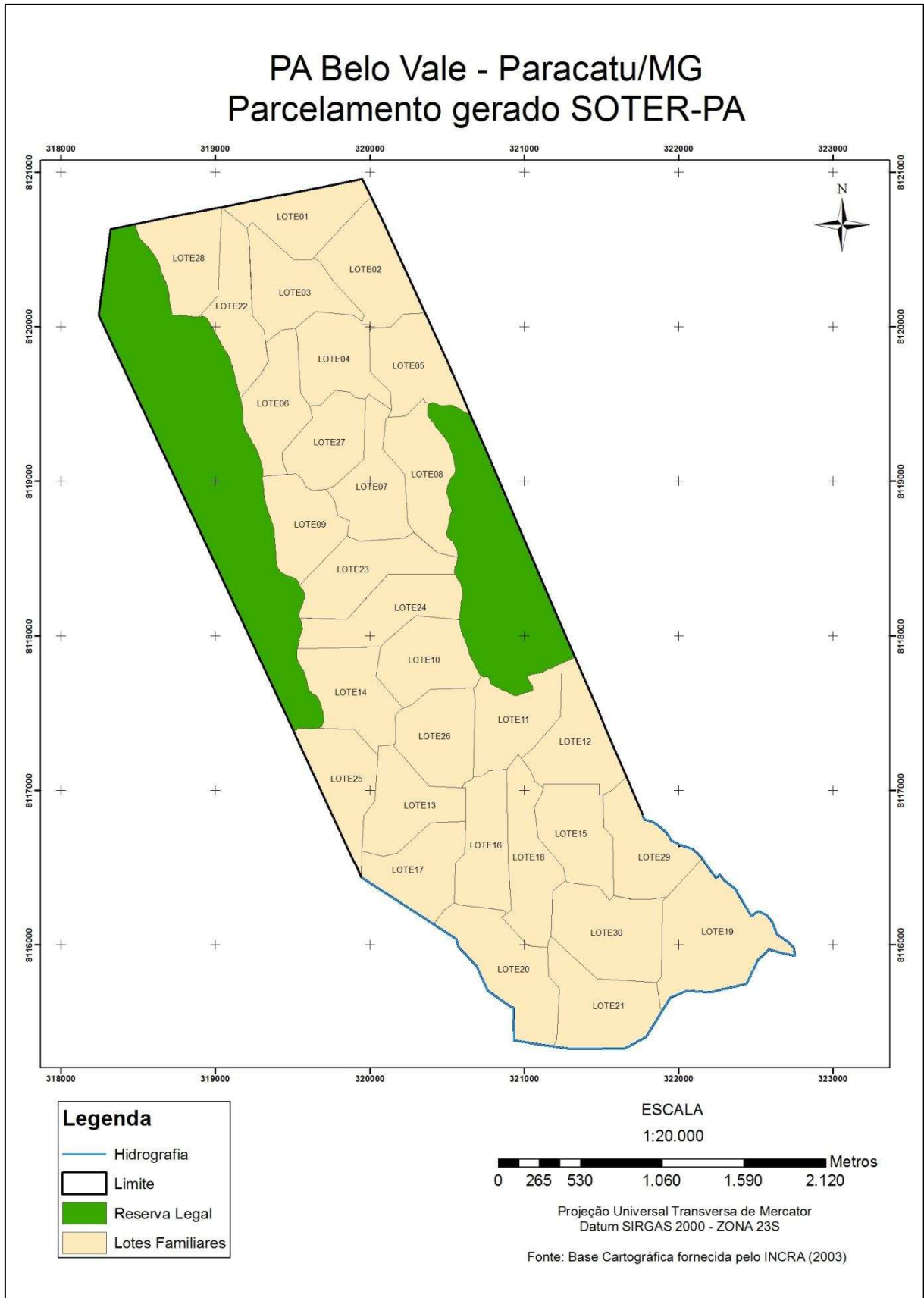


Figura 45. Novo parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG, 2003.
Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme ressaltado, a nova proposta de parcelamento apresentou lotes com capacidade produtiva ainda mais homogênea que o primeiro resultado gerado pelo SOTER-PA, o que pode ser comprovado a partir do cálculo do desvio-padrão dos novos índices de produtividade originados, expostos no Quadro 14. Em contrapartida, embora o desvio-padrão dos índices de produtividade tenha sido inferior aos demais resultados encontrados, o mesmo não aconteceu com as áreas dos lotes, que apresentaram um desvio-padrão superior inclusive ao do INCRA.

Quadro 14. Índice de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, a partir da nova proposta de parcelamento, comparativamente aos demais resultados, PA Belo Vale, Paracatu, MG.

	Índice de produtividade INCRA	Área INCRA	Índice de produtividade SOTER-PA	Área SOTER-PA	Índice de produtividade SOTER-PA Novo Parcelamento	Área SOTER-PA Novo Parcelamento
	18651	28,57	22108	27,18	20200	47,24
	18587	31,25	21824	26,74	15600	36,48
	17940	27,48	21525	33,76	14975	35,02
	17907	27,43	21482	27,02	13725	32,10
	17632	28,89	21370	27,37	12825	29,99
	17555	27,91	21133	25,96	12550	29,35
	17033	27,03	20818	27,37	12425	29,06
	16759	31,46	20468	27,33	12200	28,53
	16328	26,62	19110	27,45	12150	28,41
	15771	26,48	18959	27,14	11650	27,24
	15556	29,32	18636	27,41	11600	27,13
	15537	30,82	18533	27,76	11525	26,95
	15428	34,20	18530	25,33	11525	26,95
	14697	26,46	18508	27,45	11475	26,83
	14479	28,39	18339	27,41	11400	26,66
	14183	28,10	18000	28,23	11375	26,60
	14068	26,49	17650	27,69	11325	26,48
	14054	28,01	17603	27,18	11325	26,48
	13714	26,89	17500	27,45	11300	26,42
	13327	27,42	17206	27,45	11300	26,42
	13291	26,06	17150	27,72	11300	26,42
	13127	26,38	16998	27,33	11275	26,37
	12894	25,52	16973	27,53	11275	26,37
	12047	25,63	16645	26,86	11275	26,37
	11980	26,68	16396	27,61	11275	26,37
	11964	26,68	15930	27,18	11275	26,37
	11655	24,73	15062	26,98	11250	26,31
	11497	21,00	14815	26,39	11250	26,31
	8794	19,17	13445	23,45	11250	26,31
	7749	30,19	10054	27,41	9800	22,92
Desvio-padrão	2744,99	2,86	2689,64	1,50	1912,74	4,47

Desta forma, a análise dos dados permite constatar que os três maiores índices de produtividade, quais sejam os representados pelos lotes 19, 30 e 02, respectivamente, também representam as maiores áreas delineadas pelo programa, o que supõe que estes valores possam estar sendo influenciados pelo tamanho dos lotes. No entanto, as notas elevadas também são indicativas da boa qualidade das terras, visto que os três lotes em questão são, majoritariamente, abrangidos pela faixa de aptidão agrícola 2(b)c, aptas para lavoura, e a segunda melhor avaliada entre as demais. No lote 02 ainda existe uma pequena faixa do subgrupo 1abC, o qual indica as melhores terras do assentamento para atividades produtivas.

Já no que tange ao lote de menor índice de produtividade, constata-se que este não está sendo influenciado pela baixa qualidade das terras e sim, pelo tamanho da área, que é a menor dentre todas, uma vez que tal lote encontra-se, majoritariamente, situado nas melhores terras do assentamento do ponto de vista da aptidão agrícola. Nesse sentido, embora o baixo índice de produtividade não seja representativo da baixa qualidade das terras, sua pequena área pode ser justificada pela qualidade da terra, uma vez que neste caso houve uma compensação inversa, ou seja, verificou-se uma redução no tamanho do lote, de forma que outros com capacidade produtiva inferior fossem compensados com áreas maiores, como é o caso do lote 24, que possui uma faixa das terras de pior qualidade, representadas pelo subgrupo 6, no entanto, foi compensado com um lote maior.

