

EDGARD CARNEIRO DOS SANTOS JUNIOR

**O ORDENAMENTO TERRITORIAL EM ASSENTAMENTOS RURAIS: UMA
ANÁLISE UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS**

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
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

S237o
2007

Santos Júnior, Edgard Carneiro dos, 1968-
O ordenamento territorial em assentamentos rurais :
uma análise utilizando algoritmos genéticos / Edgard
Carneiro dos Santos Júnior. – Viçosa, MG, 2007.
xiv, 93f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: José Ambrósio Ferreira Neto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 88-92.

1. Reforma agrária - Minas Gerais. 2. Assentamentos humanos - Minas Gerais. 3. Posse da terra - Brasil.
 4. Reforma agrária - Aspectos ambientais - Minas Gerais.
 5. Assentamentos humanos - Minas Gerais - Planejamento.
- I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 333.318151

EDGARD CARNEIRO DOS SANTOS JUNIOR

**O ORDENAMENTO TERRITORIAL EM ASSENTAMENTOS RURAIS: UMA
ANÁLISE UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS**

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: 24 de agosto de 2007

Prof. Márcio Mota Ramos
(Co-orientador)

Prof. Eloy Alves Filho

Prof^a Ana Louise de Carvalho Fiúza

Prof. João Carlos Ker

Prof. José Ambrósio Ferreira Neto
(Orientador)

À minha esposa Luci, à minha filhinha Renata,
demais familiares e amigos,
que estiveram ao meu lado,
apoando-me, sobretudo nas horas difíceis.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus, seguido por todos os que me apoiaram nos momentos de aflição e que foram fundamentais para que se concretizasse este trabalho. Também agradeço:

Ao professor José Ambrósio Ferreira Neto, que me deu a oportunidade de descobrir novas potencialidades. Desde 2005, manifestando-se favoravelmente aos meus objetivos e preferências, monitorando o desenvolvimento do meu estudo, constituindo-se, portanto, na peça-chave para a conquista desta vitória.

À Esposa Luci, pelo seu apoio solidário, afetivo e dedicado, que sempre me incentivou, tornando possível a superação dos momentos de desânimo. Por ter suportado, juntamente com minha filhinha Renata, minhas inquietudes, lamentações e momentos de mau humor, tornando possíveis muitos momentos de alegria.

Ao Primo Eduardo Macedo Bhering, pela atenção, dedicação, paciência, acessibilidade, oportunas sugestões e valiosa ajuda na implementação do AG, sem a qual este trabalho não seria possível.

Ao amigo Alberto (Barbeto), pelo fundamental apoio na confecção dos mapas.

Ao amigo Elias pela valiosa ajuda durante a elaboração do projeto de pesquisa.

Aos professores: Liovando, André e Elpídio, pelas sugestões dadas.

À toda família TOV pelos incentivos e sobretudo, pelas orações a mim confiadas. A todos os companheiros da pós-graduação, pela amizade e pelos momentos de descontração.

Agradeço também a inúmeras outras pessoas que, embora não ligadas diretamente à execução deste trabalho, prestaram-se solidárias.

À Universidade Federal de Viçosa, pela acolhida, desde 1984, quando cursei o Coluni, ingressando em seguida no curso de Zootecnia em 1988, em 2001, no curso de Geografia e, em 2005, no mestrado.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos, tornando possível a realização do curso.

BIOGRAFIA

EDGARD CARNEIRO DOS SANTOS JUNIOR, filho de Edgard Carneiro dos Santos e Elza Bhering dos Santos, nasceu em São Paulo-SP, em 27 de janeiro de 1968.

Iniciou o ensino médio em 1984 pelo Colégio Universitário (COLUNI) da Universidade Federal de Viçosa. Em fevereiro de 1988, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em 1994.

No período de 1997 a 1999 foi bolsista de aperfeiçoamento – CNPq pela Universidade Federal de Viçosa.

Em fevereiro de 2001, iniciou o curso de Geografia, também pela Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em julho de 2004.

Iniciou em fevereiro de 2005 o Programa de Mestrado em Extensão Rural, na área de concentração em Governança de Recursos Comuns e Desenvolvimento Sustentável, no Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em 24 de agosto de 2007.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO	1
1. Reforma Agrária e Assentamentos	4
1.1. As lutas pela Terra e Reforma Agrária no Brasil.....	4
1.2. O Modelo de Reforma Agrária Baseado na Criação de Assentamentos Rurais.....	8
2. A Organização Espacial em Projetos de Assentamento.....	10
2.1. Organização espacial e unidades produtivas	10
2.2. Parcelamento.....	12
2.3. O INCRA e os projetos de ordenamento territorial nos assentamentos...	13
3. Os Sistemas de Avaliação de Terras e o Parcelamento	17
3.1. O Sistema Capacidade de Uso.....	18
3.2. O Sistema Aptidão Agrícola	19
3.3. As Unidades de Produção Familiar e os Métodos de Avaliação de Terras	22
4. A organização territorial em Projetos de Assentamentos em Minas Gerais ..	25
4.1. Região Noroeste de Minas Gerais	25
4.1.1. PA Barreiro do Cedro	25

4.1.1.1. Unidades de mapeamento de solos do PA Barreiro do Cedro....	26
4.1.1.2. Classes de aptidão agrícola do PA Barreiro do Cedro.....	27
4.1.1.3. Classes de cobertura vegetal do PA Barreiro do Cedro.....	27
4.1.2. PA Nova Esperança	30
4.1.2.1. Unidades de mapeamento de solos do PA Nova Esperança.....	31
4.1.2.2. Classes de aptidão agrícola do PA Nova Esperança.....	31
4.1.2.3. Classes de cobertura vegetal do PA Nova Esperança.....	32
4.2. Região do Vale do Jequitinhonha	34
4.2.1. PA Nova Serrana	35
4.2.1.1. Unidades de mapeamento de solos do PA Nova Serrana.....	35
4.2.1.2. Classes de aptidão agrícola do PA Nova Serrana.....	36
4.2.1.3. Classes de cobertura vegetal do PA Nova Serrana.....	36
4.2.2. PA Veredas	39
4.2.2.1. Unidades de mapeamento de solos do PA Veredas.....	40
4.2.2.2. Classes de aptidão agrícola do PA Veredas.....	41
4.2.2.3. Classes de cobertura vegetal do PA Veredas.....	41
4.3. Região do Triângulo Mineiro.....	46
4.3.1. PA Paulo Freire.....	46
4.3.1.1. Unidades de mapeamento de solos do PA Paulo Freire.....	47
4.3.1.2. Classes de aptidão agrícola do PA Paulo Freire.....	47
4.3.1.3. Classes de cobertura vegetal do PA Paulo Freire.....	47
4.3.2. PA São Pedro.....	49
4.3.2.1. Unidades de mapeamento de solos do PA São Pedro.....	50
4.3.2.2. Classes de aptidão agrícola do PA São Pedro.....	51
4.3.2.3. Classes de cobertura vegetal do PA São Pedro.....	51

4.4. Análise Regional dos PAs do Noroeste de Minas Gerais.....	53
4.5. Análise Regional dos PAs do Vale do Jequitinhonha.....	54
4.6. Análise Regional dos PAs do Triângulo Mineiro.....	56
4.7. Análise Global dos Projetos de Assentamento.....	56
5. Os Algoritmos Genéticos.....	59
5.1. Conceitos Básicos.....	60
5.2. Estrutura Básica de um Algoritmo Genético.....	62
5.3. Implementação.....	63
6. Resultados e Discussão.....	74
6.1. Resultados Obtidos.....	77
7. Considerações.....	84
8. Conclusões.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	93

LISTA DE QUADROS

	Página
3.1 Grupos e Classes do Sistema Capacidade de Uso.....	18
3.2 Níveis de Manejo do Sistema Aptidão Agrícola	20
3.3 Diferenciação dos Grupos e Subgrupos de aptidão agrícola das terras, de acordo com os níveis de manejo A,B e C	21
5 Cálculos da Expectativa de Sobrevivência	70
6 Classes de Aptidão Agrícola X Índice de Produtividade	79

LISTA DE TABELAS

		Página
5	Índices de Produtividade em função dos grupos de Aptidão Agrícola e dos níveis de manejo.....	67
6	Valores de referência para os parâmetros do AG	74
6.1	Fitness e área de cada lote gerado pelo AG	81
6.2	Fitness e área de cada lote original submetido a cálculo pela função de Avaliação	82

LISTA DE FIGURAS

	Página
5.1 Exemplo de Crossover	61
5.2 Exemplo de Mutação	62
5.3 Estrutura geral do Algoritmo	65
5.4 (a) Matriz que define a região de estudo, diferenciando a área de interesse da região externa.....	66
5.4 (b) Cromossomo representando uma possível solução de divisão de uma propriedade em 5 lotes	66
5.5 Procedimento de geração de uma solução inicial	69
5.6 Distribuição da Expectativa de Sobrevivência	70
5.7 Crossover.....	72
5.8 Mutação.....	73
6 (a) Gráfico Fitness X Número de Gerações	75
6 (b) Gráfico Fitness X Tamanho da População	76
6 (c) Gráfico Fitness X Taxa de Mutação	76
6 (d) Gráfico Fitness X Taxa de Renovação	77
6.1 Áreas de estudo a serem parceladas	78

RESUMO

SANTOS JUNIOR, Edgard Carneiro dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **O ordenamento territorial em assentamentos rurais: uma análise utilizando algoritmos genéticos.** Orientador: José Ambrósio Ferreira Neto. Co-orientadores: Márcio Mota Ramos e José Norberto Muniz.

Neste trabalho procurou-se analisar o processo de organização territorial de seis projetos de assentamento pertencentes a três regiões fisiográficas distintas do Estado de Minas Gerais, tomando como referência aspectos pedológicos e de cobertura vegetal. Mediante análise, procurou-se identificar os critérios utilizados pelo INCRA na efetivação dessa ação, bem como comparar a capacidade de suporte de cada ambiente com vistas à ocupação humana. Esta pesquisa evidenciou que os PAs (Projetos de Assentamento) da região do Noroeste Mineiro oferecem melhores condições de ocupação humana quando comparados aos PAs do Triângulo Mineiro e estes, melhores que os PAs do Vale do Jequitinhonha. Uma nova forma de realizar o ordenamento territorial em projetos de assentamento através do emprego de um Algoritmo Genético (AG), também foi desenvolvida. O algoritmo genético foi testado no Projeto de Assentamento Veredas, localizado no município de Padre Paraíso, região do Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, Brasil e implementado com base no sistema de aptidão agrícola das terras e na atribuição de índices de produtividade às mesmas. A sequência de testes foi realizada sobre uma área de 391,88 ha, contendo oito classes distintas de aptidão agrícola, parcelada em 12 lotes. Utilizou-se como medida de eficácia o valor do desvio padrão dos índices de produtividade dos lotes de um parcelamento. A cada parâmetro avaliado foi realizada uma bateria de 15 repetições, anotando-se a média do *fitness* do melhor indivíduo (MMI) encontrada para cada variação do valor do parâmetro. A melhor combinação de parâmetros encontrada nos testes e utilizada para gerar a nova proposta de parcelamento pelo AG foram as seguintes: número de gerações igual a 320, tamanho da população de 40 indivíduos, taxa de mutação de 0,8 e taxa de renovação de 0,3. A nova proposta gerou lotes bastante homogêneos em termos de capacidade produtiva.

ABSTRACT

SANTOS JUNIOR, Edgard Carneiro dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2007. **The territorial order in agricultural nestings: an analysis using genetic algorithms.** Adviser: José Ambrósio Ferreira Neto. Co-Advisers: Márcio Mota Ramos and José Norberto Muniz.

In this work it was tried to analyze the territorial organization process from six human nesting projects of three distinct physiographic regions from the Minas Gerais State, taking as reference the pedological aspects, and the vegetal covering. Using analysis, it was tried to identify the criteria used for the INCRA (*Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária*) (National Institute of Colonization and Agrarian Reformation) in the effectuation of this action, as well as comparing the support capacity of each environment, aiming the human occupation. This research evidenced that the PAs (*Projetos de Assentamento*) (Nesting's Projects) of the *Noroeste Mineiro* (Northwestern region from the Minas Gerais State) offer better conditions for human occupation when compared with the PAs of the *Triângulo Mineiro* (Triangle region from the Minas Gerais State) and these ones, are better than the PAs from the *Vale do Jequitinhonha* (Jequitinhonha Valley). A new procedure to carry through the territorial order in human nesting's projects through a Genetic Algorithm's (AG) utilization was also developed. (GAC). The genetic algorithm was tested at Veredas Agricultural Nestings, located in Padre Paraíso City, at the Jequitinhonha Valley's region, in Minas Gerais State, Brazil, and its implementation was based on the system of lands' agricultural aptitude and on their productivity index attribution. The tests' sequence was carried through on a 391,88 ha area, containing eight different agricultural aptitude classes, parceled out in 12 lots. The effectiveness measurement used was the shunting line standard's value of a parceled area lots' productivity index. To each evaluated parameter, a battery of 15 repetitions was carried through, recording the best individual's *fitness* average (MMI) found out for each parameter's values variation. The best parameters' combination found out in the tests and used to generate the new parceling proposal by the GAC were the following ones: generation number being 320, population's

size of 40 individuals, 0,8 mutation's tax and, a 0,3 renewal's tax. The new proposal generated rather homogeneous lots in productive capacity terms.

INTRODUÇÃO

O ordenamento territorial é uma das várias etapas do processo de constituição de assentamentos rurais. Esta etapa é muito complexa uma vez que inúmeros fatores de ordem física, política, sócio-econômica e cultural estão envolvidos. Por este motivo, representa um desafio para pesquisadores e técnicos responsáveis por sua implementação.

Este trabalho ficou limitado apenas ao estudo dos aspectos físicos que influenciam o parcelamento de assentamentos rurais, mais especificamente àqueles ligados à tipologia e aptidão agrícola dos solos e a dados relativos à cobertura vegetal. Tal estudo foi realizado em seis projetos de assentamento rural em Minas Gerais pertencentes a três regiões fisiográficas distintas, estando dois projetos associados a cada uma delas. Mais especificamente, o objetivo desse trabalho foi estabelecer um estudo comparativo desses assentamentos, no que se refere à capacidade de cada ambiente suportar de forma sustentável as populações aí alocadas.

A seleção dos assentamentos, não foi totalmente aleatória uma vez que objetivou-se estabelecer, inicialmente, um estudo isolado das possibilidades de ocupação humana em cada assentamento pertencente a uma mesma região (análise local). Posteriormente partiu-se para um estudo regional (análise regional), onde os assentamentos foram comparados por região. Finalmente foi realizada uma análise global, onde a ocupação humana foi estudada de forma comparativa entre as três regiões.

Após a análise crítica do ordenamento territorial dos assentamentos em estudo foi proposta uma nova forma de se realizar o parcelamento, baseada no emprego de um algoritmo genético (AG). O algoritmo genético foi testado em dois dos seis projetos de assentamento estudados e implementado com base no sistema de aptidão agrícola das terras e na atribuição de índices de produtividade às mesmas. No entanto, a definição dos parâmetros de entrada do aplicativo (AG), bem como os resultados obtidos e apresentados neste trabalho dizem respeito exclusivamente ao PA Veredas.

O AG foi codificado em ambiente Delphi 5.0 e o ajuste dos parâmetros de entrada do algoritmo foi realizado por meio de uma sequência de testes, chegando-se à melhor combinação dos mesmos para obtenção dos resultados finais. A sequência

de testes foi realizada utilizando uma área de 391,88 ha, parcelada em doze lotes, contendo oito classes de aptidão agrícola. Foram adotados valores de referência no cálculo do índice de produtividade das classes de aptidão agrícola, com base na intensidade de uso dos solos. Foi atribuído um maior peso ao índice, quanto mais próximo estivesse do manejo A, uma vez que este é o nível de manejo que mais se aproxima à realidade financeira dos assentados.