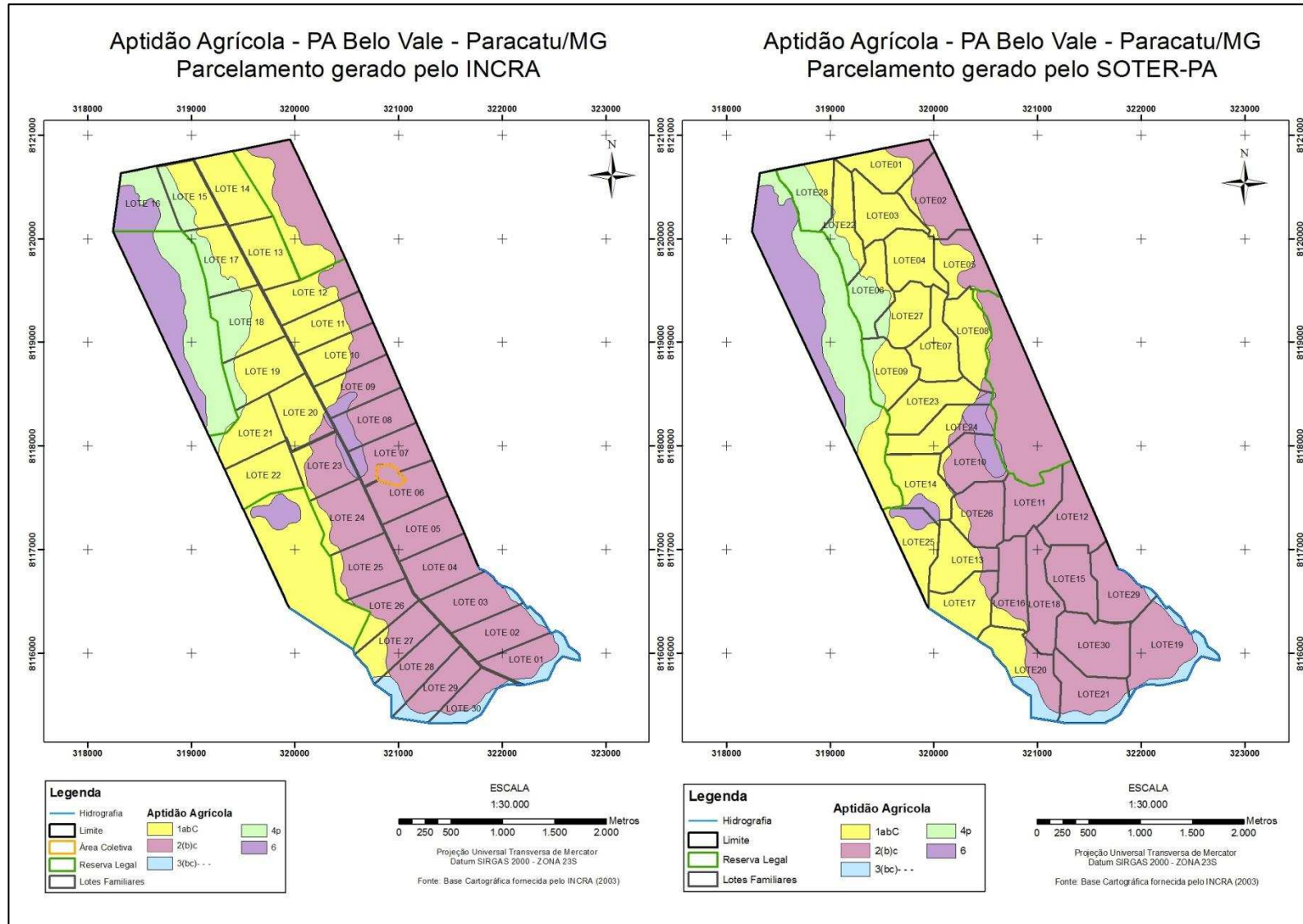


Figura 46. Parcelamento original do INCRA, e novo parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Belo Vale, Paracatu, MG.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 PA Veredas

O cálculo dos índices de produtividade do parcelamento original do INCRA ocorreu da mesma forma que nos tópicos anteriores, sendo necessário, portanto, as notas para cada subgrupo de aptidão agrícola, bem como a área de cada subgrupo de aptidão agrícola, em cada um dos lotes. Desta forma, as notas podem ser visualizadas na Tabela 03, assim como o cálculo da fração de cada subgrupo de aptidão agrícola para cada um dos lotes. A Figura 47 exemplifica como foi realizado o cálculo do índice de produtividade para os 26 lotes do PA Veredas.

Tabela 03. Notas atribuídas aos subgrupos de aptidão agrícola do PA Veredas, Padre Paraíso, MG.

PA Veredas - Padre Paraíso/MG	
Classes de aptidão agrícola	Notas
2a(bc)	30
3(bc)	19
4(p)	15
5(n)	10
5(n)---	8
5(n)___	8
6	5
6_	5
TOTAL	100

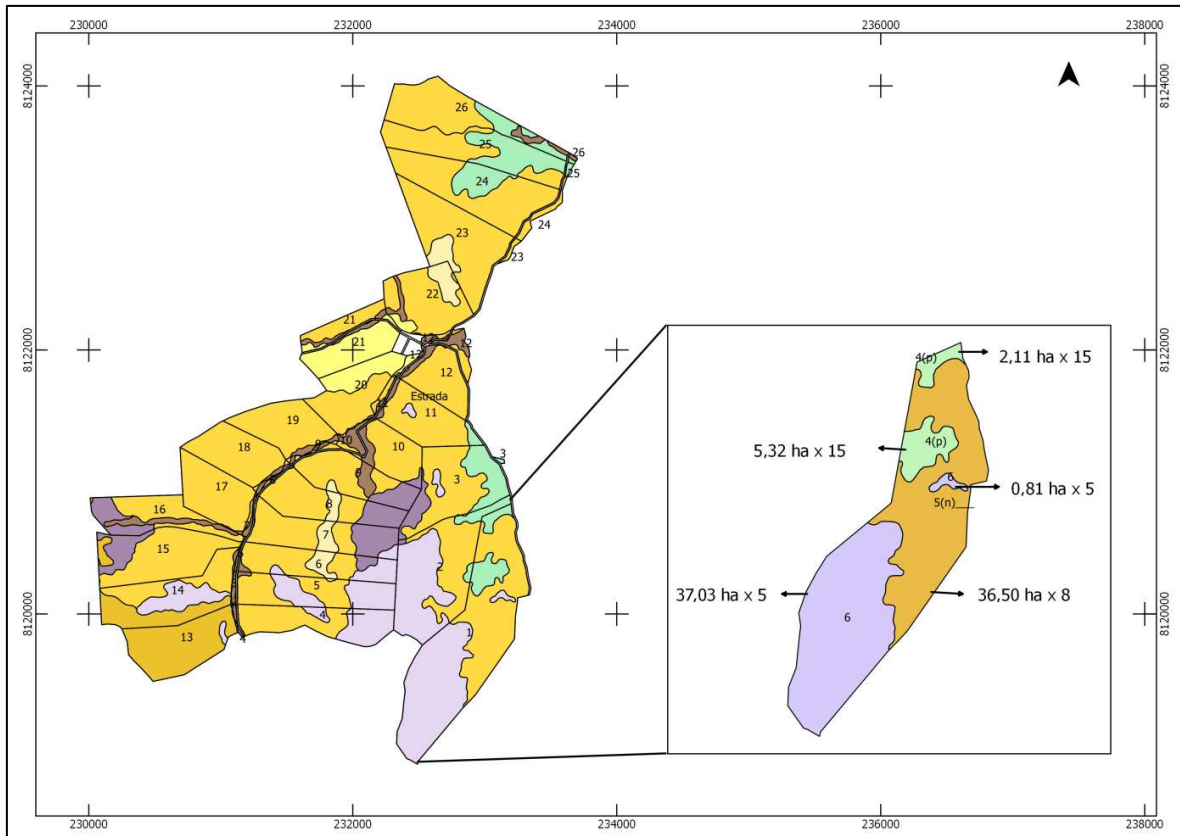


Figura 47. Exemplificação do cálculo do índice de produtividade, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.

Nesse sentido, segue o cálculo do índice de produtividade do lote 1, exemplificado na Figura 47. Esse mesmo procedimento foi aplicado a cada um dos 26 lotes, sendo que seus respectivos resultados podem ser visualizados no Quadro 15.

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote1}} = \sum_{j=1}^n A_{i,j} \times C_j$$

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote1}} = (142 \times 15) + (56 \times 15) + (973 \times 8) + (22 \times 5) + (987 \times 5)$$

$$\mathbf{IPL}_{\text{lote1}} = \mathbf{15798}$$

Quadro 15. Índice de produtividade e área de cada lote original submetido a cálculo a partir do índice de produtividade, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.

Lote	Índice de produtividade	Área (ha)
1	15798	81,76
2	8790	47,80
3	8763	34,89
4	3936	25,81
5	5472	27,62
6	5984	24,48
7	6656	28,51
8	5873	25,08
9	6672	24,09
10	6299	18,86
11	5911	23,68
12	7225	22,24
13	5996	28,10
14	6953	35,08
15	6757	33,95
16	6576	22,67
17	4688	21,35
18	4815	21,35
19	5258	21,44
20	5624	23,57
21	7593	25,43
22	8074	27,08
23	9172	37,59
24	10230	41,19
25	9423	32,35
26	8671	30,33

Para o cálculo do índice de produtividade a partir do SOTER-PA, inserimos no input as informações necessárias, tais como o número de linhas e colunas, quais sejam 300 e 300, o número de lotes, 26, as áreas mínima e máxima, 700 e 1500 (26 ha e 56 ha), bem como as notas apresentadas na Tabela 03. Ao inserirmos no programa os arquivos de input, mapa do limite, bem como de aptidão agrícola do PA Veredas, realizamos 22 testes até encontramos o um resultado que atendesse aos objetivos do trabalho o que foi realizado com 1000 iterações, em um tempo computacional de 61 segundos. Os resultados gerados pelo SOTER-PA podem ser visualizados na Figura 48. Já a Figura 49 apresenta parcelamento gerado pelo programa, que passou por um processo de georreferenciamento e de vetorização, resultando no mapa representado pela Figura 50.

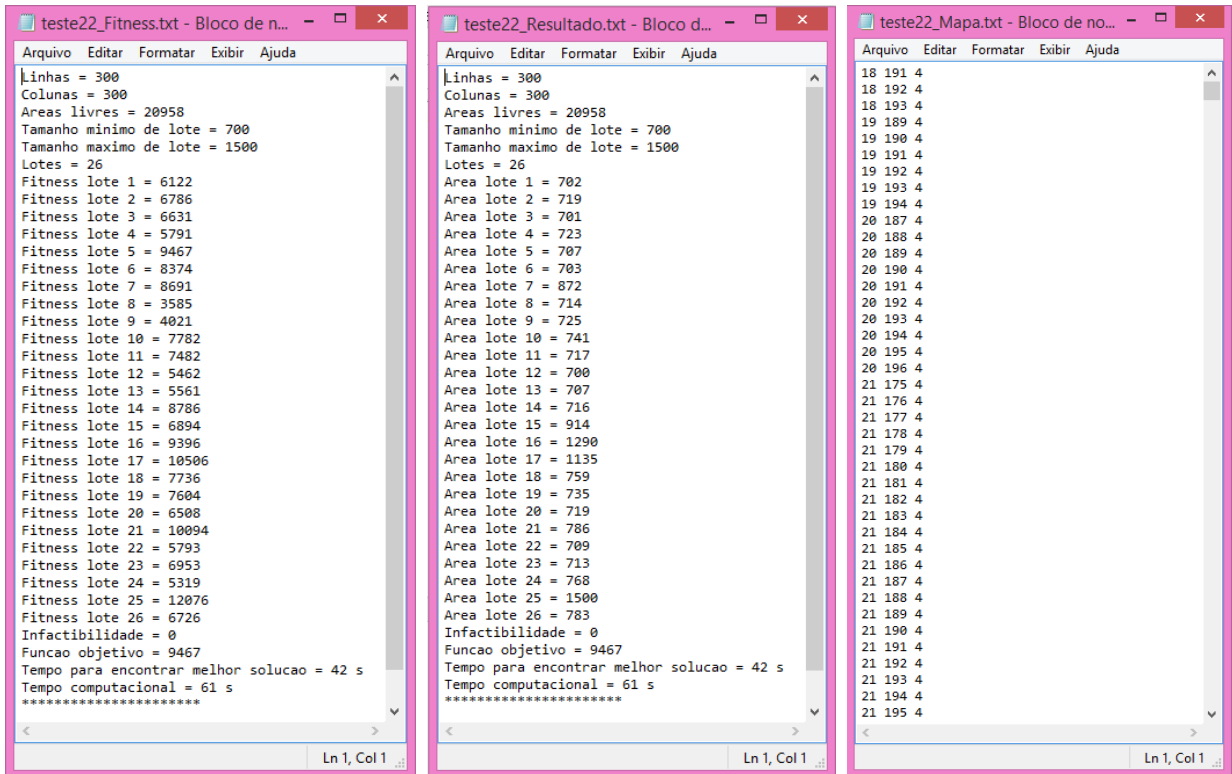


Figura 48. Resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.

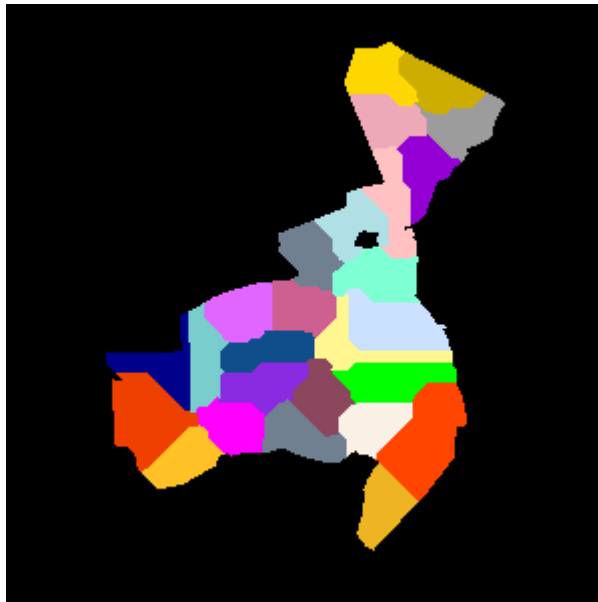


Figura 49. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.

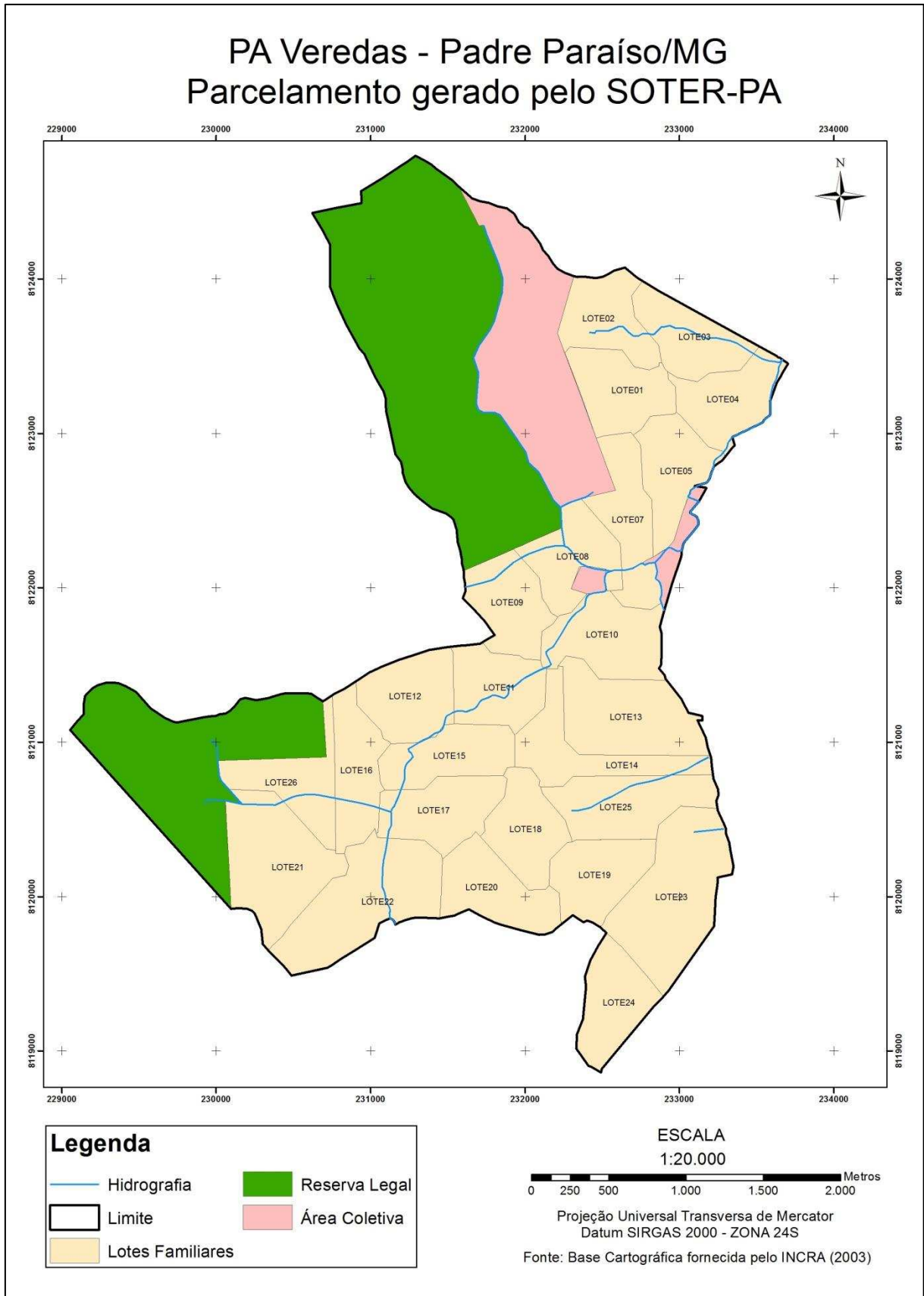


Figura 50. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.3.1 Resultados

A partir do Quadro 16 é possível constatar que o parcelamento originado pelo SOTER-PA apresentou lotes mais homogêneos tanto no que se refere à capacidade produtiva quanto à dimensão das áreas, além de ter gerado lotes, de maneira geral, com melhor capacidade produtiva, se analisados os índices de produtividade em valores absolutos.