Utilizou-se o desvio padrão como medida de eficácia de produtividade dos lotes de um parcelamento. Cada parâmetro foi avaliado com uma bateria de quinze repetições, anotando-se a média do *fitness* do melhor indivíduo (MMI) encontrada para cada variação do valor do parâmetro.

Os parâmetros avaliados, assim como os valores a eles atribuídos, foram obtidos durante a fase de implementação e utilizados como valores de referência. Em cada teste, variava-se o valor do parâmetro avaliado, fixando os demais com seus valores de referência. A melhor combinação de parâmetros encontrada nos testes e utilizada para gerar a nova proposta de parcelamento pelo AG foram: número de gerações igual a 320, tamanho da população de 40 indivíduos, taxa de mutação de 0,8 e taxa de renovação de 0,3.

Uma vez fixados os parâmetros de entrada, foram realizadas dez simulações extraindo-se o melhor resultado para cada uma das áreas de estudo. Em seguida estas áreas foram agrupadas passando a constituir a área total de interesse do PA Veredas, correspondente à nova proposta de parcelamento gerada pelo AG.

A nova proposta gerou lotes bastante homogêneos em termos de capacidade produtiva, o que ficou comprovado pelo resultado do *fitness* apresentado por cada lote. Em contrapartida, ao submeter o parcelamento original à mesma função de avaliação da qualidade dos lotes implementada para a nova proposta de parcelamento, os lotes apresentaram-se bastante heterogêneos quanto ao valor do *fitness* por eles apresentados. Este fato demonstra haver uma discrepância em termos de capacidade produtiva entre os lotes criados pelo parcelamento original, o que permite concluir que o AG utilizado como ferramenta para auxiliar o parcelamento de áreas, embora possa não encontrar uma solução ótima para o parcelamento, permite alcançar bons resultados no sentido de gerar lotes mais homogêneos produtivamente.

Os algoritmos genéticos (AGs) possuem um domínio de aplicações possíveis muito amplo, podendo variar, apenas como exemplo, desde problemas de

otimização, em técnicas de inteligência artificial, problemas de genética populacional, manejo florestal e evolução. Além de ser empregado na solução destes problemas e de inúmeros outros, o Algoritmo Genético apresentou-se também, como uma abordagem alternativa para solução de importantes problemas de ordenamento territorial.

1. Reforma Agrária e Assentamentos Rurais

1.1 As lutas pela Terra e Reforma Agrária no Brasil

As questões envolvendo a disputa pela propriedade e a posse da terra sempre estiveram presentes na história do Brasil. De acordo com Barreto (2003), “um modelo de política agrária no qual houvesse respeito aos princípios básicos da economia como o direito de propriedade, a livre iniciativa e a atuação subsidiária do Estado sempre foi uma reivindicação dos trabalhadores rurais”. Segundo Leite et al (1994) tentativas de ordenar a ocupação do solo foram uma constante de políticos e intelectuais do século XIX. Os autores relatam que a questão da posse de terra tornou-se insustentável, até a promulgação da Lei de Terras em 1850, quando passou a existir um ordenamento jurídico que possibilitava o direito de propriedade, à medida que definia quem era ou não proprietário de terras no país.

No cenário mundial, Costa (1992) relata que o desenvolvimento capitalista promoveu ações diretas no campo da política de terras, em diversas partes do mundo. Países como França e Inglaterra, considerados grandes potências mundiais passaram por um processo de modernização tanto político quanto econômico no século XIX, tendo, inclusive realizado uma reforma da estrutura fundiária. A terra transformou-se num bem comercializável, à medida que foi incorporada à economia comercial, mudando a relação dos proprietários com este bem. Segundo a autora, a terra, nesse novo contexto, deveria assumir uma nova função que não a social, como fora típico do período colonial. Nesse sentido, passaria a desempenhar um caráter mais comercial, assumindo a condição de mercadoria, gerando lucros tanto por sua especificidade quanto pela sua capacidade de produzir bens diversos.

Segundo Silva (1996) a Lei de Terras de 1850 marcou um período de grandes disputas políticas e projetos antagônicos entre as facções da sociedade, o qual se desenvolveu durante os primeiros 50 anos do século XIX. Nesse processo conturbado, prevaleceram os interesses dos proprietários de terras, os quais tiveram importante participação na organização social e política do Estado brasileiro. A autora afirma que a Lei de Terras de 1850 esteve intimamente ligada ao processo de consolidação do Estado Nacional, na medida em que procurou ordenar uma situação de grande confusão que existia em matéria de título de propriedade, abrindo um espaço de relacionamento entre o Estado e os proprietários de terra.

Essa preocupação comum, expressa em concepções opostas, persistiu ao longo do século XX, mesmo que os grupamentos que articularam essas iniciativas, e foram por elas também articulados, tenham se transformado ou sido substituídos por outros e que ênfases tenham sido alteradas ao longo do tempo. Propostas de “reforma agrária” ou de “solução do problema rural” contrapuseram-se ou multiplicaram-se nos anos 20 e 30, no bojo das grandes lutas sociais, essencialmente urbanas e muitas vezes de extensão supranacional, que marcaram aquela época. Com a institucionalização da Lei de Terras em 1850 o acesso à terra tornou-se ainda mais restrito, pois foi condicionado à compra (Prado Jr, 2000).

A questão da reforma agrária, conforme salientam Pinheiro & Reydon, (1981) manteve-se latente durante a segunda metade dos anos 50 e início dos 60, do século XX. Em face a grande diversidade do tema, a partir desse período, surgiram novas propostas que passaram a contar com o apoio de um amplo espectro de instituições, grupos e partidos políticos.

Entre os movimentos sociais responsáveis por pressões pela reforma agrária, dois movimentos de trabalhadores rurais mereceram destaque: as Ligas Camponesas, nas décadas de 1950 e 1960, e o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), fundado oficialmente em 1985, após o fim da ditadura militar. As Ligas Camponesas surgiram em Pernambuco, espalharam-se em pouco tempo por vários estados da região Nordeste e transformaram-se num movimento contra a exploração do trabalhador e pela reforma agrária. Em 1964, a ditadura militar destruiu as Ligas Camponesas com violência e vários líderes e participantes foram presos e mortos pelo aparato repressivo da ditadura.

Ainda no decorrer da década de 1950, a Igreja Católica também surge como importante mediadora das lutas do campo e pela reforma agrária, denunciando as injustiças sociais provenientes da dominação e exploração dos trabalhadores rurais pelos grandes proprietários latifundiários, passando a atuar de forma mais efetiva com a criação da CPT (Comissão Pastoral da Terra), em 1975, a partir da organização de militantes católicos formados pelo trabalho das CEBs (Comunidades Eclesiais de Base) junto a trabalhadores rurais.

Em relação aos mediadores e particularmente em Minas Gerais, a luta pela conquista da terra esteve (início dos anos 1950) mediada de forma mais organizada e efetiva, por entidades como o Partido Comunista Brasileiro (PCB) e as

Ligas Camponesas. Já no final da década de 1960, novos atores surgem como mediadores na luta pela terra, como descrito por Ferreria Neto e Doula (2003):

“... a luta pela terra e a organização dos trabalhadores rurais” esteve atrelada a um processo que envolveu “a criação das Associações de Trabalhadores Agrícolas, o crescimento e declínio das Ligas Camponesas, e as intervenções do PCB, do Estado, da Igreja Católica e do nascente Movimento Sindical dos Trabalhadores Rurais (MSTR) capitaneado pela FETAEMG”. (FERREIRA NETO; DOULA, 2003, p. 5).

O período que se segue às Ligas Camponesas é marcado pela institucionalização do movimento sindical rural, com a criação da CONTAG (Confederação dos Trabalhadores Agrícolas), em dezembro de 1963, cuja função baseava-se na conscientização dos trabalhadores rurais a respeito da reforma agrária, como sendo a solução definitiva para os conflitos de terra, concepção propagada por meio das federações distribuídas nos Estados brasileiros, conforme afirma Brandão (2006).

De acordo com Varela (1997), o Estatuto do Trabalhador Rural, de 1962/63, considerava os conflitos rurais como sendo trabalhistas e não fundiários. Seu principal objetivo era, portanto, torná-los viáveis por meio de interpretação legal, além de atribuir direitos à grande massa de trabalhadores rurais até então excluída da legislação trabalhista, elaborada a partir da década de 30, particularmente após promulgação da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) em 1943. Naquele mesmo período, a criação da Superintendência de Política Agrária (SUPRA), deu seqüência ao processo de reconhecimento dos trabalhadores rurais como sujeitos de direitos assumindo a missão de realizar a Reforma Agrária.

Com a promulgação do Estatuto da Terra em 1964, durante o período da ditadura militar, a problemática da terra, no que tange a distribuição de terras, parecia estar solucionada, com a implantação de projetos de colonização, sobretudo às margens das rodovias recém-construídas, pela regularização de títulos de posse da terra e também pela repressão aos movimentos sociais. O Estatuto da Terra:

“Foi uma tentativa de conciliar por um lado a defesa da propriedade e a reivindicação de maior apoio à “agricultura” (aos negócios dos grandes proprietários, em dificuldades) e por outro a reivindicação do acesso à terra por trabalhadores rurais (que emergiam com identidade própria nas lutas travadas através das associações, ligas camponesas e sindicatos que se espalharam a partir de meados dos anos 50). Em nome do princípio da propriedade, tentou-se garantir e limitar os direitos dos que já eram proprietários e pôr no horizonte dos que não o eram, essa perspectiva. A intervenção sistemática na distribuição da propriedade tornou-se

juridicamente possível, o que não quer dizer que se tenha tornado uma prática efetiva”. (MEDEIROS, 1999, p. 135).

Assim, o Estatuto da Terra significou um grande avanço na legislação sobre a questão fundiária dando margens para ações judiciais em defesa de posseiros e obrigando o Estado a intervir em áreas de conflito. Por outro lado, no contexto de um período de exceção marcado por uma ditadura repressiva e violenta, a promulgação do Estatuto da Terra configurou também um novo campo de lutas políticas, inclusive com a definição do preceito de “função social” da propriedade que, até os dias de hoje orienta as ações dos movimentos sociais em defesa da reforma agrária.

Com relação à luta pela terra e às pressões por reforma agrária, importante destaque deve ser dado, nos últimos 40 anos, à emergência dos trabalhadores rurais no cenário político-brasileiro, “constituindo-se progressivamente em sujeitos sociais, numa trajetória descontínua, marcada por avanços e recuos, vitórias e derrotas”. Dentre os movimentos sociais de luta pela terra, ressurgiu com vigor nos anos 80 e 90, após décadas de repressão, o movimento dos trabalhadores rurais, o qual passou a constituir-se, atualmente, no “mais importante movimento social do país, sendo responsável pela mobilização do maior contingente de trabalhadores rurais da história do Brasil”. (MEDEIROS, 1989).

A crescente violência que se deflagrava no campo, como consequência dos efeitos negativos da modernização da agricultura, foi um dos principais fatores que contribuíram para a criação do MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra). Surgiu inicialmente no sul do país, ocasião em que atuava apenas como mediador, evitando confrontos diretos, contando com a participação da Igreja e expandindo, posteriormente, sua atuação em todo o território nacional. A partir daí, passou a atuar de forma mais significativa, através do confronto direto e de reivindicações por ações efetivas do governo na promoção da reforma agrária, dentre outros.

A atual ascensão da luta pela reforma agrária está atrelada à emergência de novos grupos, como o MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra), MASTER (Movimento dos Agricultores Sem Terra), MTL (Movimento Trabalho e Luta), MLST (Movimento de Libertação dos Sem Terra), LOC (Liga Operária

Camponesa) e MLT (Movimento de Luta pela Terra), da convivência entre estes e da ampliação das alianças destes movimentos com os trabalhadores urbanos.

1.2 O Modelo de Reforma Agrária Baseado na Criação de Assentamentos Rurais

A Lei de Terras de 1850, de acordo com Martins (2000), marcou um período em que o Estado não tinha domínio da estrutura fundiária do país, até que, com a elaboração do Estatuto da Terra, em 1964, pela ditadura militar, o Estado não só recuperou parte deste domínio, como também definiu a categoria latifúndio, impondo restrições que o tornavam passível de desapropriação por interesse social.

Durante o regime militar prevaleceu a vertente do “desenvolvimento agrícola” em detrimento ao da “reforma agrária”. Políticas de governo voltadas para a modernização do latifúndio tiveram lugar central na estratégia de desenvolvimento adotada, na qual as exportações de produtos agrícolas e agroindustriais eram essenciais para a geração de divisas. Medidas de “reforma agrária” (desapropriações por interesse social) foram usadas topicamente, para resolver um ou outro conflito.

Ainda em 1964, foi criado o Instituto Brasileiro de Reforma Agrária (IBRA). Em 1965, o crédito rural foi institucionalizado devendo ser “(...) distribuído e aplicado de acordo com a política de desenvolvimento da produção rural do País e tendo em vista o bem estar do povo”. Em 1966, foi criado o Instituto Nacional do Desenvolvimento Agrário (INDA). Posteriormente, em 1970, foi finalmente criado o INCRA (Instituto Brasileiro de Colonização e Reforma Agrária), como resultado da fusão do IBRA com o INDA.

Neste contexto histórico e político de luta pela Reforma Agrária, Guanziroli (1999) considera que o ponto de partida para a promoção da Reforma Agrária no Brasil deveu-se: a eliminação dos subsídios e incentivos aos grandes proprietários de terras e às pressões exercidas pelos movimentos sociais em ascensão no campo. Segundo ele, a atuação do MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra), associada à pressão permanente da CONTAG (Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura) foi fundamental para dar início ao processo de Reforma Agrária no Brasil, bem como para despertar a necessidade de se criar políticas diferenciadas e adaptadas às demandas da agricultura familiar.

Assim sendo, o ponto de partida de um processo efetivo de Reforma Agrária teve início a partir do momento em que a luta pela terra passou a ocupar espaço nos debates políticos, em consequência, entre outros fatores, dos efeitos negativos do processo de modernização da agricultura, emergindo intervenções conjunturais que resultaram em diversas desapropriações e consequente criação de Projetos de Assentamentos Rurais.

Segundo Medeiros e Leite (1999), as intervenções fundiárias sempre foram feitas na esfera Federal, como as desapropriações realizadas nos anos 1970. No entanto, nos anos 1980, os governos estaduais, num contexto de aumento de pressão por terra e fortalecimento das organizações dos trabalhadores, passaram a intervir de forma mais significativa sobre a questão fundiária, por meio da “desapropriação por utilidade pública, para criação de fazendas experimentais, arrecadação de terras públicas estaduais e compra de terras”. (MEDEIROS & LEITE, 1999, p.10)

Segundo Ferreira Neto e Doula (2003), outros planos de reforma agrária seguiram o mesmo caminho: o Plano Nacional de Reforma Agrária (1985), no governo Sarney, teve custos burocráticos mais elevados que o valor gasto com o pequeno número de assentamentos realizados. Em contrapartida, a partir da década de 1990, multiplicaram-se as pressões pela reforma agrária e foi nessa fase que ocorreu o maior volume de assentamentos. Mesmo assim, o número foi muito baixo diante dos milhões de trabalhadores sem-terra e sem emprego que reivindicam terra para trabalhar.

Como resultado das pressões geradas pelo movimento dos trabalhadores rurais inicia-se, embora precariamente, um processo de assentamentos rurais. A criação dos projetos de assentamento, segundo Medeiros e Leite (1999), tem ampliado seu campo de forças, pois atua na esfera local do poder público, uma vez que, reivindicações cada vez mais freqüentes relacionadas à demanda de infraestrutura básica, construção e melhorias de estradas, saúde e educação, condições para escoamento da produção, dentre outras, têm-se dirigido à mesma.