Quadro 16. Índices de produtividade de cada lote original submetido ao cálculo, bem como Índice de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.

	Índice de produtividade INCRA	Área (ha) dos lotes INCRA	Índice de produtividade SOTER	Área (ha) dos lotes SOTER
	15798	81,76	12076	56,27
	10230	41,19	10506	42,58
	9423	32,35	10094	29,49
	9172	37,59	9467	26,52
	8790	47,80	9396	48,39
	8763	34,89	8786	26,86
	8671	30,33	8691	32,71
	8074	27,08	8374	26,37
	7593	25,43	7782	27,80
	7225	22,24	7736	28,47
	6953	35,08	7604	27,57
	6757	33,95	7482	26,90
	6672	24,09	6953	26,75
	6656	28,51	6894	34,29
	6576	22,67	6786	26,97
	6299	18,86	6726	29,37
	5996	28,10	6631	26,30
	5984	24,48	6508	26,97
	5911	23,68	6122	26,34
	5873	25,08	5793	26,60
	5624	23,57	5791	27,12
	5472	27,62	5561	26,52
	5258	21,44	5462	26,26
	4815	21,35	5319	28,81
	4688	21,35	4021	27,20
	3936	25,81	3585	26,79
Desvio-padrão	2368,68	12,55	1985,88	7,45

Nesse sentido a análise dos resultados nos permite constatar, a partir da Figura 51 primeiramente, no que se refere aos três maiores índices de produtividade, representados, respectivamente, pelos lotes 23, 22 e 07, que estes estão sendo influenciados, em certa medida, pelo tamanho da área e não, necessariamente, pela qualidade das terras, visto que os dois maiores índices de produtividade possuem, também, as duas maiores áreas. Entretanto, no caso do lote 23, por exemplo, existem faixas consideráveis dos dois piores subgrupos de aptidão agrícola, o que indica que o programa procurou compensá-lo com uma área maior. Já no caso do lote 22, este possui pequenas faixas dos piores subgrupos de aptidão agrícola, embora, por outro lado, possua, também, uma pequena faixa das melhores terras do assentamento, o que pode estar influenciando, em certa medida, o resultado do índice de produtividade. O lote 07, embora possua um índice de produtividade inferior aos dois primeiros, encontra-se localizado em uma faixa de terras de melhor qualidade em relação a eles, o que nos leva a constatar que, nesse caso, o índice de produtividade pode estar sendo influenciado pela qualidade das terras, já que possui área menor que outros lotes com pior índice de produtividade.

Já em relação aos dois piores índices de produtividade gerados pelo programa verifica-se que, nestes casos, eles estão de fato sendo influenciado pela baixa qualidade das terras, já que ambos encontram-se integralmente situados nas piores faixas de aptidão agrícola do assentamento. Entretanto, por outro lado, não foi observada uma compensação no tamanho da área destes lotes, os quais além de possuírem terras de baixa qualidade, restritas apenas para preservação da fauna e flora, encontram-se entre as menores áreas geradas pelo programa. Nesse sentido, embora o programa tenha originado lotes mais homogêneos do ponto de vista da capacidade produtiva, ele não cumpriu, efetivamente, neste caso específico do PA Veredas, com sua proposta de compensação no tamanho dos lotes situados em terras de baixa qualidade produtiva, o que, conseqüentemente, resultou na geração de lotes pequenos e de pior qualidade.

Observa-se ainda, como já ressaltado, que a conformação dos lotes gerados pelo SOTER-PA é mais irregular se comparada aos lotes delineados pelo INCRA, já que os mesmos são originados a partir da aptidão agrícola das terras, que muitas vezes, encontra-se distribuída de forma fragmentada na área dos assentamentos, como bem exemplifica a Figura 51.

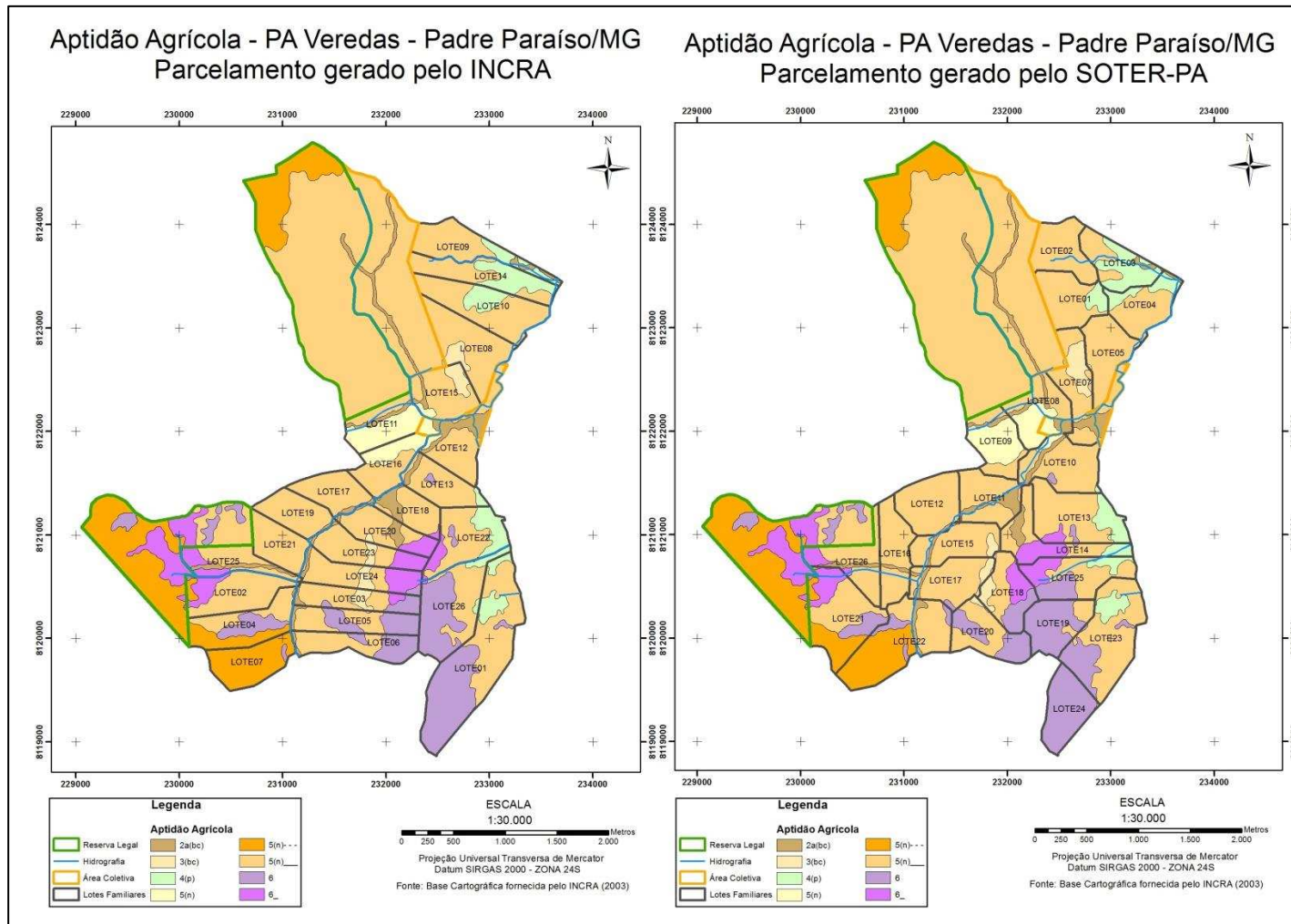


Figura 51. Parcelamento original do INCRA e parcelamento gerado pelo SOTER-PA e, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.
 Fonte: Elaborado pela autora.

O problema referente ao aproveitamento dos recursos hídricos, já ressaltado, é evidente neste contexto, uma vez que no parcelamento realizado pelo INCRA todos os lotes possuem acesso a cursos d'água, enquanto no parcelamento gerado pelo SOTER-PA, seis lotes não foram beneficiados com tal recurso. Tal constatação reforça a necessidade de estudos mais aprofundados acerca do SOTER-PA, a fim de solucionar estas falhas que, em certa medida, prejudicam o planejamento ambiental acerca dos recursos a serem usufruídos pelas famílias assentadas.