2. A Organização Espacial em Projetos de Assentamento

2.1. Organização espacial e unidades produtivas

Segundo Freitas (2004), em se tratando de assentamentos rurais, assim como em outros tipos de unidades produtivas, o planejamento do espaço agrícola deve ser realizado obedecendo às diferentes formas de exploração existentes, “embora não haja necessariamente alguma relação entre elas”. O autor também salienta o fato de poderem coexistir formas de exploração individuais e coletivas em propriedades coletivas, estatais, comunitárias e cooperativas.

Conforme descrito por Bertolini e Carneiro (2006), “o Estatuto da Terra estabelece, no caso brasileiro, duas formas de exploração para as unidades produtivas das terras desapropriadas: a propriedade familiar, ou lote individual e a associação de agricultores organizados sob a forma de cooperativas ou grupos coletivos”. Segundo os mesmos autores e baseado nos dados do censo agropecuário do IBGE (1996), “as formas de exploração dos beneficiários encontravam-se distribuídas da seguinte forma: 86,59% individual, 8,03% mista e 5,38% coletiva.” Além das formas de exploração individual e coletiva, existe também um “modelo híbrido”, denominado *núcleos de moradia*¹, que é difundido, por exemplo, em assentamentos do MST.

Bertolini e Carneiro (2006) destacam que existem ainda variadas formas de ordenamento e reordenamento espacial das populações no campo, além da unidade produtiva, como é o caso, por exemplo, dos “*programas de colonização dos governos militares e programas de reassentamento de famílias de agricultores atingidos por barragens*”. Os mesmos autores, no que diz respeito aos assentamentos de reforma agrária, e com base nos trabalhos de Leite et al (2004), ainda com relação ao ordenamento espacial, apontam também situações diversas como é o caso da “regularização de terra a posseiros”, da “reivindicação de áreas por organizações de movimentos de luta pela terra”, sendo o MST seu principal destaque, das “reservas extrativistas e da desapropriação de usinas falidas em favor dos trabalhadores locais”.

¹ **Núcleos de Moradia** - Comumente chamados de *raio de sol* devido ao formato de alguns núcleos. O assentamento é parcelado em lotes individuais com desenho que facilite a proximidade entre as diversas moradias. Dentro dele, existem vários núcleos de 10 a 15 famílias, em média, cujo tamanho varia de acordo com a topografia, a hidrografia e as estradas existentes. No interior de cada núcleo, reserva-se uma área coletiva para aquelas famílias. As casas são construídas nos lotes individuais, sendo que a área comunitária de todo o assentamento localiza-se num local central, podendo estar inserida no interior da área de um dos núcleos.

Morissawa (2001), em estudo sobre assentamentos do MST, atenta para o fato de que tal grupo social visualiza o assentamento não somente como uma unidade produtiva, fazendo-se também “necessário, desenvolver a convivência e a participação das famílias como parte de um processo de construção do assentamento” cuja realidade vivenciada ao longo dos anos, promove o “amadurecimento da organização produtiva dos assentamentos”.

Segundo Bertolini & Carneiro (2006), “a organização produtiva dos projetos de assentamento foi amadurecendo ao longo dos anos. O setor de produção foi estabelecido ao longo dos anos 1990, e organizado por meio das associações de produtores, cooperativas, assistência técnica e crédito”. Partindo de formas simples de cooperação, os assentados chegaram à formas consideradas mais complexas de organização da produção, tais como, as *Cooperativas de Produção Agropecuária*² – CPA’s. Ainda segundo os autores, com o advento das Cooperativas de Produção Agropecuária, “fomenta-se a discussão sobre como planejar um novo modelo de assentamento que estimule a convivência e a participação dos beneficiários”.

Com relação às CPA’s, Martins (2004) destaca que esta forma de cooperação “foi incapaz de absorver a maioria da base social do MST”, uma vez que os assentados optaram por constituírem lotes individuais, onde segundo eles, teriam maior liberdade e autonomia sobre os mesmos, podendo desenvolver suas atividades conforme seus interesses, passando de certa forma a uma condição de patrão, jamais vivida anteriormente. Ainda segundo o autor, as CPA’s passaram a ser uma realidade apenas para aquele “restrito contingente de trabalhadores rurais que tiveram maior capacidade de compreender o processo histórico vivido”.

Bertolini & Carneiro (2006) destacam que na constituição de assentamentos o sistema produtivo pode estar desvinculado à organização da moradia. Esta por sua vez pode estar localizada nos lotes individuais, *agrovilas* ou núcleos de moradia, conforme opção dos assentados. “Tais variações estão atreladas às alternativas e especificidades locais”. Além dos mecanismos de organização da produção e moradia, outras estratégias foram desenvolvidas com o intuito de assegurar a sobrevivência e multiplicação dos assentamentos. Nesse sentido, os mesmos autores

² **Cooperativas de Produção Agropecuária** – Nas CPA’s a terra permanece sob controle do coletivo, a não ser a pequena parcela destinada à produção de subsistência de cada associado. Todos investimentos estão sob controle e em nome da CPA. O planejamento da produção é coletivo. (Concrab, 1998).

destacam no caso dos assentamentos do MST, algumas estratégias como, por exemplo: produzir alimentos não só para o consumo, mas também excedentes para comercialização, “diversificar a produção alimentar, organizar a produção e comercialização por meio de cooperativas”, produção de *sementes crioulas*³ visando a “autonomia e independência frente ao mercado de insumos agrícolas” e desenvolver “tecnologias alternativas” empregadas à “agricultura ecológica” como forma de preservar o meio ambiente.

2.2. Parcelamento

De acordo com Bertolini & Carneiro (2006), “o parcelamento de assentamentos rurais, embora possa sofrer variações entre estados, normalmente envolve o zoneamento e delimitação dos seguintes componentes”:

- **Áreas de Preservação Permanente**⁴ – são espaços, tanto de domínio público quanto de domínio privado, que limitam constitucionalmente o direito de propriedade, levando-se em conta, sempre, a função ambiental da propriedade...;
- **Reserva legal**⁵ – Bertolini & Carneiro (2006) destacam que as resoluções ambientais determinam que as áreas de reserva legal devam compreender de 20 a 30% de toda a área do assentamento, conforme o estado, sendo em 80% no caso da Amazônia. Segundo os mesmos autores, embora não se possa extrair madeira, há a possibilidade, desde que controlado, da prática do extrativismo vegetal e da silvicultura, desde que com o plantio de mudas nativas. “Áreas impróprias para cultivo agrícola, são comumente designadas como reserva legal visando ao reflorestamento”.

³ **Sementes Crioulas** - São sementes derivadas dos cultivos tradicionais das espécies vegetais domesticada sem a utilização de agrotóxicos ou qualquer outro produto químico.

Fonte: http://www.biopirataria.org/definicao_sementes_crioulas.php

⁴ **Áreas de preservação permanente (APP)** - são espaços, tanto de domínio público quanto de domínio privado, que limitam constitucionalmente o direito de propriedade, levando-se em conta, sempre, a função ambiental da propriedade. (Art. 170, VI da CR/88). A Resolução CONAMA 302 de 20/03/2002 estabelece que a APP tem a “função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”.

Fonte: <http://www.jurisambiente.com.br/ambiente/areadepreservacaol.shtm>

⁵ **Reserva Legal** - dos arts. 16 e 44 do Código Florestal incide somente sobre o domínio privado (Lei 4.771/65). A Reserva Florestal Legal é espaço territorialmente protegido, conforme o art. 225, § 1º, III da CR/88, com o intuito de assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. A Reserva Florestal Legal, a não ser por consentimento expresso da lei federal, não pode ser diminuída nem suprimida, seja pelo proprietário privado ou Poder Executivo (quaisquer órgãos da Administração Pública).

Fonte: <http://www.jurisambiente.com.br/ambiente/areadepreservacaol.shtm#RESERVA%20FLORESTAL%20LEGAL>

- **Parcelas ou Lotes** – Ainda segundo os mesmos autores, correspondem à área aproveitável para desenvolvimento das práticas agrícolas, desconsideradas as áreas de reservas. O número e o tamanho dos lotes serão correspondentes ao número de famílias beneficiadas e ao *módulo rural*⁶ local, respectivamente.

Além das unidades territoriais apontadas acima, o processo de ordenamento territorial nos assentamentos rurais também contempla, de forma geral, a definição de áreas comunitárias onde são implantadas estruturas de uso comum, como escola, centro comunitário, unidades de produção e processamento e também se desenvolvem as atividades de lazer e sociabilidade. É comum nos assentamentos a utilização das áreas das antigas sedes existentes nos imóveis, com o intuito de aproveitar, de forma comunitária, as estruturas pré-existentes. É importante ressaltar que o uso comunitário da infra-estrutura existente nos assentamentos, além de objeto da organização dos assentamentos, tem também uma orientação de base legal por parte do INCRA. Uma vez que toda infra-estrutura é paga em dinheiro, no ato da desapropriação, sendo esse valor computado no custo total do imóvel que, por sua vez, é dividido solidariamente entre todos os beneficiários, para efeito de posterior pagamento ao Estado, a utilização comunitária dessa infra-estrutura evitaria que a mesma fosse apropriada individualmente e os seus custos fossem distribuídos entre todos os assentados.

2.3. O INCRA e os projetos de ordenamento territorial nos assentamentos

O INCRA nem sempre é o responsável direto pela execução dos projetos de ordenamento territorial nos assentamentos. Na maior parte das vezes essa tarefa é transferida, sob a forma de contrato ou convênio, a outras instituições como universidades, empresas estaduais de assistência técnica e ONG's. No entanto, como órgão legalmente responsável pelos assentamentos, o INCRA estabelece normas que servem de orientação para as equipes elaboradoras do PDA (Plano de Desenvolvimento Sustentável do Assentamento), como forma de orientar o trabalho das equipes responsáveis pela discussão junto à comunidade sobre a forma de organização territorial no assentamento, tendo em vista o atendimento das expectativas da comunidade, as exigências da legislação e a posterior execução dos

⁶ **Módulo Rural** - consiste, em linhas gerais, na menor unidade de terra onde uma família possa se sustentar ou, como define a lei: lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico. . . (Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Estatuto_da_Terra).

trabalhos de medição, parcelamento e demarcação com georeferenciamento das áreas. Tais normas seguem dispostas conforme o Roteiro para Elaboração dos Anteprojetos de Parcelamento confeccionado pela divisão técnica, gerência de meio ambiente e desenvolvimento da Superintendência Regional de Minas Gerais (2006):

- “Na elaboração da planta do anteprojeto de parcelamento, a contratada deverá apresentar, primeiramente, a proposta de localização da reserva legal (RL), cuja área deverá estar em conformidade com o que determina o Código Florestal nº 4.771, artigo 16, de 15/09/65 e dada pela Resolução MP 2166-7, de 24/08/01 e, juntamente com os técnicos do IEF, vistoriar essas áreas de reserva legal e preservação permanente (APP), que por sua vez, não deverão ser tratadas como áreas de reserva legal, salvo nos casos em que as APP ultrapassem 50% da área total do imóvel, delimitando-as, com vistas ao parcelamento do imóvel. A área de reserva legal deverá cumprir, preferencialmente, o que foi delimitada no *Relatório de Viabilidade Ambiental*⁷ (RVA) e/ou averbada em cartório. Após vistoria em campo, o técnico da Entidade/Prestadora de Serviço que acompanhou a demarcação, deverá colher a assinatura e/ou declaração do técnico do IEF, concordando com as áreas demarcadas em campo e plotadas no mapa”;
- “Levantar todas as estradas existentes, cursos de água perenes e intermitentes, grotas secas e de regime temporário, área comunitária (obedecendo a fração mínima de parcelamento do município), agrovila (quando acordado em assembleia), rede elétrica, área de exploração coletiva (se houver), levantamento das posses (quando for o caso) e as benfeitorias existentes”;
- “A partir do levantamento das áreas de RL, áreas de APP, infra-estruturas, 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”;
- “Na concepção do anteprojeto de parcelamento, recomenda-se que os limites das parcelas não deverão ultrapassar, preferencialmente, estradas, córregos, grotas, extensas voçorocas, acidentes naturais, dentre outros,

⁷ **Relatório de Viabilidade Ambiental** - conjunto de dados e informações apresentadas ao órgão ambiental competente para subsidiar a análise da viabilidade ambiental no pedido da licença prévia de um Projeto de Assentamentos de Reforma Agrária, contendo a caracterização do imóvel destinado para sua implantação e da sua área de influência adjacente, devendo conter, no mínimo, o conteúdo estabelecido no Anexo II desta Resolução. (Fonte: CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução Nº 387, de 27 de dezembro de 2006).

respeitando-se tanto quanto possível os limites das diversas “glebas” já configuradas dentro da propriedade, de tal maneira que otimize a exploração da parcela”;

- “Na legenda indicativa deverá conter, em hectares, área útil e as áreas de preservação permanente de cada lote”;
- “Quanto às estradas, utilizar o máximo possível àquelas já existentes. As estradas internas (alimentadoras) deverão ter uma faixa de 10 m, com 4 m de pista de rolamento. As municipais devem seguir o código de engenharia do município; já as coletoras, dentro do assentamento, são de 15 m, com 6 m de pista de rolamento. Sobre as medidas da faixa de domínio das estradas federais e estaduais, o órgão responsável deverá ser consultado, que seria o DNIT e o DER respectivamente; ressaltando que a faixa é medida a partir da linha central da estrada e não de suas bordas”;
- “Quando existir rede elétrica de alta tensão, o alinhamento dos lotes deverá ser, preferencialmente, transversal à rede, evitando desta maneira que as moradias fiquem muito próximas à linha de transmissão. O ideal é que a CEMIG seja consultada sobre qual a distância mínima para construção das casas, bem como, da extensão da faixa de domínio da rede, salientando que esta área não poderá ser explorada com culturas de grande porte”;
- “Sugere-se que os lotes devem ser numerados partindo do norte e no sentido horário, evitando as numerações com letras, utilizando-se números seqüenciais”;
- “Constar na legenda um quadro indicativo que deverá conter (em ha): a área das parcelas, áreas de reserva legal, áreas de preservação permanente, área comunitária, área de exploração coletiva, área das estradas (existentes e projetadas)”;
- “Nos mapas, as convenções (rios, estradas existentes e projetadas, preservação permanente, divisão de parcelas, rede elétrica existente e outros), devem ser em conformidade com as normas da ABNT, diferenciadas por cores e padrões; sendo que os mapas deverão ser apresentados em escala compatível, com o nível de detalhamento exigido, contendo o nome e a área do projeto de assentamento, a equipe elaboradora e assinatura do técnico responsável”;
- “Sempre que possível os anteprojetos de parcelamento deverão ser elaborados em plantas georreferenciadas, com base nos termos da Lei 10.267/01, decreto 4.449/02, bem como em conformidade às especificações do Manual de Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, aprovado pela Portaria/INCRA/P/Nº 1.101/03”;
- “Deverá ser informada a base cartográfica utilizada no anteprojeto, informando na planta o DATUM utilizado bem como o meridiano central”;

- “Após análise do PDA e do anteprojeto de parcelamento, realizada pelos técnicos do INCRA, a equipe elaboradora da proposta apresentará a versão final do Plano aos assentados para discussão e aprovação pelos mesmos. Com a aprovação dos estudos e do anteprojeto, é que ocorrerá a licitação/convênio para realização dos trabalhos de medição e parcelamento do imóvel”;
- “Os mapas impressos, a serem encaminhados ao INCRA, serão em duas vias e em meio digital, os arquivos dos desenhos deverão ser enviados pela extensão DWG, DXF ou DGN”;
- “Com o intuito de auxiliar os técnicos responsáveis pela medição e parcelamento da área, a planta do anteprojeto deverá representar apenas os lotes, áreas de preservação permanente, reserva legal, área comunitária, área de exploração coletiva (se houver), estradas e cursos de água, sendo que o fundo do mapa poderá ser em branco para melhor visualização das linhas divisórias dos temas; apresentando nos mapas a malha das coordenadas, utilizando a projeção em UTM. A proposta para abastecimento de água e energia elétrica aos assentados, deverá ser, de preferência, apresentado em outro mapa anexo”.

De acordo com Freitas (2004) o governo federal, a partir de 1998, passou a solicitar a elaboração de um Plano de Desenvolvimento Sustentável de Assentamento (PDA). As estratégias desses planos, segundo o mesmo autor, baseavam-se no planejamento da ocupação e organização produtiva nos Assentamentos como forma de obter melhores resultados, não só em termos de produtividade, como também em qualidade para os beneficiários. No entanto, esse serviço, além de outros como o levantamento do meio físico, parcelamento e assistência técnica, obrigações legalmente atribuídas ao INCRA, tem sido terceirizadas a empresas particulares, Universidades e Organizações Não Governamentais, como estratégia do mesmo de aumentar sua capacidade operacional.

Assim procedendo, o INCRA perder o controle de qualidade dos serviços prestados, uma vez que não pode garantir a realização dos mesmos dentro das normas estabelecidas, além de resultar em extenso volume de arquivos em suas sedes regionais, sem acompanhamento posterior. Segundo Freitas (2004), ainda que os trabalhadores sem-terra pressionem o governo para executar o parcelamento e a distribuição dos créditos, o histórico de atuação governamental no planejamento de assentamentos ocorre de forma negativa. Na grande maioria dos projetos, “equipamentos de infra-estrutura, como redes de distribuição de água e energia, básicos para a moradia e produção com eficiência e dignidade dos beneficiários não

estão sendo implementados, não havendo inclusive, maior participação da comunidade local”.

3. Os Sistemas de Avaliação de Terras e o Parcelamento

Os vários atributos sejam eles geológicos, climáticos, topográficos, pedológicos, de cobertura vegetal, dentre outros, possibilitam diferenciar as paisagens naturais. Segundo Schaefer et al. (2000), o estudo das paisagens torna-se algo complexo, devido à dificuldade de se obter uma visão integradora sobre tais atributos. Estes, por sua vez, atuam sobre a superfície terrestre configurando ambientes distintos, que podem ser alterados conforme o grau de utilização (fins agrícolas, de conservação, dentre outros) estipulado pelo homem (Freitas, 2004).

As avaliações do meio físico, dentre outras, são imprescindíveis para definir as possibilidades de desenvolvimento das famílias na criação dos assentamentos. Tais avaliações de acordo com Mello (2001) passam por momentos distintos, sendo que o primeiro deles refere-se à avaliação da fazenda para fins de desapropriação. Nesta etapa determina-se a quantidade e a qualidade dos recursos naturais existentes, bem como as formas de utilização dos mesmos pelo proprietário. Caso seja considerada improdutiva pela avaliação técnica do INCRA, a fazenda é desapropriada, estipulando-se, posteriormente, o número de famílias a ser alocado na área, conforme a capacidade de suporte dos recursos naturais remanescentes.

A fase de elaboração dos projetos de parcelamento, que diz respeito ao objeto de estudo, uma vez que é justamente esta a fase de dimensionamento e espacialização dos lotes na área, corresponde ao segundo momento. De acordo com Freitas (2004) o número efetivo de famílias que irá ocupar a área parcelada, usualmente, já se encontra definido, nessa fase. No entanto, o histórico da constituição de assentamentos tem mostrado que esse número, quase sempre, tem excedido ao número de famílias que as áreas realmente comportam.

O desenvolvimento de inovações tecnológicas para a agricultura e expansão para áreas de fronteira agrícola, segundo Freitas (2004), levou também o desenvolvimento de metodologias de avaliação dos recursos naturais, levantamento e planejamento de uso da terra, seja para fins de uso agrícola ou de conservação ambiental. Com esta finalidade surgiram no Brasil, dois métodos clássicos para determinação do potencial de uso e planejamento agrícola do solo: o “Sistema Capacidade de Uso” (Lepsch, 1991) e “Aptidão Agrícola (Ramalho Filho, 1978)”.

3.1. O Sistema Capacidade de Uso

O Sistema Capacidade de Uso foi concebido, de acordo com a realidade norte-americana, para controle de erosão nos solos manejados com alto nível tecnológico, onde há uso intensivo de máquinas. Possui como critérios básicos os seguintes fatores: declividade, erosão, profundidade, textura e permeabilidade do solo os quais estão intimamente ligados ao relevo do terreno (Lepsch, et al. 1991). Este sistema, apesar das adaptações sofridas para ser aplicado à realidade brasileira, continua desconsiderando a possibilidade de existência de relevo mais acidentado, em que o emprego de máquinas torna-se impraticável, como é o caso de parte do território brasileiro. Portanto, tal sistema não leva em consideração as “diferentes estratégias de manejos”, sobretudo em se tratando da agricultura familiar, predominante na maioria das propriedades brasileiras. (Freitas, 2004)

O Sistema Capacidade de Uso é composto por oito classes, sendo que a qualidade da terra é tanto melhor, quanto menor o número da classe. De acordo com Silva (2003), esse sistema é caracterizado por dar forte conotação ao relevo, uma vez que este fator encontra-se diretamente ligado às possibilidades de mecanização agrícola e às práticas de conservação do solo. Desta forma, as áreas consideradas de pior qualidade, assim caracterizadas por apresentarem topografia mais íngreme, baixa fertilidade dos solos e afloramentos de rochas, são normalmente destinadas, à preservação da fauna e flora.

Quadro 3.1 - Grupos e Classes do Sistema Capacidade de Uso

Grupo A: Terras passíveis de serem utilizadas com culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre.
Classe I – Terras com nenhuma ou pouquíssimas limitações permanentes ou riscos de depauperamento. São próprias para culturas anuais climaticamente adaptadas, com produção de colheitas entre médias e elevadas, sem práticas ou medidas especiais de conservação do solo. Normalmente engloba solos profundos, de fácil mecanização, com boa retenção de água no perfil e fertilidade de média a alta. São áreas planas ou com declives muito suaves, sem riscos de inundação e sem grandes restrições climáticas.
Classe II – Terras com limitações moderadas para seu uso. Estão sujeitas a riscos moderados de depauperamento, mas são terras boas, que podem ser cultivadas desde que lhes sejam aplicadas práticas especiais de conservação do solo, de fácil execução, para produção segura e permanente de colheitas entre médias e elevadas, de culturas anuais adaptadas à região. As principais limitações referem-se à ocorrência de enxurradas e erosão sob condições não planas e à necessidade de drenagem em condições planas.
Classe III – Terras sujeitas a severos riscos de depauperamento, quando cultivadas sem

cuidados especiais, principalmente no caso de culturas anuais. Requerem medidas intensas e complexas de conservação do solo para o cultivo seguro e permanente, com produção média a elevada, de culturas anuais adaptadas. Os principais fatores limitantes são a declividade, drenagem deficiente, escassez de água no solo e pedregosidade.
Classe IV – Terras com limitações permanentes muito severas quando usadas para culturas anuais. Solos inadequados para cultivos intensivos e contínuos. Usualmente, devem ser mantidas com pastagens, mas podem ser suficientemente boas para certos cultivos ocasionais ou para algumas culturas anuais, porém com cuidados especiais. Apresentam como limitações: declive íngreme, erosão severa, pedregosidade ou drenagem muito deficiente, baixa produtividade.
Grupo B: Terras normalmente impróprias para cultivos intensivos, mas adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre.
Classe V – Terras planas, ou com declives muito suaves, praticamente livres de erosão, mas impróprias para culturas anuais ou desde que com segurança, apropriadas para pastagens, florestas ou mesmo para algumas culturas permanentes, sem aplicação de técnicas especiais. Normalmente apresentam muito baixa capacidade de armazenamento de água, encharcamento, adversidade climática, freqüente risco de inundação, pedregosidade ou afloramento de rochas.
Classe VI – Terras impróprias para culturas anuais, podendo ser usadas para produção de certos cultivos permanentes úteis, como pastagens, florestas e algumas culturas permanentes protetoras do solo, como seringueira e cacau, desde que adequadamente manejadas. O uso com pastagens ou culturas permanentes protetoras deve ser feito com restrições moderadas, com práticas especiais de conservação do solo. Normalmente apresentam declividade excessiva ou solos rasos e pedregosidades.
Classe VII – Terras impróprias para culturas anuais, com severas limitações para culturas permanentes protetoras do solo, pastagens e florestas. São altamente susceptíveis de danificação, exigindo severas restrições de uso, com práticas especiais. Normalmente são muito íngremes, erodidas, pedregosas ou com solos muito rasos, ou com deficiência de água muito grande.
Grupo C: Terras não adequadas para cultivos, pastagens ou reflorestamento.
Classe VIII – Terras impróprias para cultivos. Prestam-se apenas para proteção e abrigo da fauna e flora silvestre, para fins de recreação e turismo ou de armazenamento de água em açudes. São áreas extremamente áridas, ou acidentadas, ou pedregosas, ou encharcadas, ou severamente erodidas, ou encostas rochosas, ou dunas arenosas.

Fonte: Lepsch (1983).

3.2. O Sistema Aptidão Agrícola

Nas décadas de sessenta e setenta foi desenvolvido um sistema denominado Sistema Aptidão Agrícola das Terras que visava uma melhor adequação à realidade brasileira. (Ramalho Filho et al., 1978). As inovações deste sistema, segundo Freitas (2004), dizem respeito “à melhor integração entre os critérios que compõe o método, partindo da perspectiva de um solo ideal para o desenvolvimento das plantas e seus respectivos desvios em relação aos parâmetros”: deficiência de fertilidade,

deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização.

Neste sistema as terras são avaliadas em três níveis de manejo com objetivo de distinguir o comportamento das terras para as diferentes categorias de agricultores (manejo A – baixo nível tecnológico; manejo B – médio nível tecnológico; e manejo C – alto nível tecnológico).

O sistema Aptidão Agrícola de acordo com Freitas (2004) estabelece um solo hipoteticamente ideal para se desenvolver práticas agrícolas, o qual apresenta atributos sintetizados a partir de parâmetros referentes a nutrientes, água, oxigênio, erosão e mecanização. “O solo ideal não apresenta deficiências de nutrientes, água e oxigênio, não tem problemas de suscetibilidade à erosão, nem dificuldades à mecanização”. As classes de aptidão dos solos são determinadas comparando-se o solo a ser avaliado com o solo ideal, identificando os desvios para os parâmetros anteriormente descritos. “Além disso, as classes de aptidão agrícola são estratificadas em níveis de manejo A, B e C, conforme os contextos técnicos, sociais e econômicos do agricultor”. (Freitas, 2004)

Quadro 3.2 - Níveis de Manejo do Sistema Aptidão Agrícola

Nível de Manejo A – Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.
--

Nível de Manejo B - Baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal.
--

Nível de Manejo C - Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Aplicação intensa de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A moto-mecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Fonte: Ramalho Filho *et al.*, 1978

Este sistema é constituído por seis classes, sendo que a determinação da aptidão agrícola do solo, denominada sub-grupo, resulta da integração entre os níveis de manejo e o grau de limitação que cada unidade de terra apresenta. Alguns exemplos de sub-grupos encontram-se discriminados no Quadro 3.3 a seguir:

Quadro 3.3 – Diferenciação dos Grupos e Subgrupos de aptidão agrícola das terras, de acordo com os níveis de manejo A, B e C:

Grupo	Caracterização	Subgrupo
1	Terras com aptidão boa (letra maiúscula) para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C.	1ABC 1Abc, 1AB(c), 1AB 1aBC, 1(a)BC, 1BC 1Abc, 1Ab(c), 1A(bc), 1Ab, 1A(b), 1A 1aBc, 1aB(c), 1(a)Bc, 1(a)B(c) 1aB, 1Bc, 1(a)B, 1B(c), 1B 1abC, 1(a)bC, 1(ab)C, 1bC, 1(b)C, 1C
2	Terras com aptidão regular (letra minúscula) para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C.	2abc 2ab(c), 2ab 2(a)bc, 2bc 2a(bc), 2a(b), 2a 2(a)b(c), 2(a)b, 2b(c), 2b 2(ab)c, 2(b)c, 2c
3	Terras com aptidão restrita (letra minúscula entre parênteses) para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C.	3(abc) 3(ab) 3(bc) 3(a) 3(b) 3(c)
4	Terras com aptidão boa, regular ou restrita para pastagem plantada.	4P 4p 4(p)
5	Terras com aptidão boa, regular, restrita ou inapta para silvicultura e/ou pastagem natural.	5SN, 5Sn, 5S(n), 5S 5sN, 5sn, 5s(n), 5s 5(s)N, 5(s)n, 5(sn), 5(s) 5N, 5n, 5(n)
6	Terras sem aptidão para uso agrícola	6

Fonte: Ramalho Filho *et al.*, 1978

Segundo Fávero (2000), a etapa do parcelamento de projetos de assentamento constitui um problema, uma vez que não se encontra uma metodologia específica para implementá-la, condizente com os escassos recursos que o INCRA dispõe para pagamento deste tipo de ação, o que, muitas vezes, impossibilitam a adoção de metodologias mais sofisticadas para parcelamento, além da pressão dos movimentos sociais para assentar o máximo possível de famílias. Assim sendo, visando reduzir custos, o INCRA tem empregado o Sistema Capacidade de Uso como forma de adaptação ao parcelamento e referencial metodológico, embora seja normalmente utilizado para atribuir valor às terras e determinar a capacidade de suporte das mesmas na etapa de desapropriação.

Freitas (2004) afirma que a questão do parcelamento não é um problema de ordem puramente metodológica, dependendo em maior grau, da sensibilidade e da capacidade dos técnicos perceberem as especificidades típicas da agricultura

familiar. Dessa forma, as adaptações realizadas ao Sistema Capacidade de Uso são necessárias, porém carecem de sistematização mais apropriada à realidade brasileira. Ainda segundo o autor, o sistema Aptidão Agrícola é um método que melhor se aplica a esse caso, pois garante um maior refinamento no planejamento dos lotes, por considerar os diferentes níveis de manejo existentes.

Existe uma metodologia sugerida por Schneider & Klampt (2002) apropriada para o dimensionamento de lotes, que leva em consideração a qualidade das terras existentes para fins de parcelamento. São atribuídos índices de qualidade às terras, gerando-se a partir daí lotes equivalentes cuja dimensão será inversamente proporcional à qualidade das terras que possuem. Segundo Freitas (2004) “essa tem sido a lógica com a qual o INCRA tem trabalhado apesar de não utilizar sistematicamente a atribuição de índices”. O autor, alerta para o fato de que “essa estratégia compensatória de índices e geração de lotes equivalentes é um tanto perigosa, devido ao risco de uma família ser assentada em um lote grande, mas somente com terra de péssima qualidade” como aconteceu no Projeto de Assentamento Primeiro de Junho, objeto de pesquisa do referido autor.

3.3. As Unidades de Produção Familiar e os Métodos de Avaliação de Terras

De acordo com Molina (1976), o sistema de produção inerente à agricultura familiar brasileira é caracterizado pela sua alta especialização, e por assim ser, aproxima-se da proposta da *Agroecologia*⁸,” que por sua vez, “trata da produção, mas também do sentimento social acerca da agricultura e da sustentabilidade ecológica dos sistemas de produção” (Hecht, 1989). Outras características relacionadas à agricultura familiar brasileira destacadas por Molina (1976) dizem respeito ao predomínio do trabalho familiar em detrimento do assalariado e da média participação frente ao mercado, quando comparada à agricultura tradicional.

Segundo Abramoway (1991) existe “uma agricultura familiar altamente integrada ao mercado, capaz de incorporar os principais avanços técnicos e de responder às políticas governamentais que não pode ser nem de longe caracterizada como camponesa”. Em se tratando de Brasil, os sistemas de produção dos

⁸ **Agroecologia** - ciência dedicada ao estudo das relações produtivas entre homem-natureza, visando sempre a sustentabilidade ecológica, econômica, social, cultural, política e ética. (Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Agroecologia>).

camponeses, assim como dos agricultores familiares existentes, como descritos por Molina (1976), são complexos e heterogêneos, uma vez que permitem a combinação entre culturas variadas, criações de animais diversos e transformações primárias destinadas tanto para a subsistência familiar quanto para o mercado. Segundo o autor, “apresentam-se mais ou menos complexos, sendo o resultado de lenta e laboriosa engenharia social, econômica, ambiental e cultural”.