Ainda na perspectiva do planejamento ambiental, conforme explicitado no capítulo anterior, embora a alocação das áreas de reserva legal tenha priorizado regiões com cobertura vegetal nativa, ao analisar conjuntamente os mapas de cobertura vegetal e de aptidão agrícola das terras do PA Veredas, verificou-se a existência de outras áreas com pior qualidade produtiva e com presença de vegetação nativa que poderiam ter sido utilizadas para a alocação da reserva legal, a fim de destinar as áreas com melhor aptidão agrícola para a alocação dos lotes familiares. Sendo assim, foi realizada a realocação das áreas de reserva legal, procurando, mais uma vez, aliar as questões ambientais legais, que normatizam a priorização das áreas de vegetação nativa, bem como a aptidão agrícola das terras, de forma que as melhores terras estejam disponíveis para a alocação dos lotes familiares. A partir da nova proposta manteve-se a reserva legal 1, condizente com os critérios aqui delineados, e realocou-se a reserva legal 2, a partir do mapa de aptidão agrícola, destinando a região mais a sudeste do assentamento, com as terras de pior qualidade, porém com presença de cobertura vegetal nativa, para a realocação da nova reserva legal. As duas áreas juntas somam 287,61 ha, o que corresponde a 23,95% da área total do assentamento, cumprindo, portanto, com os parâmetros legais vigentes. A Figura 52 destaca, em amarelo, a proposta de localização das áreas de reserva legal.

Após a definição da realocação das áreas de reserva legal, a nova área foi submetida ao processamento do SOTER-PA, a fim de apresentar uma nova proposta de ordenamento do PA Veredas. Nesse sentido, o mesmo processo descrito nos tópicos anteriores, referente à preparação dos arquivos necessários para a execução do programa, foi aplicado à nova proposta de parcelamento. As notas foram as mesmas utilizadas anteriormente e apresentadas na Tabela 03, entretanto atribuiu-se outros valores para as áreas máxima e mínima, quais sejam 850 e 1300 pixels (31 ha e 48 ha), uma vez que o total da área a ser parcelada para os lotes sofreu alteração, passando de 786,23 ha para 813 ha, em detrimento do delineamento das novas reservas legais, que também somam valores distintos do parcelamento original.

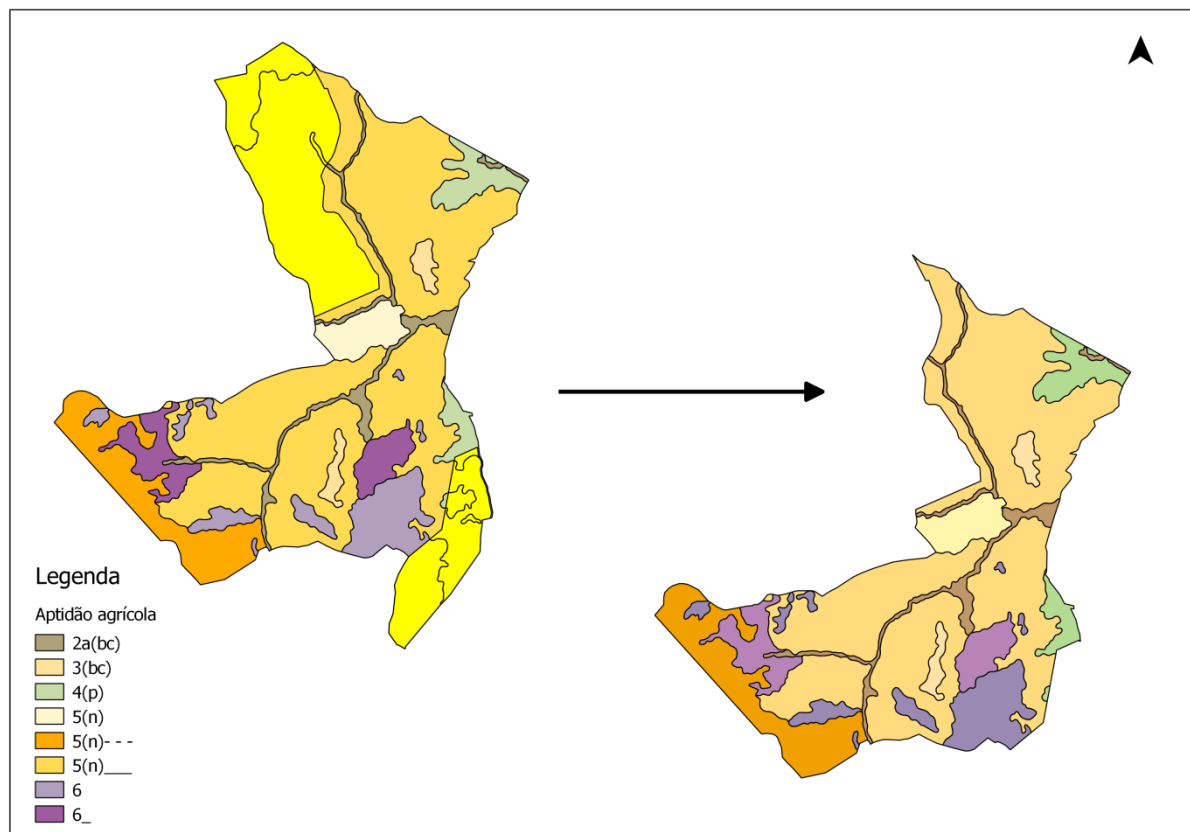


Figura 52. Nova proposta de realocação das áreas de reserva legal, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.

Fonte: Elaborado pela autora.

Desta forma, novos testes foram realizados a fim de apresentar uma nova proposta de ordenamento do PA Veredas. Assim, após a execução de 14 testes, obteve-se um resultado ainda melhor que o gerado pelo SOTER-PA na comparação com o parcelamento original. O melhor resultado foi originado a partir de 500 iterações, em um tempo computacional de 27 segundos. Os arquivos finais podem ser visualizados na Figura 53, bem como a imagem do novo parcelamento, ilustrada na Figura 54, a qual passou por um processo de georrefereciamento, bem como de vetorização, resultando no mapa apresentado na Figura 55.

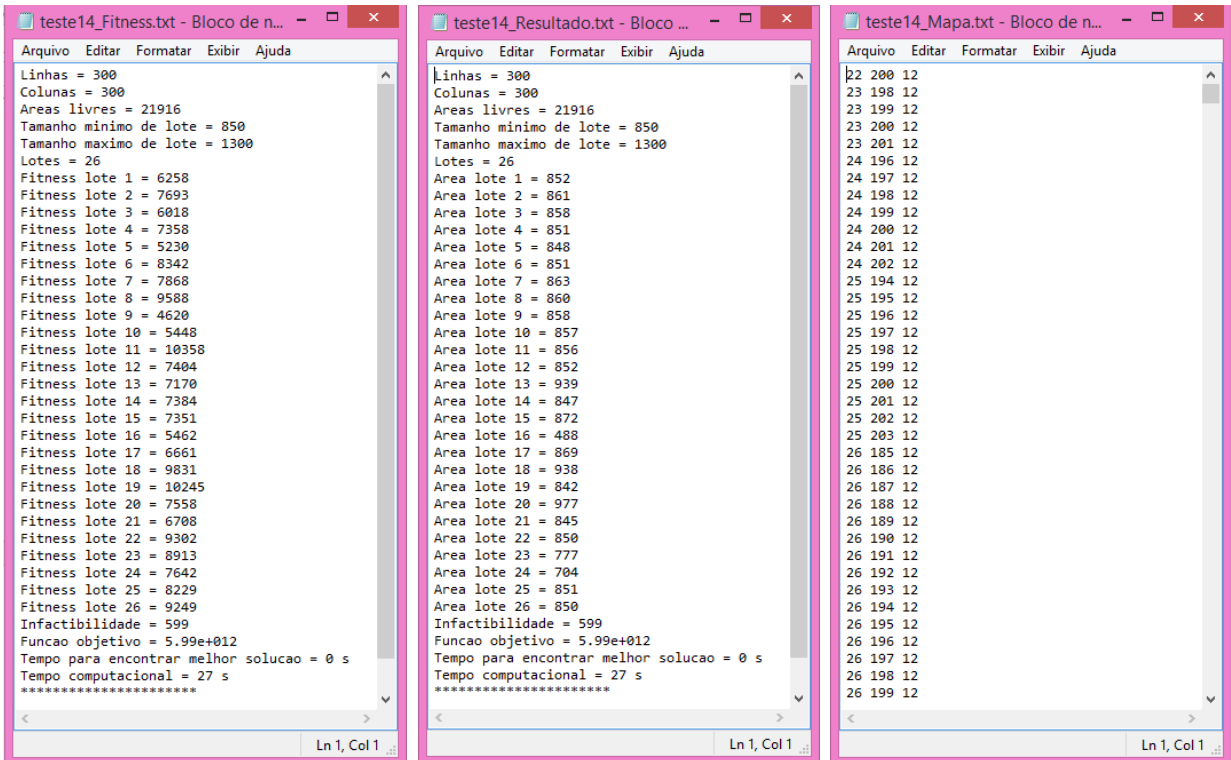


Figura 53. Novos resultados gerados a partir do SOTER-PA para o parcelamento do PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.



Figura 54. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.