As especificidades e a heterogeneidade da agricultura familiar, no Brasil, apontam para a necessidade, quando da avaliação do meio físico, de se buscar um maior conhecimento dos sistemas de produção ligados a ela, bem como das metodologias empregadas na avaliação de terras. Conforme Pereira & Little (2000) a flexibilidade e a participação popular são fatores imprescindíveis para o desenvolvimento de métodos de avaliação do meio físico e social. O desenvolvimento tecnológico vem contribuindo muito no que diz respeito às avaliações do meio físico, por outro lado, tem sido insuficiente na criação de metodologias capazes de avaliar o meio social.

De acordo com Freitas (2004) o “Sistema Aptidão Agrícola”, quando comparado ao “Capacidade de Uso”, apresenta um avanço à medida que estabelece níveis diferenciados de manejo e vincula as classes de aptidão agrícola aos níveis de manejo adotados pelos agricultores. “Entretanto, há que se pensar no quanto é restrita a estratificação em manejos A, B e C, haja vista a complexidade de inúmeros sistemas constituídos por pequenos agricultores em distintas regiões e as interações que ocorrem quanto aos aspectos de qualidade e conservação do solo”. (Freitas, 2004).

Este mesmo autor destaca que a “busca por novas abordagens no processo de organização territorial ou dos sistemas produtivos dos assentamentos”, tem sido uma constante recentemente, em virtude das dificuldades encontradas na “sistematização de informações e definição de parâmetros técnicos” aplicáveis ao processo. Como alternativas à necessidade de mudanças conceituais e operacionais ou mesmo adaptações do modelo vigente, surgem algumas propostas, dentre elas, a do geoprocessamento, como sendo, segundo Melo (2001), um instrumento indispensável ao processo de ordenamento territorial em projetos de assentamento. Isto se deve ao fato de que, segundo o mesmo autor, o número de assentamentos criados a partir de 1995 tenha praticamente quadruplicado não só em Minas Gerais, mas também em todo Brasil.

Outra importante alternativa a ser ressaltada diz respeito à associação de métodos ou técnicas como a de Vilela (2002), que integrou técnicas de geoprocessamento, levantamento do meio físico por meio do sistema Aptidão Agrícola e levantamento sócio-ambiental envolvendo a participação dos beneficiários no parcelamento do Projeto de Assentamento Quebra Anzol em Minas Gerais. Segundo a autora, a integração de dados e informações na perspectiva do território permitiu aos assentados não só obterem um melhor conhecimento do espaço físico e dos recursos naturais existentes, como também contribuiu para a confecção de lotes equivalentes em termos produtivos.

A aplicação de técnicas de DRP (Diagnóstico Rápido Participativo) foi utilizada pelos autores (Pereira *et al.*, 2003; Freitas *et al.*, 2004) na elaboração do PDA (Plano de Desenvolvimento Sustentável de Assentamento), que para efeito de parcelamento consistia em identificar as potencialidades do meio, valendo-se do “compartilhamento de informações técnicas, do conhecimento e percepção dos assentados e opções de formas de organização da comunidade”. Um grande avanço dessa metodologia utilizada em relação ao modelo vigente, segundo os autores, se deve ao fato da mesma permitir a construção de um parcelamento que atenda as demandas e anseios do grupo assentado, sem diminuir as responsabilidades técnicas dos planejadores frente ao processo. Os autores também destacam que para tal empreendimento, faz-se necessário “a constituição de equipes transdisciplinares capacitadas, que respeitem os princípios da democracia”.

De acordo com Freitas (2004), a constituição de Assentamentos cujo número de famílias excedam a *capacidade de suporte*⁹ dos ambientes, fato este frequentemente observado e fruto das lutas pelo acesso à terra, pode comprometer o desenvolvimento das atividades nos lotes. Para minimizar o problema, o dimensionamento dos lotes deve estar em consonância com os levantamentos participativos do meio físico e social, de forma que as famílias assentadas possam assumir parte das responsabilidades, bem como auxiliar na busca de alternativas que possam superar as limitações pré-estabelecidas.

⁹ **Capacidade de Suporte** - refere-se à máxima densidade populacional que pode ser mantida por um tempo indefinido em uma dada área, em um padrão de vida especificado, dadas pressuposições apropriadas à respeito da tecnologia produtiva, hábitos de consumo e outros fatores (ALLAN, 1949, 1965; ver BAYLISS-SMITH, 1980; STREET, 1969)

4. A organização territorial em Projetos de Assentamento em Minas Gerais

Esta etapa da pesquisa destina-se ao estudo de seis projetos de assentamento, sendo dois localizados em municípios do Vale do Jequitinhonha, dois no Noroeste de Minas Gerais e dois no Triângulo Mineiro. A abordagem de tal estudo tem como finalidade, analisar aspectos físicos, pedológicos e de cobertura vegetal, como suporte para caracterização das áreas em estudo, quanto à implicação no que diz respeito à ocupação humana das mesmas. Com este propósito, foi estabelecido um estudo de cada assentamento individualmente, segundo as características mencionadas. Em seguida, partiu-se para um estudo comparativo dos assentamentos pertencentes a uma mesma região fisiográfica e posteriormente entre regiões distintas.

O material cartográfico empregado na realização de tais estudos foi obtido do INCRA e é de baixa qualidade, uma vez que a escala de obtenção dos mapas é muito pequena e, portanto, confere um baixo nível de detalhamento das informações capturadas, podendo comprometer os resultados das análises realizadas sobre cada Assentamento pesquisado, não coincidindo com a realidade dos fatos. Apesar de apresentarem as limitações, anteriormente citadas, essa é a base cartográfica disponível até o momento.

4.1. Região Noroeste de Minas Gerais

Na região Noroeste, foram selecionados dois projetos de assentamento para efeito de estudo:

- PA Barreiro do Cedro no município de João Pinheiro;
- PA Nova Esperança também no município de João Pinheiro;

4.1.1. O PA Barreiro do Cedro

O PA Barreiro do Cedro foi criado em 1998, estando o mesmo localizado no município de João Pinheiro, pertencendo, portanto à microrregião de Paracatu e à mesorregião do Noroeste de Minas Gerais, como já destacado anteriormente. O assentamento ocupa uma área de 5.647,7 ha sobre a qual 100 famílias encontram-se assentadas em lotes individuais e desenvolvem suas atividades agrícolas.

O clima da região onde se localiza o Projeto de Assentamento Barreiro do Cedro, de acordo com a distribuição média anual da precipitação, temperatura e umidade relativa, de acordo com a classificação de Koppén, é classificado como Awa, que corresponde ao clima tropical chuvoso de savanas, com inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual é de 1.441,5 mm, conforme destacado no diagnóstico ambiental elaborado pela equipe técnica da FUNARBE/UFV.

4.1.1.1.Unidades de mapeamento de solo do PA Barreiro do Cedro:

- **LVAd** – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico psamítico textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos A moderado fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado. 60 – 40%. Aptidão 2(b)c + 4(p).
- **LVd1** – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano. 100%. Aptidão 2(b)c.
- **LVd2** – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo suave ondulado. 100%. Aptidão 2(b)c.
- **RQo** – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico psamítico textura média, ambos A moderado fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado. 60 – 40%. Aptidão 4(p) + 2(b)c.
- **Rube** – NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico A moderado textura média e argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano. 100%. Aptidão 1abC.
- **FXd** – PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico A moderado textura média/argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase vereda tropical, ambos relevo plano e suave ondulado. 70 - 30%. Aptidão 3(bc) + 6.
- **GXbd** – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase vereda tropical relevo plano e suave ondulado. 100%. Aptidão 6.

4.1.1.2. Classes de aptidão agrícola do PA Barreiro do Cedro:

- **1abC** – Terras pertencentes à classe de aptidão Boa para lavouras, no nível de manejo C, a classe de aptidão Regular nos níveis de manejo A e B.
- **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.
- **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.
- **4(p)** – Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem plantada.
- **6** – Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.

4.1.1.3. Classes de cobertura vegetal do PA Barreiro do Cedro:

- Cerrado Sub-caducifólio – 33,2%;
- Cerrado em Recuperação – 4,5%;
- Pastagem Plantada – 28,9%;
- Pastagem Natural – 7,4%;
- Mata Ciliar – 25,2%;
- Vereda – 0,7%.

As áreas do assentamento que compreendem as reservas legais 1 e 2 e a área coletiva, são as que apresentam o melhor solo (RUbe) e consequentemente a melhor aptidão agrícola (1abC), conforme destacado nos mapas 1 e 2 (Anexos). Tal classificação sugere que num nível de manejo desenvolvido do solo, implicando um alto nível tecnológico de práticas agrícolas, permitem boa produtividade agrícola, porém na grande maioria das vezes não condiz com a realidade econômica dos assentamentos. No entanto, com um manejo pouco desenvolvido ou até mesmo primitivo do solo, em que envolve em termos de práticas agrícolas, o emprego de um nível tecnológico médio ou baixo, respectivamente, e caracterizados pela baixa aplicação de capital, poderá permitir aos assentados uma produtividade regular, uma

vez que essas terras apresentam certa limitação para a produção. As práticas agrícolas sendo assim desenvolvidas, podem constituir-se, considerando as limitações de ordem econômicas, normalmente vividas pelos assentados, em alternativas viáveis de produção.

A área coletiva, como seu próprio nome sugere, refere-se à área em que os assentados exploram em conjunto. Os solos da referida área estão sendo explorados em sua grande maioria, segundo informações do mapa (3) de cobertura vegetal em Anexos, com o cultivo de pastagem natural, significando que em termos de aptidão agrícola, a mesma está sendo utilizada abaixo de sua capacidade de suporte. O restante desta área é ocupado pela mata ciliar que acompanha o rio Paracatu e em menor proporção por cerrado sub-caducifólio.

O ideal seria que os lotes estivessem alocados onde se encontra o melhor tipo de solo, como destacado anteriormente, justamente para que os assentados pudessem melhor explorar sua capacidade de suporte, como é o caso da implantação de lavouras temporárias. No entanto, aí se encontram as matas das reservas legais e preservação permanente. Parece que o critério de parcelamento utilizado pelo INCRA, levou em consideração a presença das matas pré-existentes, bem como a necessidade de se delimitar as áreas de preservação permanente ao longo do Rio Paracatu, conforme as exigências da legislação ambiental, o que implicou na priorização de tais áreas na constituição das reservas legais 1 e 2.

A caracterização dessas áreas em reservas legais poderia também estar associada ao fato de que os técnicos do INCRA não dispusessem de dados e informações de altimetria que pudessem auxiliá-los na determinação do alcance da planície de inundação do Rio Paracatu no período das chuvas. Nesse período, toda atividade desenvolvida nessas áreas poderiam ficar sujeitas às inundações, comprometendo a produtividade da terra dos lotes que aí fossem implantados.

De acordo com a tabela de porcentagem de solos do mapa 1, em anexo, 33,6% dos solos existentes na área de abrangência do PA Barreiro do Cedro, correspondem à unidade de mapeamento LVAd, cuja aptidão agrícola subdivide-se em 60% referente à classificação 2(b)c e 40% à classificação 4(p). Mais de 60% dos lotes do assentamento localizam-se sobre estes solos. As parcelas de solo com aptidão agrícola 2(b)c, apresentam limitações que reduzem a produtividade agrícola, forçando ao produtor investir num nível de manejo, no mínimo, semi-desenvolvido com aplicação modesta de capital na aquisição de insumos para compensar tais

limitações. As parcelas com aptidão agrícola 4(p) possuem uma capacidade de uso do solo limitada ao cultivo de pastagem plantada, com restrições significativas que implicam em um nível de manejo semi-desenvolvido cujas práticas agrícolas exigem um nível tecnológico médio, com pouca aplicação de fertilizantes, defensivos e corretivos, como forma de garantir a sustentabilidade produtiva do solo.

A unidade de mapeamento LVd1 corresponde a 7,98% dos solos e compõe cerca de 15% dos lotes do assentamento. Sua aptidão agrícola é classificada como 2(b)c apresentando as mesmas limitações de uso dos solos da unidade LVAd, descritos anteriormente e portanto, demanda uma aplicação modesta de capital por parte do produtor na implantação de lavouras. O mesmo pode ser dito quanto à unidade de mapeamento de solo LVd2, cuja aptidão agrícola também é classificada como 2(b)c, correspondendo, portanto, a aproximadamente 7% do total dos lotes do PA Barreiro do Cedro.

Ao se analisar os dados do mapa de cobertura vegetal correspondente, pode-se concluir que nos lotes alocados sobre as unidades de mapeamento LVAd, LVd1 e LVd2, não há indícios de cultivo de lavouras pelos assentados, o que reflete uma utilização que não condiz com a capacidade de suporte do solo. Grande parte dos lotes relacionados a estes solos está sendo utilizada como pastagem plantada, seja em sua totalidade ou parcialmente. Outros, em menor proporção, não estão sendo utilizados, nem como lavouras, nem como pastagens, sugerindo que aí, devido à impossibilidade do mapa de cobertura vegetal, de fornecer informações mais precisas, sem que haja um acompanhamento espaço-temporal da evolução da paisagem do assentamento, que tais áreas podem estar sendo utilizadas para fins de recuperação e preservação da fauna e flora ou em pleno processo de avanço degradativo, causado principalmente pela ação antrópica.

Aproximadamente 13% dos lotes do assentamento estão situados sobre solo FXd, cuja aptidão agrícola corresponde à classe 3(bc). Estas terras possuem aptidão restrita quanto a sua utilização para lavoura, exigindo do produtor o emprego de quantidade considerável de insumos para compensar suas limitações, o que refletirá na aplicação de capital por parte dos assentados. Este fato provavelmente explique a utilização destas áreas, no que se refere à intensidade das práticas agrícolas, no máximo como pastagens plantadas, uma vez que o cultivo de lavouras demanda uma maior aplicação de capital na aquisição de insumos agrícolas, conforme informações extraídas do mapa de cobertura vegetal.

As unidades de mapeamento classificadas como RQo estão localizadas na parte sul do assentamento, em aproximadamente 12% dos lotes e nas reservas legais 3 e 4. Sua aptidão agrícola está dividida em 60% na classe 4(p) e 40% na classe 2(b)c. Na porção referente à classe 4(p), com exceção das áreas das reservas legais, como já destacado anteriormente, o solo, respeitando sua capacidade de suporte, presta-se para o cultivo de pastagem plantada, apresentando restrições para este tipo de uso. Este fato faz com que os assentados, ainda que de forma incipiente, tenham que investir em insumos agrícolas para superar tais limitações. No que diz respeito à porção 2(b)c, suas terras prestam-se para o cultivo de lavouras. No entanto, tal prática agrícola caracteriza-se pelo emprego de um nível tecnológico médio, traduzido pela baixa aplicação de capital em insumos e medidas corretivas. Ao analisar os dados da cobertura vegetal, observa-se que ocorre em poucos lotes o cultivo de pastagem plantada, predominando a existência de cerrado subcaducifólio e em recuperação os quais também compõem as áreas das reservas legais 3 e 4.

Uma pequena porção de solo, classificado como GXbd, é encontrada nos lotes 91, 92, 93 e 95 do PA Barreiro do Cedro. Este solo devido ao excesso de água que apresenta, sobretudo na época das cheias, com exceção da rizicultura, não deve ser empregado para fins de utilização agrícola, sendo indicado, portanto, para preservação da fauna e flora. Apesar disso, conforme informações da cobertura vegetal, essas áreas estão sendo utilizadas como pastagem plantada pelos assentados. Esta superação da capacidade de suporte dessas terras fatalmente implicará em danos à sustentabilidade desses ambientes.