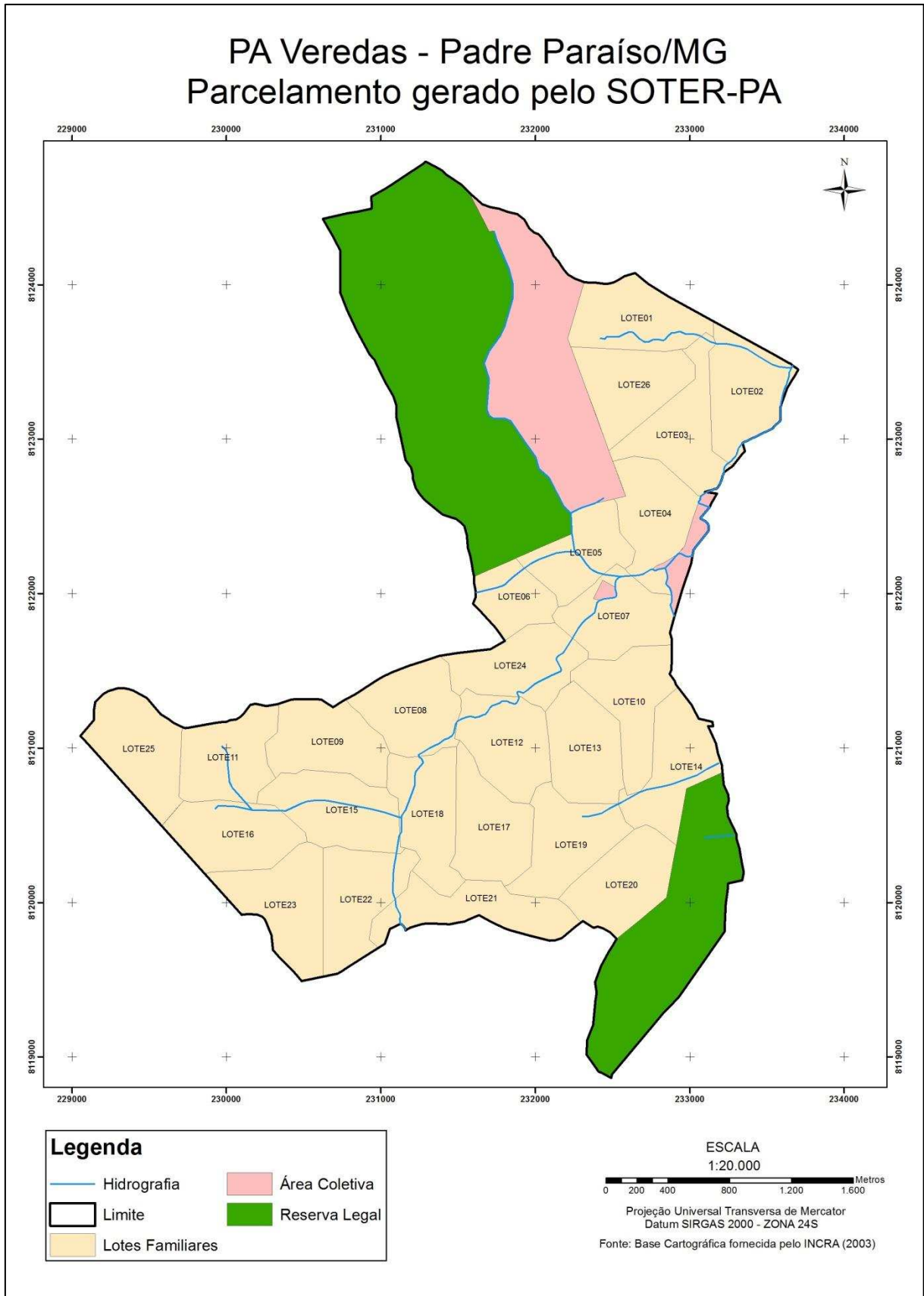


Figura 55. Parcelamento gerado pelo SOTER-PA, PA Veredas, Padre Paraíso, MG, 2003.
 Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme ressaltado, o novo parcelamento proposto apresentou um desvio-padrão ainda menor em relação aos índices de produtividade, bem como à área dos lotes, que o primeiro realizado pelo mesmo programa, como pode ser observado no Quadro 17. Além disso, em termos absolutos, o novo parcelamento também apresentou valores melhores relativos aos índices de produtividade que nos outros dois realizados, quais sejam o parcelamento original do INCRA, bem como o primeiro parcelamento gerado pelo SOTER-PA.

Quadro 17. Índices de produtividade e área de cada lote gerado pelo SOTER-PA, a partir da nova proposta de parcelamento, comparativamente aos demais resultados, PA Veredas, Padre Paraíso, MG.

	Índices de produtividade INCRA	Área INCRA	Índices de produtividade SOTER-PA	Área SOTER-PA	Índices de produtividade SOTER-PA Novo Parcelamento	Área SOTER-PA Novo Parcelamento
	15798	81,76	12076	56,27	10358	31,75
	10230	41,19	10506	42,58	10245	31,23
	9423	32,35	10094	29,49	9831	34,80
	9172	37,59	9467	26,52	9588	31,90
	8790	47,80	9396	48,39	9302	31,53
	8763	34,89	8786	26,86	9249	31,53
	8671	30,33	8691	32,71	8913	28,82
	8074	27,08	8374	26,37	8342	31,57
	7593	25,43	7782	27,80	8229	31,57
	7225	22,24	7736	28,47	7868	32,01
	6953	35,08	7604	27,57	7693	31,94
	6757	33,95	7482	26,90	7642	26,12
	6672	24,09	6953	26,75	7558	36,24
	6656	28,51	6894	34,29	7404	31,61
	6576	22,67	6786	26,97	7384	31,42
	6299	18,86	6726	29,37	7358	31,57
	5996	28,10	6631	26,30	7351	32,35
	5984	24,48	6508	26,97	7170	34,83
	5911	23,68	6122	26,34	6708	31,35
	5873	25,08	5793	26,60	6661	32,24
	5624	23,57	5791	27,12	6258	31,61
	5472	27,62	5561	26,52	6018	31,83
	5258	21,44	5462	26,26	5462	18,10
	4815	21,35	5319	28,81	5448	31,79
	4688	21,35	4021	27,20	5230	31,46
	3936	25,81	3585	26,79	4620	31,83
Desvio-padrão	2368,69	12,55	1985,88	7,46	1574,42	3,23

Como pode ser observado na Figura 56, o lote de maior índice de produtividade é representado pelo número 13, o qual possui uma grande faixa das piores terras do ponto de vista da aptidão agrícola das terras, representado pelo subgrupo 6_, apto apenas para a proteção da fauna e flora. Por outro lado, o índice de produtividade pode estar sendo influenciado pela pequena faixa das terras de melhor qualidade no assentamento, restrita a apenas 3% da área total, a qual foi avaliada com uma nota seis vezes maior que a pior delas, representa pelos subgrupos 6 e 6_. Já o lote 19 foi identificado como o de pior índice de produtividade, o que pode ser justificado pelo fato de a maior parte da área do lote encontrar-se localizada nas piores terras do assentamento, ou seja, nesse caso, o baixo valor do índice de produtividade está sendo diretamente influenciado pela baixa qualidade das terras. Entretanto, por outro lado não se observou uma compensação no tamanho da área em virtude da baixa qualidade das terras, o que pode ser justificado pela própria limitação das áreas mínima e máxima.

Já no que tange o lote de maior área, observa-se que este possui um índice de produtividade intermediário, o que condiz com a qualidade das terras, verificada a partir da aptidão agrícola. Entretanto, por outro lado, o lote com menor área, encontra-se entre os quatro piores índices de produtividade gerados pelo novo parcelamento, embora esteja situado em uma área com uma pequena faixa das melhores terras do ponto de vista da aptidão agrícola e o restante da área abrangida pelo subgrupo de aptidão 5(n), que embora represente terras restritas para a pastagem natural, inaptas para lavouras, foi avaliado com nota intermediária, tendo em vista o contexto físico-ambiental em que o assentamento encontra-se inserido. Sendo assim, seria mais condizente que este lote possuísse maior índice de produtividade, embora, a pequena área possa ser justificada, de certa forma, pela qualidade das terras, conforme argumentado. Nesse sentido, considera-se que o novo parcelamento sugerido a partir da realocação da reserva legal apresentou os melhores resultados dentre os três comparados, gerando lotes mais homogêneos tanto de vista da capacidade produtiva, quanto em relação às áreas.

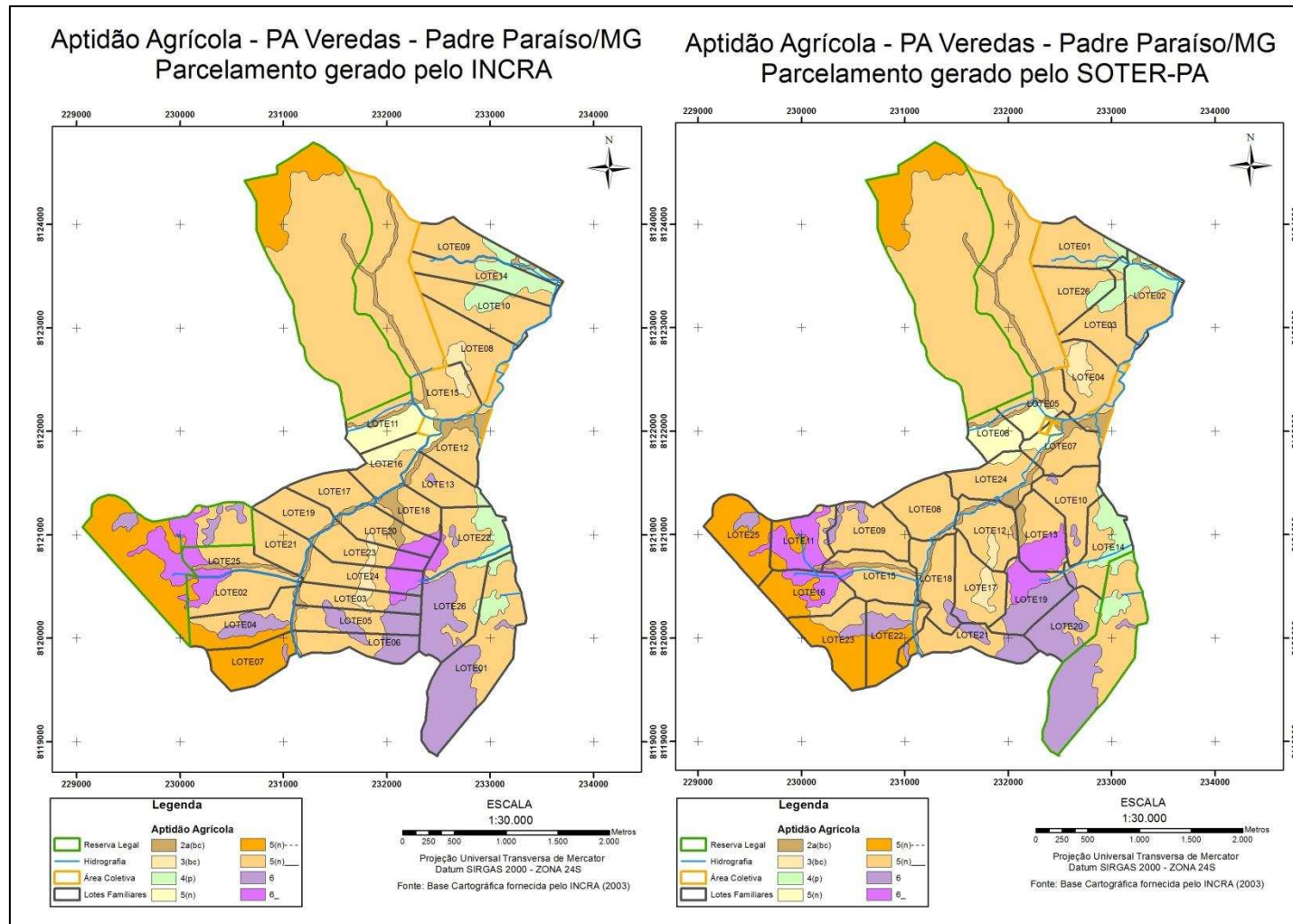


Figura 56. Parcelamento original do INCRA e novo parcelamento gerado pelo SOTER-PA e, PA Belo Vale, Paracatu, MG.
Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises realizadas obteve-se respostas positivas ao problema de pesquisa, uma vez que o SOTER-PA possibilitou o delineamento de lotes mais homogêneos do ponto de vista da capacidade produtiva, que o parcelamento original do INCRA, nos três casos analisados. Além disso, o programa também respondeu positivamente à sua proposta de compensar os lotes com terras de pior qualidade com áreas maiores, o que também pode ser observado nos três casos, embora com algumas exceções, conforme argumentado no capítulo anterior.

A análise do ordenamento territorial dos três assentamentos na perspectiva do planejamento ambiental possibilitou constatar, conforme apresentado ao longo do trabalho, que não existem critérios bem definidos para o processo de parcelamento dos assentamentos, principalmente, do ponto de vista das características físicas e agronômicas da área, determinantes para a reprodução da vida das famílias assentadas, já que estas dependem diretamente de tais recursos para a geração de renda por meio de atividades agropecuárias.

Nos três casos analisados constatou-se que apenas no PA Olhos D'Água consideraram-se elementos ambientais, como a cobertura vegetal, no ordenamento do território realizado pelo INCRA. Nesse caso, as áreas de reserva legal foram alocadas, prioritariamente, nas regiões remanescentes de vegetação nativa, os lotes familiares foram alocados nas terras de melhor qualidade produtiva, além de serem banhados por cursos d'água, em sua grande maioria. As únicas exceções são os lotes que divisam com as reservas legais que, embora não sejam efetivamente banhados por cursos d'água, encontram-se muito próximos a eles.

Já no PA Belo Vale e PA Veredas esse cuidado não foi observado. A área onde está localizado o PA Veredas não é propícia, do ponto de vista da aptidão agrícola das terras, para atividades agrícolas. Além disso, as condições de manejo também não são condizentes com a realidade das famílias assentadas, uma vez que a realização de atividades produtivas no assentamento está condicionada à aplicação de capital. Nesse sentido, constata-se, portanto, a existência de falhas no processo de vistoria das terras a serem incorporadas pelo Programa Nacional de Reforma Agrária, o qual deveria ser mais criterioso em relação à qualidade das mesmas, bem como levar em consideração o contexto socioeconômico em que estas famílias encontram-se inseridas, as quais, na maioria das vezes, não possuem condições de investir em tecnologias de produção e manejo.

Tendo em vista os problemas identificados nesses dois assentamentos foi proposto um novo parcelamento a partir do SOTER-PA, tendo em vista a cobertura vegetal nativa, bem como a aptidão agrícola das terras. O programa apresentou resultados ainda melhores, isto é, proporcionou o delineamento de lotes ainda mais homogêneos do ponto de vista da capacidade produtiva. Desta forma, constata-se que a perspectiva do planejamento ambiental é essencial na tomada de decisões acerca do ordenamento territorial dos assentamentos de reforma agrária, uma vez que possibilita o melhor aproveitamento dos recursos naturais a serem explorados, tendo em vista a perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Entretanto, apesar de termos comprovado a viabilidade do SOTER-PA para o parcelamento de áreas de interesse, identificamos também, ao longo do processo de testes, algumas fragilidades do programa, que serão apresentadas com o intuito de propor melhorias para o aperfeiçoamento desta ferramenta.

Alguns destes problemas já foram evidenciados ao longo do trabalho, dentre eles a dificuldade de reconhecimento de informações fragmentadas, como cursos d'água e estradas, resultando em erro no programa quando inseridas. Nesse sentido, a impossibilidade de inclusão destes dados acaba por restringir o planejamento acerca destes recursos pré-existentes, podendo resultar na má distribuição dos mesmos. Uma sugestão é que os cursos d'água possam ser considerados como elemento de delimitação dos lotes, de modo que a maior parte das unidades geradas tenha acesso a fontes superficiais de água.

Outro problema apresentado se refere à dificuldade do SOTER-PA em fornecer lotes cuja área respeite o intervalo mínimo e máximo colocado como dado de entrada no programa. Sendo assim, nos três casos analisados o programa gerou áreas maiores ou menores que os valores determinados, não respeitando, portanto, os intervalos estabelecidos, o que, no contexto em questão, não trouxe prejuízos do ponto de vista dos resultados gerados.

A identificação dos lotes por meio da paleta de cores também se caracterizou como uma dificuldade, em virtude da proximidade das cores de diferentes lotes. Em outras palavras, a diferenciação dos tons de azul, ou dos tons de verde, por exemplo, nem sempre é claramente evidente, dificultando, pois, a identificação de todos os lotes a partir da cor. Sendo assim, esta dificuldade foi superada por meio da identificação dos lotes a partir de suas respectivas áreas, não comprometendo, portanto, a análise dos dados. Entretanto, numa situação de parcelamento de um número muito grande de lotes, a paleta de cores dificultaria ou até mesmo inviabilizaria a identificação dos lotes. A interface gráfica também representa outra

fragilidade do programa, uma vez que a mesma apresenta-se pouco amigável, com layout não muito apresentável visivelmente.

O SOTER-PA também apresentou dificuldade em processar áreas muito extensas e complexas do ponto de vista da função de otimização, isto é, o programa funciona melhor em áreas menores e pouco fragmentadas do ponto de vista da mesma função, neste caso específico, a aptidão agrícola das terras.

Em suma, os resultados desta pesquisa apresentam uma nova possibilidade para o auxílio na tomada de decisões acerca do ordenamento dos assentamentos rurais de reforma agrária. Entretanto, é importante ressaltar que a eficácia dos resultados do SOTER-PA também depende da qualidade da base cartográfica disponível, que, por sinal, depende da qualidade dos dados levantados em campo. O que se verifica, em grande parte das vezes, é que esta base cartográfica nem sempre existe, o que dificulta o trabalho dos planejadores, já que os mapas são imprescindíveis na tomada de decisão acerca de um determinado território, uma vez que ele possibilita a espacialização dos dados a serem analisados nesse processo. Além da qualidade da base cartográfica, outro ponto determinante é a qualidade das notas atribuídas às classes de aptidão agrícola das terras, as quais influenciam diretamente nos resultados obtidos.