4.1.2. PA Nova Esperança

O PA Nova Esperança, encontra-se também localizado no município de João Pinheiro e consequentemente na microrregião de Paracatu e mesorregião do Noroeste de Minas Gerais. O assentamento ocupa uma área de 3.003,8ha sobre a qual 48 famílias encontram-se assentadas em lotes individuais e desenvolvem suas atividades agrícolas.

As características edafo-climáticas da região que abrange o PA Nova Esperança são semelhantes às do PA Barreiro do Cedro, uma vez que fazem parte de uma mesma região fisiográfica.

4.1.2.1. Unidades de Mapeamento do PA Nova Esperança:

- **LVA_{d1}** – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano 100%. Aptidão 2(b)c .
- **LVA_{d2}** – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo suave ondulado. 100%. Aptidão 2(b)c.
- **LVD₁** – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano. 100%. Aptidão 2(b)c.
- **LVD₂** – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo suave ondulado. 100%. Aptidão 2(b)c.
- **RL_d** – NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico psamítico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólio relevo ondulado e forte ondulado. 100%. Aptidão 6.
- **FX_d** – PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase vereda tropical, ambos relevo plano e suave ondulado. Aptidão 3(bc) + 6.
- **FF_{lf}** - PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico típico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo suave ondulado. 100% Aptidão 6.
- **GX_{bd}** – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase vereda tropical relevo plano e suave ondulado. 100%. Aptidão 6.

4.1.2.2. Classes de Aptidão Agrícola do PA Nova Esperança:

- **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.
- **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.
- **6** – Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.

4.1.2.3. Classes de cobertura vegetal do PA Nova Esperança:

- Floresta Tropical Caducifólia – 10,6%;
- Cerrado em Recuperação – 1,5%;
- Cerrado – 22,5%;
- Pastagem Plantada – 39,3%;
- Pasto Sujo – 20,3%;
- Mata de Galeria – 4,2%;
- Vereda – 1,5%.

A observação do mapa de solos número 4, em Anexos, permite destacar que no P.A. Nova Esperança, quase todos os lotes foram alocados nas unidades de mapeamento: LVAd1, LVAd2, LVd1 e LVd2. Estas unidades, conforme observação do mapa 5, em Anexos, correspondem à classe de aptidão agrícola 2(b)c, que presta-se ao cultivo de lavouras, com o emprego de um nível de manejo desenvolvido, exigindo-se, portanto, a aplicação de alto nível tecnológico e de capital nas práticas agrícolas para que se obtenha um resultado regular em termos de produtividade. Tais solos permitem a obtenção de produtividade satisfatória por parte do agricultor desde que sob uma condição pouco desenvolvida de manejo, baseada em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio e baixa aplicação de capital, como forma de compensar suas limitações.

Ao se analisar a intensidade de uso do solo, com base nos dados de cobertura vegetal (mapa 6, em Anexos), conclui-se que os assentados estão utilizando os solos anteriormente explicitados, aquém da sua capacidade de suporte, com o cultivo de pastagem plantada ou servindo-se do pasto sujo, sendo a existência deste, provavelmente anterior à obtenção da posse da terra. Consequentemente, não há vestígios de cultivo de lavouras nesses locais por parte dos assentados. Faz-se importante salientar, que tais conclusões estão baseadas apenas na simples observação empírica dos dados, sem levar em consideração as possibilidades de acesso dos assentados às linhas de crédito, que permita aos mesmos a implementação de práticas agrícolas que envolvam maior nível de manejo do solo.

Uma pequena mancha de solo FXd, sobre a qual além das reservas legais 1 e 1a, cuja alternativa de uso restringe-se à preservação da natureza, apenas oito lotes possuem porções de suas terras com ocorrência dessa tipologia, sendo que nos lotes

24 e 25 ocorrem em sua total ou quase totalidade, respectivamente. Este solo possibilita aos beneficiários o cultivo de lavouras. No entanto, a intensidade das práticas agrícolas deve restringir-se a um nível de manejo desenvolvido do solo com base no emprego de médios a altos níveis tecnológicos de práticas agrícolas como forma de compensar as significativas limitações produtivas que tal solo apresenta. Ainda com relação à aptidão agrícola desta classe de solo [3(bc) + 6], embora não tenha sido explicitada nas fontes de dados pesquisadas a proporção com que ocorre a porção referente à classe de aptidão (6), bem como sua exata localização, sabe-se, portanto, que esta ocorre em menor proporção que a classe 3(bc). Este fato permite inferir sobre a possibilidade de ocorrência da classe (6) nas mediações dos cursos hídricos que nessas áreas ocorrem, devido ao fato dos mesmos aumentarem muito sua vazão em razão das cheias, tornando tais áreas inaptas para o uso agrícola, ou pelo simples fato de tais áreas estarem sob proteção da legislação ambiental.

Quanto à intensidade de uso desse solo (FXd), como demonstra o mapa de cobertura vegetal correspondente, verifica-se que nos lotes anteriormente descritos, em que este tipo de solo ocorre, predomina o cultivo de pastagem plantada, sendo que no caso dos lotes 24 e 25, 100% de suas áreas estão destinadas a este fim. Novamente o fator econômico parece ter sido decisivo na implementação de pastagens nessas áreas, uma vez que o cultivo de lavouras é caracterizado pelo seu mais elevado custo, quando comparado ao cultivo de pastagens, devido às limitações de produção que este solo apresenta.

As áreas caracterizadas exclusivamente pela classe 6 de aptidão agrícola, são aquelas em que ocorrem as correspondentes classes de solos: RLd, FFIf e GXbd. Como já descrito anteriormente, a única alternativa de uso desses solos destina-se à preservação da natureza, seja devido à declividade acentuada do relevo e susceptibilidade à erosão, seja à baixa fertilidade natural ou ao excesso de água proveniente dos cursos hídricos, sobretudo na época das cheias, respectivamente.

O solo RLd, ocorre em quase sua totalidade sob as reservas legais 2 e 3, com alguns resquícios nos lotes 48, 47, 45 e 38, predominantemente. No entanto, na porção desses lotes ocupada por tal solo, levando-se em conta sua susceptibilidade à erosão, face à condição de relevo forte ondulado a que está submetido e pelo que demonstra o mapa de cobertura vegetal, não há maiores riscos de erosão, uma vez que este solo encontra-se aparentemente protegido pela Floresta Tropical Caducifólia, a qual ameniza o impacto da gota d'água diretamente sobre o solo

causando sua compactação, impermeabilização e uma baixa lixiviação da água. Caso contrário, o solo sob estas condições seriam facilmente carregados pelas enxurradas, além de comprometerem a reposição dos aquíferos subterrâneos. Nas áreas de reservas parece também não haver maiores problemas quanto a isso, devido também à presença da floresta e do pasto sujo, que com base no mapa de áreas impactadas, obtido por meio da imagem de satélite, demonstra não haver nestas áreas, impactos negativos nem degradação do solo. Este fato parece indicar que o pasto sujo, embora não se possa afirmar com certeza, novamente em função da falta de uma análise espaço-temporal neste sentido, possa encontrar-se em processo de recuperação e conservação ou passando por um processo de sub-pastejo e/ou reduzida ação antrópica.

Nas áreas de ocorrência do solo FFlf, cabe salientar apenas o fato de que no lote 37 e na área comunitária 2 onde tal solo ocorre, embora sejam destinadas à preservação como é mostrado pelo mapa de aptidão agrícola, estas áreas encontram-se exploradas como pastagem plantada pelos assentados. No entanto, pode-se inferir que houve negligência por parte dos responsáveis em caracterizar a área comunitária 2 como tal, uma vez que a mesma é constituída em sua quase totalidade por mata de galeria cuja aptidão restringe-se à preservação e conservação da fauna e flora, conforme exigência da legislação ambiental.

A Mata de Galeria desenvolvida sobre o solo GXbd, parece estar passando por um processo de degradação (desmatamento), como pode-se observar especialmente nos lotes 48, 45 e 41, bem como na área comunitária 2, por meio do mapa de áreas impactadas negativamente. Com relação ao lote 48, devido à constituição de sua área ser exclusivamente de floresta e mata de galeria, caso não tenha condições de exercer suas atividades agrícolas nas áreas coletivas, não lhe resta outra alternativa senão a de explorar seu lote individual como forma de garantir seu sustento.

4.2. Região do Vale do Jequitinhonha

Na região do Vale do Jequitinhonha, foram selecionados da mesma forma e maneira os seguintes projetos de assentamento para efeito de estudo:

- PA Nova Serrana, localizado no município de Pedra Azul;
- PA Veredas, localizado no município de Padre Paraíso;

4.2.1. PA Nova Serrana

O PA Nova Serrana está localizado no município de Pedra Azul, na microrregião de Jequitinhonha e na mesorregião do Vale do Jequitinhonha. O assentamento ocupa uma área de 1.412,2ha sobre a qual 33 famílias encontram-se assentadas e desenvolvem suas atividades.

O clima da região de abrangência do PA Nova Serrana é classificado, segundo Köppen, como semi-árido quente e seco, do tipo BswH, com precipitação média anual inferior a 1.000 mm, em que ocorre estação chuvosa curta e estiagem rigorosa. O déficit hídrico gira em torno de 200 a 700 mm anuais, conforme o diagnóstico ambiental elaborado pela equipe técnica da FUNARBE/UFV.

Segundo o referido relatório, “nas regiões semi-áridas, como é o caso desta região, a precipitação é o parâmetro climatológico mais relevante no planejamento das práticas agrícolas, já que a temperatura permanece relativamente estável durante todo o ano e é satisfatória para o crescimento dos cultivos. Assim, é a distribuição da precipitação que determina as chamadas estações sazonais” (FUNARBE/UFV, 2006).

4.2.1.1. Unidades de Mapeamento de solos do PA Nova Serrana:

- **LVAd1** - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico húmico A húmico textura argilosa fase floresta tropical caducifólia relevo plano e suave ondulado. 100%.
- **LVAd2** - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A proeminente textura argilosa fase endopedregosa floresta tropical caducifólia relevo suave ondulado. 100%.
- **LVAd3** - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico câmbico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólia relevo ondulado. 100%.
- **CXbd1** - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa cascalhenta fase pedregosa cerrado tropical caducifólio relevo forte ondulado. 100%.
- **CXbd2** - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa cascalhenta fase pedregosa cerrado tropical caducifólio relevo montanhoso. 100%.

- **GXBd** – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia (mata de galeria). 100%.

4.2.1.2. Classes de aptidão agrícola do PA Nova Serrana:

- **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.
- **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 inapta no nível de manejo A.
- **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.
- **5(n)** – Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem natural.
- **6** – Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.

4.2.1.3. Classes de Cobertura vegetal do PA Nova Serrana:

- Floresta Tropical Caducifólia;
- Mata de Galeria;
- Culturas.

O parcelamento do PA Nova Serrana foi concebido de forma curiosa, pois ao se analisar as condições de solo (mapa 7, em Anexos) e cobertura vegetal (mapa 9, em Anexos) aí existentes, pode-se observar que os melhores solos para práticas agrícolas, de forma geral, estão fora da área dos loteamentos individuais como é o caso dos solos LVAd1 e LVAd2 que juntos, compreendem cerca de 50% do total de solos existentes no assentamento. Este fato sugere que a prioridade na locação dos lotes pode ter sido dada em função da existência e proximidade de cursos hídricos (córregos) e/ou de estradas, como se pode verificar no mapa de solos em Anexos. No entanto, observa-se que tais solos estão localizados, nas áreas de reserva e, sobretudo nos lotes coletivos, o que também permite inferir na prioridade a ser dada pelos

assentados no desenvolvimento de práticas agrícolas coletivas, atribuindo aos lotes individuais atividades exploratórias complementares.

No entanto, ao se analisar os dados de cobertura vegetal - desconsiderando as limitações do material cartográfico, como descrito anteriormente - tal situação não é constatada. As áreas correspondentes às áreas coletivas, cujos solos possibilitam as práticas agrícolas estão totalmente tomadas pela floresta tropical caducifólia, não havendo, portanto, nenhum cultivo de lavouras pelos assentados nessas áreas. Levando-se em conta os dados do mapa de áreas impactadas negativamente como auxiliar no processo de análise, embora não se possa afirmar com absoluta certeza, parece que estas áreas não sofreram nenhum tipo de impacto negativo, o que não se pode dizer das áreas de reservas legais 1 e 3, que apresentam-se degradadas pela ação antrópica.

O solo GXbe, conforme observado no mapa 8, em Anexos, é o solo encontrado no assentamento de melhor aptidão para o cultivo de lavouras, uma vez que exige do agricultor um nível de manejo primitivo do solo, cujas práticas agrícolas refletem o emprego de baixo nível tecnológico e cultural, com aplicação quase nula de capital, garantindo assim, uma produtividade agrícola regular. Estes solos estão localizados nos lotes que compõem a parte leste do assentamento e ocupam apenas uma estreita faixa contínua recortada pelos cursos hídricos (menos de 1% do total de solos). Além disso, estão inseridos em áreas de preservação permanente impossibilitando a utilização agrícola dos mesmos pelos assentados. Apesar desse fato e conforme análise da cobertura vegetal, conclui-se que os assentados estão utilizando tais solos para o cultivo de lavouras, uma vez que como dito anteriormente, tratam-se dos melhores solos do assentamento para as práticas agrícolas. Entretanto estes procedimentos contradizem a legislação ambiental, uma vez que estes solos fazem parte da área de preservação permanente e, portanto não se prestam a este fim.

Cerca de 50% dos solos que ocorrem nos loteamentos, nem sequer possuem aptidão para cultivos, apresentando como única alternativa de uso, a preservação da natureza, como é o caso dos solos classificados como CXbd2. As limitações que esses solos apresentam e que inviabilizam as práticas agrícolas nessas terras estão relacionadas à sua baixa fertilidade natural, deficiência hídrica acentuada e à topografia forte ondulada do relevo, cuja declividade se encontra entre 45 e 75%. Os

dados de cobertura vegetal confirmam inteiramente tal afirmação, uma vez que não se observa nenhum tipo de uso sobre estas terras.

Outra grande parcela dos lotes, correspondendo em média a uma área pouco inferior a 50% do total dos lotes, está alocada sobre solos cuja aptidão agrícola apresentam grandes restrições para o cultivo de lavouras, como é o caso da unidade LVAd3, que apresentam limitações referentes à sua baixa fertilidade natural, bem como a uma deficiência hídrica moderada, além de apresentarem moderados riscos de erosão, uma vez que o relevo caracteriza-se como ondulado (declividade de 8 a 20%) nessas áreas. Faz-se necessário o emprego de um nível de manejo das práticas agrícolas variando do semi-desenvolvido ao desenvolvido com aplicação moderada a intensiva de capital, respectivamente, de forma a compensar a redução de produtividade e benefícios acarretada por tais limitações.

A cobertura vegetal demonstra que nos lotes individuais onde se encontram os solos LVAd3 está havendo o cultivo de lavouras, apesar das restrições anteriormente descritas. Embora não haja informações a respeito dos tipos de culturas introduzidas, nem dados sobre a produtividade das mesmas, bem como as condições financeiras dos assentados para aquisição e utilização de insumos agrícolas, o fato é que estão cultivando nestas áreas não se sabe sob quais condições de manejo bem como de qualidade da água dos cursos superficiais.

O lote de número 8 encontra-se quase totalmente tomado pelo solo CXbd1, cuja possibilidade de utilização limita-se ao cultivo de pastagem natural e/ou silvicultura com restrições, implicando na aplicação moderada de capital, ou nível tecnológico médio de práticas agrícolas, como o emprego de fertilizantes, defensivos e corretivos, no caso da silvicultura ou práticas de manejo com pouca ou nenhuma aplicação de capital por parte dos produtores, com base num nível de manejo primitivo das práticas agrícolas no caso da utilização do solo como pastagem natural. As limitações de uso dessas terras se devem às condições de topografia forte ondulada do relevo (declividade de 20 a 45%), que conferem um alto risco erosivo das mesmas, além das condições de baixa fertilidade natural e deficiência hídrica moderada a forte em que estes solos estão submetidos, bem como à ocorrência de pedregosidade. A maior parte dos lotes 7, 9 e 10 encontra-se nestas mesmas condições.