Nesse sentido, o SOTER-PA não somente se mostrou eficiente do ponto de vista operacional como traz consigo uma proposta acerca do planejamento ambiental, ressaltando a necessidade de um levantamento de qualidade dos recursos naturais disponíveis em áreas de interesse, que possa auxiliar na tomada de decisão acerca da distribuição de tais recursos, em função de seus usos. Desta forma, o processo de ordenamento do território cumpriria suas funções elementares de direcionar o melhor uso dos recursos naturais disponíveis, de forma a possibilitar às famílias assentadas acesso a condições mais igualitárias de produtividade agrícola, visando à elevação da qualidade de vida das mesmas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. G. de. O ordenamento territorial e a geografia física no processo de gestão ambiental. In: SANTOS, M., BECKER, B. K. (org). **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. 3 ed, 332-352 p.

BARROS, K. O.; OLIVEIRA, J. C.; MARCATTI, G. .; RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.. Os SIG's como ferramentas para o planejamento territorial. In: **Desenvolvimento Rural, Sustentabilidade e Ordenamento Territorial**. FERREIRA NETO, J. A., EINLOFT, C. J., GONÇALVES, R. L. (orgs). Viçosa, MG: UFV; Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 27-38, 2011.

BRUNO, R. O Estatuto da Terra: entre a conciliação e o confronto. Rio de Janeiro, Estudos Sociedade e Agricultura, n. 5, novembro 1995, p. 5-31. Disponível em <<http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/cpda/estudos/cinco/regina5.htm>>. Acesso em 10 fev. 2015.

CABEZA, A. M. Ordenación del território em America Latina. Scripta Nova. Revista eletrônica de geografia y ciências sociais, Universidad de Barcelona, v. VI, n. 125, 2002. Disponível em <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-125.htm>>. Acesso em 11 fev. 2015.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji (Orgs.). **Sistemas de informações geográficas. Aplicações na agricultura**. 2. Ed., ver. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI/ EMBRAPA-CPAC, 1998.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade da economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. CAVALCANTI, C (Org.). 4 ed. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2003.

CAVEDON, A. D.; SHINZATO, E. Capacidade de Uso das Terras. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/ps/solos/solos_capacidade.pdf>. Acesso em 06 de maio de 2014.

FERREIRA, B. Estratégias de intervenção do estado em áreas de assentamento: as políticas de assentamento do governo federal. In: MEDEIROS, L. et al (Org). **Assentamentos rurais: uma visão multidisciplinar**. São Paulo, UDUNESP, 1994.

FERREIRA NETO, J.A.; MILAGRES, C. S. F.; SOUSA, D. N. de; MOREIRA, M. C. O. O uso do Aplicativo SOTER e da Cartografia Social na Organização Territorial em Projetos de Reforma Agrária. In: **Recursos naturais, Sistemas de Informação Geográfica e Processos Sociais**. FERREIRA NETO, J. A., SOUSA, D. N. de, MILAGRES, C. S. F. (orgs.). Viçosa, MG: UFV; Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 238-248, 2010.

GERMANI, G. I. Condições históricas e sociais que regulam o acesso à terra no espaço agrário brasileiro. Geotextos, vol. 2, n. 2, 2006. Disponível em <<http://www.geografar.ufba.br/site/arquivos/biblioteca/publicacoes/9a648763dc58f84a08aad80e4672b8fe.pdf>>. Acesso em 10 fev. 2015.

GODELIER, M. L'idéal et le materiel. Paris: Fayard, 1984.

HAESBAERT, R. **O Mito da desterritorialização: do fim dos territórios à multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2004.

HAESBAERT, R. Concepções de território para entender a desterritorialização. In: SANTOS, M., BECKER, B. K. (org). **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. 3 ed, 43-71 p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA, 2014. **Números da Reforma Agrária**. Disponível em <<http://www.incra.gov.br/index.php/reforma-agraria-2/questao-agraria/numeros-da-reforma-agraria/file/1816-familias-assentadas>>. Acesso em 20 de janeiro de 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA, 2014. **Notícias**. Disponível em <<http://www.incra.gov.br/index.php/noticias-sala-de-imprensa/noticias/14207-incra-cumpre-metas-e-inicia-2014-com-nova-perspectiva-de-atuacao>>. Acesso em 03 fev. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA, 2014. **Competências**. Disponível em <http://www.incra.gov.br/index.php/acao-a-informacao/institucional/74-acesso-a-informacao/ai-institucional/12084-competencias>. Acesso em 03 fev. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do PA Belo Vale**. Viçosa, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do PA Olhos D'Água**. Viçosa, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do PA Veredas**. Viçosa, 2003.

LEPSCH, I. F.; BELINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C. R. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. Manual de obtenção de terras e perícia judicial. Brasília, 2006a, 140p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. Norma de Execução/INCRA/DD/Nº 71, de 12 de maio de 2008. Disponível em <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/institucional/legislacao--/atos-internos/normas/ne_71_120508.pdf>. Acesso em 10 Nov. 2013.

MASEDA, Rafael Crecente; RIVEIRA, Inés Santé. Los SIG como herramienta para el planeamiento municipal. In: **Desenvolvimento Rural, Sustentabilidade e Ordenamento Territorial**. FERREIRA NETO, J. A., EINLOFT, C. J., GONÇALVES, R. L. (orgs). Viçosa, MG: UFV; Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 9-26, 2011.

MARTINS, J. S. **O Cativoiro da Terra**. 3. ed. São Paulo: Ciências Humanas, 1986.

MILAGRES, Cleiton Silva Ferreira. O uso da Cartografia Social e das Técnicas Participativas no Ordenamento Territorial em Projetos de Reforma Agrária. 2011. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MORAES, A. C. R. Ordenamento Territorial: uma conceituação para o planejamento estratégico. In: **Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial**. Anais da oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, Brasília, 13-14 de novembro de 2003. Brasília: MI, 2005, p. 43-47.

MORALEZ, R., FAVARETO, A. Energia, desenvolvimento e sustentabilidade – definições conceituais, usos e abusos. In: FAVARETO, A., MORALEZ, R. (org). **Energia, desenvolvimento e sustentabilidade**. Porto Alegre: Zouk, 2014, p. 17-73.

MOREIRA, M. C. O.; FERREIRA NETO, J. A.; EINLOFT, C. J.; SILVA, N. T. C. O uso da Busca Tabu no ordenamento territorial em assentamentos rurais: reconfigurando o SOTER-PA (Sistema de Ordenamento Territorial da Reforma Agrária e Planejamento Ambiental). In: **Desenvolvimento Rural, Sustentabilidade e Ordenamento Territorial**. FERREIRA NETO, J. A., EINLOFT, C. J., GONÇALVES, R. L. (orgs). Viçosa, MG: UFV; Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 265-271, 2011.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da aptidão Agrícola das Terras**. Brasília: Embrapa/SNLCS, 1978, 70p.

RUCKERT, A. A. O processo de reforma do Estado e a Política Nacional de Ordenamento Territorial. In: **Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial**. Anais da oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, Brasília, 13-14 de novembro de 2003. Brasília: MI, 2005, p. 31-39.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Org. STROH, P. Y. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 3ª ed. 96 p.

SANTOS JÚNIOR, E. C. dos. O ordenamento territorial em assentamentos rurais: uma análise utilizando algoritmos genéticos. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 2007.

SANTOS, M. O retorno do território. In: OSAL : Observatorio Social de América Latina. Año 6 no. 16, jun. 2005. Disponível em <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/D16Santos.pdf>>. Acesso em 11 fev. 2015.

SANTOS, T. C. Algumas considerações preliminares sobre ordenamento territorial. In: **Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial**. Anais da oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, Brasília, 13-14 de novembro de 2003. Brasília: MI, 2005, p. 49-54.

SILVA, E. B. da; NOGUEIRA, R. E.; UBERTI, A. A. A. Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio ao assentamento de famílias rurais, utilizando sistema de informações geográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1977-1990, 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n6/22.pdf>>. Acesso em 23 de jan. de 2014.

SILVA, J. d. S. V. d., SANTOS, R. F. d. (2004). Zoneamento para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, 21(2), 221-263.

SOUZA, M. J. L. de. O Território: sobre o espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (org.) **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, ed. 11, 2008.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006. 2ª ed. 220 p.

WORLD, Comission on Environment and Development (WCED), 1987. **Our common future (Relatório Brundtland)**. Disponível em <<https://ambiente.files.wordpress.com/2011/03/brundtland-report-our-common-future.pdf>>. Acesso em 10 Abr. 2015.