Contrastando os parâmetros de capacidade de uso do solo CXbd1 com sua real utilização no que se refere aos dados encontrados no mapa de cobertura vegetal,

pode-se observar que a porção dos lotes anteriormente citados em que este solo ocorre está totalmente tomada pela floresta tropical caducifólia, implicando na não utilização dessas terras como práticas agrícolas.

Em termos pedológicos, o PA Nova Serrana, como já destacado anteriormente, apresenta melhor aptidão agrícola nas áreas de ocorrência dos latossolos, principalmente das unidades LVAd1 e LVAd2. Estes solos correspondem a 50% do total de solos existentes na área de abrangência do PA, localizando-se nas áreas coletivas do assentamento, sendo estas, portanto, as mais propícias à implementação de práticas agrícolas que propiciem um melhor desempenho produtivo por parte dos assentados, em virtude das características dos solos aí existentes, quando comparadas aos lotes individuais. No entanto, a inexistência de cursos d'água superficiais nas áreas coletivas, como observado no mapa de cobertura vegetal, associada aos longos períodos de escassez pluviométrica da região, pode inviabilizar economicamente o empreendimento de tais práticas agrícolas.

Por outro lado, a existência do fator “água”, sob a forma de cursos d'água superficiais nas proximidades dos lotes individuais – embora faltem dados que permitam dizer se os mesmos são permanentes ou intermitentes - parece explicar a implantação de lavouras pelos assentados, apenas nessas áreas, mesmo sabendo que aí ocorrem os solos LVAd3, cuja aptidão agrícola, embora também permita o cultivo de lavouras temporárias ou permanentes, está caracterizada como sendo menos adequada a essas práticas, quando comparadas aos latossolos citados anteriormente.

4.2.2. PA Veredas

O PA Veredas foi criado em 1998 estando localizado no município de Padre Paraíso, na microrregião de Jequitinhonha e na mesorregião do Vale do Jequitinhonha. O assentamento ocupa uma área de 1.200,7780ha sobre a qual 28 famílias encontram-se assentadas em lotes individuais e desenvolvem suas atividades. A área de abrangência do PA Veredas, de acordo com a distribuição média anual da precipitação, temperatura e umidade relativa, de acordo com a classificação de Koppen, possui clima do tipo Awa – clima tropical úmido (megatérmico) de savana, com inverno seco e verão chuvoso. Segundo o diagnóstico ambiental elaborado pela equipe técnica da FUNARBE/UFV, “nas regiões tropicais, como é o caso desta região (clima tropical chuvoso), a precipitação é o parâmetro climatológico mais relevante no planejamento das práticas agrícolas, já que a

temperatura permanece relativamente estável durante todo o ano e é satisfatória para o crescimento dos cultivos. Assim, é a distribuição da precipitação que determinará as chamadas estações sazonais” (FUNARBE/UFV, 2006).

4.2.2.1. Unidades de Mapeamento de solos do PA Veredas:

- **LVAd** - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo ondulado. 100%.
- **PVAd** - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado. 100%.
- **CXbd1** - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo ondulado. 100%.
- **CXbd2** - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado. 100%.
- **CXbd3** - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado. 60 - 40%.
- **CXbd4** - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado + Afloramentos de Rocha relevo escarpado. 70 - 30%.
- **RLd** - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura média fase floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila relevo montanhoso + Afloramentos de Rocha relevo escarpado. 60 – 40%.
- **RUbd** – NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico A moderado textura média e argilosa fase floresta tropical subcaducifólia (mata ge galeria) relevo plano + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia (mata ge galeria). 60 – 40%.
- **AR1** – Afloramentos de Rocha relevo escarpado. 100%
- **AR2** – Afloramentos de Rocha relevo escarpado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical caducifólio/caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado. 60 – 40%

4.2.2.2. Classes de aptidão agrícola do PA Veredas:

- **2ab(c)** – Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para lavouras, nos níveis de manejo A e B, e a classe de aptidão Restrita nos nível de manejo C.
- **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.
- **4(p)** – Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem plantada.
- **5(n)** - Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem natural.
- **6** – Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.

4.2.2.3. Classes de Cobertura vegetal do PA Veredas:

- Caatinga com afloramentos de rochas (Vegetação Nativa);
- Mata de Galeria;
- Pastagens.

O solo classificado como RUbd, de acordo com os dados do mapa de solos número 10, em Anexos, é o que permite um uso mais intensivo em termos de aptidão agrícola (classe 2a(bc), mapa 11, em Anexos), quando comparado às demais tipologias encontradas no assentamento Veredas. Este solo permite práticas agrícolas com o emprego de níveis tecnológicos semi-desenvolvidos, que envolvem uma aplicação moderada de capital na aquisição de insumos, como forma de compensação das limitações por ele apresentadas, sendo o excesso de água, sobretudo na época das chuvas, a principal delas. Contudo, este solo compõe apenas 3,44% do total dos solos encontrados no assentamento, ocorrendo numa estreita faixa contínua que recorta o assentamento no sentido norte-sul predominantemente, entremeada por cursos d'água (córregos). A referida faixa está contida quase que em sua totalidade, dentro da área de preservação permanente, que segundo as leis de preservação ambiental, não devem ser submetidas à exploração de práticas agrícolas.

Procedendo-se à análise dos dados do mapa (12) de cobertura vegetal correspondente, em Anexos, pode-se observar, sobretudo onde se localizam os lotes,

que o cultivo de pastagens está avançando no interior das áreas de preservação permanente, embora as informações apresentadas pelos mapas não permitam fazer uma avaliação espaço-temporal que permitam estabelecer um diagnóstico a respeito da intensidade de degradação que acometem estas áreas. O fato é que a mata de galeria que circunda os cursos d'água encontra-se bastante reduzida ou até mesmo inexistente em alguns pontos. As informações contidas no histórico do assentamento podem constituir uma importante fonte de dados para tal avaliação, inclusive na obtenção de dados anteriores ao processo de desapropriação.

Destaque é dado à unidade de mapeamento CXbd3 por corresponder a 63% do total dos solos que compõem o assentamento. Está subdividida em 60% de ocorrência de Cambissolo Háplico e 40% de Argissolo Vermelho-Amarelo. Apesar de ocuparem quantitativamente grandes extensões, em termos qualitativos, apresentam grandes limitações de uso no que se refere às práticas agrícolas. Levando-se em conta uma escala crescente de intensidade de uso, a porção correspondente ao Cambissolo Háplico, está indicada ao cultivo restrito de pastagem natural e por sua vez, a porção referente ao Argissolo Vermelho-Amarelo, indicada ao cultivo de pastagem plantada com restrições. Tais restrições se devem à baixa fertilidade natural e deficiência hídrica de ambos e à forte ou moderada a forte susceptibilidade erosiva que apresentam, respectivamente, sob as mesmas condições topográficas (relevo forte ondulado com declividade variando de 20 a 45%) na área de abrangência do P.A. Veredas. No entanto, o mapa de cobertura vegetal não oferece informações detalhadas que permitam distinguir visualmente tais subdivisões.

Os solos CXbd3 ocorrem em todos os lotes do assentamento em uma porção mínima aproximada de 50% de cada lote, com exceção do lote 21, onde ocorre em aproximadamente 30% de sua área e no lote 13 em que não apresenta ocorrência alguma.

Ao se estabelecer uma comparação entre a aptidão agrícola dos solos que ocorrem no assentamento com sua real utilização, observa-se que, de forma geral, estes solos estão sendo utilizados como pastagens plantadas em alguma porção de cada lote, seja ele individual ou coletivo, correspondendo a 48,79% do total de cobertura vegetal de todo o assentamento. O comportamento aleatório de ocorrência das pastagens no interior dos lotes, embora não se possa afirmar com absoluta certeza, sugere tratar-se da ocorrência de pastagens naturais. As demais áreas estão

sobre o domínio da vegetação nativa, correspondendo a 48,08% do total da área do assentamento, restando uma área de 3,13% ocupada por matas de galerias.

Uma pequena mancha de solo LVAd ocorre nos lotes 5, 6, 7, 8, 9, 22 e 23. Apesar de sua baixa ocorrência, estes solos permitem o cultivo de lavouras, porém com restrições nos níveis de manejo b e c, cujas práticas agrícolas envolvem um nível tecnológico médio e alto, respectivamente. Tais restrições se devem à baixa fertilidade natural destes solos, a uma deficiência hídrica moderada e a um risco de erosão variando de ligeiro a moderado, definido por uma condição topográfica, cuja declividade do relevo varia de 8 a 20% na área de abrangência do P.A. Veredas.

O mapa de cobertura vegetal demonstra que as áreas de ocorrência dos solos LVAd estão ocupadas predominantemente por remanescentes da vegetação nativa e em menor proporção por pastagem. A sub-utilização de tais áreas, no que se refere à intensidade de uso do solo, pode estar relacionada às condições financeiras dos assentados, que na maioria das vezes impossibilitam aos mesmos de investirem em insumos como forma de compensar as limitações de produtividade das terras, ou ao simples desconhecimento da aptidão agrícola de tais solos devido a uma falta de assistência técnica adequada.

Os solos classificados como CXbd1, caracterizados por uma aptidão agrícola que limita seu uso ao cultivo restrito de pastagem plantada, ocorrem em apenas 4,15% do total das terras do assentamento, mais especificamente nos lotes 1, 2, 3 e 11. As restrições a que me refiro estão relacionadas à baixa fertilidade natural desses solos, bem como a uma deficiência hídrica moderada e a um risco de erosão variando de moderado a forte, definido a partir das condições topográficas da área de abrangência do P.A., caracterizada por relevo ondulado cuja declividade varia de 8 a 20%. Tais restrições exigem do agricultor uma modesta aplicação de fertilizantes, defensivos e corretivos, como forma de garantir a sustentabilidade das pastagens.

O mapa de cobertura vegetal correspondente demonstra que as áreas dos lotes anteriormente descritos, em que ocorrem tais solos, estão sendo utilizadas justamente como pastagens. Porém, como descrito anteriormente, não se pode inferir quanto à ocorrência de pastagem plantada ou natural em tais áreas. O que se pode dizer com certeza é que as áreas de preservação permanente, existentes no entorno dos cursos d'água localizados nos lotes 1, 2, e 3 encontram-se completamente tomadas pelas pastagens, apesar da utilização dessas áreas estar limitada à conservação e preservação da natureza. No entanto, devido novamente à falta de

informações espaço-temporais e históricas que permitam detectar os verdadeiros agentes degradadores desses ambientes, não se pode afirmar se o processo de degradação ambiental encontra-se em expansão ou regressão a partir do presente momento.

Outras unidades de mapeamento também caracterizadas como Cambissolos Háplicos, (CXbd2, CXbd3 e CXbd4), ocorrem no P.A. Veredas. O fator determinante da aptidão agrícola destes solos está intimamente ligado às condições topográficas da área do Assentamento. Portanto, a declividade do relevo vai definir o grau de susceptibilidade desses solos à erosão. Dessa forma, quanto maior a declividade do terreno, maior sua susceptibilidade a processos erosivos. A região de abrangência desses solos está completamente caracterizada por um relevo forte ondulado, cuja declividade varia de 20 a 40%, daí o forte risco erosivo em que estes solos estão submetidos. Por esse motivo, a intensidade de uso destes solos para fins agrícolas, limita-se à condição de pastagem natural e mesmo assim pode-se fazer necessário manejar o solo de forma a impedir a ocorrência de processos erosivos no mesmo.

A área de abrangência da unidade de mapeamento CXbd2 no assentamento, é mais de 90% do lote 21, em aproximadamente 80% da área comunitária 1, em cerca de 45% do lote 20 e em pequenas porções dos lotes 12 e 22. Tal unidade é constituída por 100% de ocorrência de Cambissolo Háplico, cujas características, levando-se em conta uma utilização agrícola mais intensiva, limitam-se ao uso restrito como pastagem natural. Tal limitação se deve, predominantemente às características de relevo forte ondulado a que está submetido (declividade variando de 20 a 45%). Pouca ou nenhuma aplicação de capital por parte do agricultor, geralmente são suficientes para conservação das terras. Porém, atenção especial deve ser dada ao forte risco de erosão que estes solos apresentam, devendo o agricultor, adotar medidas simples de manejo do solo, como a construção de terraços, ou mesmo curvas de níveis, como forma de reduzir o carreamento de solo causado pela força das enxurradas na época das cheias, captando-as para que possam infiltrar no solo garantindo, pois, a reposição dos aquíferos subterrâneos.

A unidade de mapeamento CXbd3 é constituída por 60% de Cambissolo Háplico e 40% de Argissolo Vermelho-Amarelo. A porção que se refere a este último, devido às suas especificidades constituintes, apresenta um menor risco erosivo, ainda que elevado, quando comparada àquela porção anteriormente

analisada. Este fato permite ao mesmo ser submetido a uma maior intensidade de uso, como é o caso do cultivo de pastagem plantada, desde que mediante à aplicação de fertilizantes, defensivos, corretivos e adoção de medidas de manejo que visam prevenir a ocorrência de processos erosivos.

A unidade de mapeamento CXbd4 localiza-se ao norte do assentamento em aproximadamente 20% da área da reserva legal 1 e a sudoeste em cerca de: 50% da área da reserva legal 2, 40% da área do lote 14 e na totalidade do lote 13. Esta unidade está constituída por 60% de Cambissolo Háplico e por 40% de Afloramento Rochoso, numa condição de relevo escarpado, cuja declividade é superior a 75%, a qual confere a estas áreas, como única alternativa, a preservação e conservação da fauna e flora. No entanto, ao se analisar os dados da cobertura vegetal correspondente, não se pode distinguir as áreas de ocorrência e delimitação de ambas as unidades. O que se pode afirmar é que as áreas em que ocorrem as reservas legais 1 e 2 e o lote 14, encontram-se completamente tomadas pelo remanescente de vegetação nativa. Já no lote 13, aproximadamente 50% de sua área encontra-se ocupada pela referida unidade de mapeamento.

Os solos PVAd ocorrem em pequenas manchas, nos lotes 1, 2, 24, 25 e 26. Estes solos caracterizam-se por apresentarem aptidão restrita para o cultivo de pastagem plantada, em seu mais alto grau de intensidade de uso. Este fato exige dos agricultores, um nível de manejo tecnológico médio, caracterizado por uma modesta aplicação de capital na aplicação de fertilizantes, defensivos e corretivos, como forma de compensar as limitações de baixa fertilidade natural desses solos. A deficiência hídrica moderada e o risco de erosão moderado a forte, devido às condições de relevo ondulado (8 a 20% de declividade) e forte ondulado (20 a 45% de declividade), também são limitações que exigem dos assentados um manejo semi-intensivo dos solos. As áreas de ocorrência desses solos estão sendo ocupadas justamente por pastagens plantadas, no entanto, a escala com que os mapas foram obtidos não permite destacar o tipo de capim cultivado.

A unidade de mapeamento AR1, é definida como rocha exposta, ocorrendo em pequenas manchas nos lotes 1, 3, 11, 13 e em maior proporção na área da reserva legal 2. Assim sendo, a preservação da natureza passa a ser a única alternativa de uso nessas áreas, principalmente sob condições de relevo escarpado, cuja declividade ultrapassa os 75%. Com estas mesmas características, ocorre a unidade de mapeamento AR2 em porções da área de reserva legal 2 e dos lotes 3, 6, 7, 8, 9, 10,

15 e 16. Sendo que 60% dessa unidade refere-se à rocha exposta e 40% a Cambissolo Háplico, cujas principais limitações à utilização se devem à sua baixa fertilidade natural, deficiência hídrica moderada e ao forte risco erosivo numa condição de relevo escarpado (declividade superior a 75%). Apesar dessas limitações, as áreas de ocorrência dos Cambissolos háplicos podem ser utilizadas como pastagem natural de forma restrita. Embora o mapa de cobertura vegetal não faça distinção entre as diferentes porções dessa unidade de mapeamento, por outro lado demonstra a ocorrência de pastagens nessas áreas.

Após cada unidade de mapeamento ter sido analisada em função de suas possibilidades de utilização agrícola, confrontando em seguida com sua real utilização por parte dos assentados, pôde-se concluir que o PA Veredas apresenta pouquíssimas possibilidades de utilização de suas terras, não restando muitas alternativas de exploração das terras por parte dos assentados. As principais limitações à ocupação humana nessas áreas estão relacionadas à baixa fertilidade dos solos aí encontrados; à deficiência hídrica, seja pela baixa precipitação pluviométrica ou pela baixa retenção de água pelos solos dessa região e à predominância de um relevo montanhoso, cuja declividade dificulta o armazenamento de água pelos solos, provocando o carreamento dos mesmos, acentuando os processos erosivos e consequentemente reduzindo sua fertilidade natural.

4.3. Região do Triângulo Mineiro

Na região do Triângulo Mineiro, os projetos de assentamento que foram selecionados para efeito de estudo estão destacados a seguir:

- PA Paulo Freire, localizado no município de Santa Vitória;
- PA São Pedro, localizado no município de Patrocínio;

4.3.1. PA Paulo Freire

O PA Paulo Freire possui uma área de 1.510,3 ha, localizando-se no município de Santa Vitória, na mesorregião do Triângulo Mineiro, onde foram assentadas 43 famílias em lotes individuais.

O clima predominante da região segundo a classificação de Koppen é o tipo AW, característico dos climas úmidos tropicais (megatérmico), com duas estações bem definidas, sendo uma seca no inverno e outra úmida no verão. Segundo o diagnóstico socioeconômico e ambiental elaborado pela equipe técnica da FUNARBE/UFV a precipitação média anual, gira em torno de 1200 a 1800 mm - embora seja muito amplo para a pequena área analisada do Assentamento - com um déficit hídrico em torno de 150 mm, sendo que o período chuvoso estende-se de novembro a março e o seco de junho a agosto. O regime de chuvas na região é pouco influenciado pelo relevo, devido à topografia pouco acentuada da região, devendo-se quase que exclusivamente ao sistema de circulação atmosférica.

4.3.1.1. Unidades de Mapeamento de solos do PA Paulo Freire

- **RQo** - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado fase cerrado subcaducifólio relevo plano (50%) e suave ondulado (50%).
- **GMd** – GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico A húmico textura arenosa/média + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura arenosa/média + inclusão de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico A moderado textura arenosa/média, todos fase campo hidrófilo de várzea e vereda tropical relevo plano. 50 – 40 – 10%
- **GXbd** – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura arenosa/média fase vereda tropical relevo plano.

4.3.1.2. Classes de Aptidão Agrícola do PA Paulo Freire

- **4(p)** – Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem plantada. 52,8%
- **6** – Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora. 47,2%.

4.3.1.3. Classes de Cobertura Vegetal do PA Paulo Freire

- Veredas e Campo Hidrófilo de Várzea – 19,8%;
- Pastagens – 80,2%;

O assentamento oferece poucas alternativas de uso do solo aos assentados, devido à baixa qualidade de suas terras, no que diz respeito ao uso agrícola. Segundo o diagnóstico socioeconômico e ambiental e o Projeto Final de Assentamento do PA Paulo Freire, quase 50% do total de terras do assentamento é formado por solos pertencentes às unidades de mapeamento GMd (50% Gleissolo Melânico, 40% Gleissolo Háplico e 10% inclusão de Plintossolo) e GXbd (Gleissolo Háplico), as quais apresentam classe de aptidão 6. Estes solos, conforme o mapa 13, em Anexos, são inaptos para o cultivo agrícola (mapa de aptidão 14, em Anexos), uma vez que estão em área de preservação ambiental, prestando-se, neste caso, para a preservação da fauna e flora, razão pela qual a reserva legal do assentamento foi alocada nessas áreas.

As principais limitações agrícolas que esses solos apresentam dizem respeito à baixa fertilidade natural e ao excesso de água, sobretudo no período chuvoso, em que a má drenagem do solo limita o desenvolvimento de plantas não adaptadas às condições de deficiência de oxigênio. Como no período de estiagem o lençol freático tende a diminuir, o cultivo de lavouras poderá tornar-se viável. No entanto, como bem ressaltado no diagnóstico, a utilização dessas áreas para fins agrícolas deve ser realizada com cuidados especiais, uma vez que as mesmas constituem áreas de ocorrência de veredas, que por sua vez, contribuem para o equilíbrio hidrológico do ambiente.

Os lotes individuais foram alocados no restante das terras (aproximadamente 50%), onde predominam em quase sua totalidade, solos do tipo RQo (Neossolo Quartzarênico). Estes solos possuem fertilidade natural muito baixa, apresentando assim, forte limitação para uso agrícola e restrições até mesmo para pastagens. Sua textura arenosa confere ao mesmo uma drenagem excessiva e consequentemente, uma capacidade de retenção de água muito baixa, condição esta mais agravada em períodos de estiagem. A ausência de estrutura desses solos, associada às condições de relevo plano e principalmente suave ondulado, tornam os mesmos moderadamente susceptíveis à erosão. Assim sendo, o manejo inadequado das pastagens sob essas condições (superpastejo), pode intensificar o processo erosivo do solo.

Em função dos fatores limitantes apontados, a aptidão agrícola desse solo [4(p)] permite aos assentados, ainda que com restrições, o uso com pastagem plantada, necessitando, portanto, de práticas de manejo agrícolas com elevada

aplicação de capital e insumos (calagem e adubação), como forma de garantir a sustentabilidade das pastagens. Portanto, estes solos não são recomendados para o uso com lavouras, sob pena de serem facilmente degradados.

Os dados observados no mapa (15) de cobertura vegetal do PA Paulo Freire, em Anexos, demonstram que o solo está sendo utilizado apenas como pastagem, inclusive na maior parte das áreas de reserva legal. A simples observação do mapa, não é capaz de mostrar se a ocorrência de pastagens é anterior ou posterior ao período de desapropriação, uma vez que não houve uma análise espaço-temporal capaz de esclarecer tal dúvida. Porém no diagnóstico socioeconômico e ambiental este tipo de análise foi realizado, destacando, portanto, que o uso do solo como pastagem não só veio de um período anterior à desapropriação, como ainda vem sendo praticado pelos assentados, embora com menor intensidade.

Com base apenas nos dados encontrados nos mapas de solo, aptidão agrícola e cobertura vegetal e desconsiderando outras estratégias de produção desenvolvidas pelos assentados (como destacados no diagnóstico socioeconômico e ambiental do PA Paulo Freire) que não foram ou não podem ser representadas visualmente pelos mapas, pode-se concluir que a alternativa de produção dos assentados limita-se à pecuária leiteira e de corte.

4.3.2. PA São Pedro

O PA São Pedro foi criado em 1998, possui uma área total de 890,1 ha, localizando-se no município de Patrocínio, mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, onde 41 famílias estão assentadas e desenvolvem suas atividades. Assim como ocorre na área de abrangência do PA Paulo Freire, o clima predominante da região segundo a classificação de Koppen é o tipo AW, característico dos climas úmidos tropicais (megatérmico), com duas estações bem definidas, sendo uma seca no inverno e outra úmida no verão. A precipitação média anual também gira em torno de 1200 a 1800 mm, com um déficit hídrico em torno de 150 mm, sendo que o período chuvoso estende-se de novembro a março e o seco de junho a agosto. O regime de chuvas na região também é pouco influenciado pelo relevo, devido à topografia pouco acentuada da região, devendo-se quase que exclusivamente ao sistema de circulação atmosférica.

Quanto às classes de relevo encontradas no PA São Pedro, 68,6% corresponde a um relevo plano e suave ondulado (declividade de 0 a 8%), 21,5% a ondulado (declividade de 8 a 20%) e 9,9% a forte ondulado (declividade de 20 a 45%). O predomínio de grande parcela de terras pouco declivosas, confere ao assentamento boa capacidade de mecanização de suas terras, desde que respeitadas as técnicas de manejo dos solos com vistas à sustentabilidade produtiva e ambiental do mesmo.

4.3.2.1. Unidades de Mapeamento de solos do PA São Pedro

- **LVAd1** - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A proeminente e húmico textura argilosa fase cerrado subcaducifólio relevo ondulado. 100%.
- **LVAd2** - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo suave ondulado. 100%.
- **LVAd3** - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A proeminente textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo suave plano. 100%.
- **LVd1** - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A proeminente textura argilosa fase cerrado subcaducifólio relevo suave ondulado. 100%.
- **LVd2** - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo suave ondulado. 100%.
- **RLd** - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado subcaducifólia relevo ondulado e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico léptico A moderado textura argilosa fase rochosa e não rochosa cerrado subcaducifólia relevo ondulado e forte ondulado. 60 – 40%.
- **FXd** – PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólio relevo plano. 100%.
- **GXbd** - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa fase campo hidrófilo de varzea relevo plano. 100%.

4.3.2.2. Classes de Aptidão Agrícola do PA São Pedro

- **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.
- **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.
- **4(p)** – Terras pertencentes à classe de aptidão Restrita para pastagem plantada.
- **6** – Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora.

4.3.2.3. Classes de Cobertura Vegetal do PA São Pedro

- Cerrado Sub-caducifólio – 14,6%;
- Floresta Tropical Sub-caducifólia – 2,0%;
- Pastagem Plantada – 41,2%;
- Culturas – 40,2%;
- Mata de Galeria – 1,9%;

A área de abrangência do PA São Pedro é dotada de unidades de mapeamento de solos diversas, conforme observado no mapa 16, em Anexos. No entanto, de acordo com o mapa 17, em Anexos, 62,5% de suas terras pertencem à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo C, restrita no nível de manejo B e inapta no A; 16,6% pertencem à classe de aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no A; 7,2% das terras pertencem à classe de aptidão restrita para pastagem plantada e 13,6% de terras sem aptidão para utilização agrícola, devendo ser reservadas para preservação da fauna e da flora.

Quanto ao uso do solo no PA São Pedro, em função das classes de aptidão agrícola apresentadas no respectivo mapa, várias situações inadequadas podem ser observadas: as áreas de uso coletivo, por exemplo, apesar de em sua grande maioria serem classificadas como inaptas para utilização agrícola, estão sendo empregadas para o cultivo de culturas diversas, como demonstrado no mapa (18) de cobertura vegetal correspondente, em Anexos. Os lotes 11, 18, 24, 25, 26, 27, 32, 33, 34, 35 e 37 estão sendo utilizados exclusivamente com pastagens, apesar de possuírem aptidão agrícola que lhes permita serem cultivados com lavouras, embora com

restrições. A produção regular de lavouras com aplicação de nível tecnológico alto ou restrita com nível tecnológico médio, provavelmente explique o fato dos assentados sub-utilizarem as áreas de seus lotes com o cultivo de pastagens, pois as dificuldades financeiras são comumente observadas entre as comunidades assentadas.

Dentre os lotes 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 30, 31, 36, 38, 39 e 40, o lote 13, é o único que está sendo completamente utilizado com o plantio de lavouras, conforme a exigência da aptidão agrícola correspondente. Os demais lotes estão sendo utilizados tanto com lavouras quanto com pastagens, em proporções variadas.

As áreas de reserva legal 3, 4, 5 e 6 estão sendo cultivadas com lavouras e pastagens (embora a legislação vigente desautorize o uso dessas áreas para estes fins), mesmo nas porções onde predomina a classe de aptidão 6, que restringe-se à preservação da fauna e flora. A inobservância da lei pelos assentados, provavelmente se deve ao fato de no período das secas, o lençol freático se manter mais baixo, afastando a possibilidade de inundação dessas áreas (principal limitação dos solos que aí ocorrem), permitido assim, o cultivo das mesmas. Caso semelhante está ocorrendo com parte da reserva legal 2 que foi submetida ao plantio de lavouras e pastagens. A utilização dessas áreas para fins agrícolas, além de estar contrapondo a legislação ambiental, poderá levá-las à degradação, uma vez que sob condição de relevo ondulado (declividade de 8 a 20%) os solos que aí ocorrem podem ser facilmente erodidos, caso não se utilize um manejo adequado dos mesmos.

A aptidão agrícola dos solos referentes aos lotes 2, 3, e 5 em sua totalidade e nos lotes 4 e 41 em sua grande maioria, permite o cultivo de lavouras com restrições nos níveis de manejo B e C. Tais restrições se devem principalmente às limitações de baixa fertilidade natural e à susceptibilidade a erosão que esses solos apresentam. No entanto, o alto custo de manejo e aplicação de insumos agrícolas necessários para compensar as limitações produtivas dos solos, normalmente não condiz com a realidade financeira dos assentados, não lhes restando outra alternativa senão a utilização aquém da capacidade de suporte que os solos apresentam em termos produtivos.

4.4. Análise regional dos PAs do Noroeste de Minas Gerais

Uma vez concluída a análise local, em que foram estudadas as particularidades de cada assentamento isoladamente, partiu-se para uma análise regional, enfocando, num primeiro momento um estudo comparativo da influência dos aspectos físicos (sobretudo pedológicos) e de cobertura vegetal na ocupação humana dos PA's localizados no Noroeste de Minas, ou seja, o PA Barreiro do Cedro e o PA Nova Esperança

Os PAs do Noroeste mineiro, estão inseridos numa mesma região fisiográfica e portanto, submetidos a semelhantes condições climatológicas, principalmente no que diz respeito à precipitação pluviométrica. Tomando este parâmetro climatológico como constante, os aspectos pedológicos e de cobertura vegetal poderão ser analisados com maior precisão.

A região de abrangência dos PAs Barreiro do Cedro e Nova Esperança apresentam condições topográficas semelhantes, cujo relevo se destaca pela baixa amplitude de variação altimétrica, indo do plano ao suave ondulado. Apenas a classe de solo RLd do PA Nova Esperança distingue-se das demais áreas em termos de declividade do terreno, chegando à condição de forte ondulado. No entanto, a localização deste solo limita-se às áreas de reservas legais e por este motivo, exercem pouca ou nenhuma influência às práticas agrícolas do assentamento, não sendo, pois, levado em consideração em termos comparativos.

O PA Barreiro do Cedro, possui algumas áreas cujos solos destacam-se pela sua superioridade em termos de aptidão agrícola, como é o caso de sua área coletiva, quando comparado ao PA Nova Esperança. Apesar disso, em termos gerais, aquele assentamento possui uma maior heterogeneidade de suas terras, uma vez que seus solos apresentam maiores restrições ao uso agrícola, à medida que se desloca no sentido norte-sul no assentamento. Este fato tende a provocar uma heterogeneidade em termos produtivos entre a comunidade assentada. Neste caso, como forma de equiparar as diferenças produtivas, a comunidade assentada do PA Barreiro do Cedro poderá explorar sua área coletiva de forma a melhor beneficiar os assentados que foram alocados nos lotes cujos solos possuem uma capacidade de suporte inferior, no que se refere à aptidão agrícola dos mesmos. Outra opção, caso tivesse sido observado as diferenças na qualidade dos solos anterior ao processo de parcelamento, teria sido a adoção de uma maior parcela de área, nos lotes menos qualificados

quanto aos solos que apresentam, como forma de compensar tais diferenças. O PA Nova Esperança, ao contrário, possui maior homogeneidade de suas terras, uma vez que mais de 90% dos lotes aí existentes, apresentam a mesma aptidão agrícola de seus solos.

Embora não se possa inferir sobre a quantidade nem a qualidade dos recursos hídricos existentes no PA Nova Esperança, para fins de irrigação, sobretudo na época das secas, devido à falta de informações a esse respeito, pode-se concluir que os PA's Barreiro do Cedro e Nova Esperança oferecem condições semelhantes quanto à ocupação humana de suas terras. Isto se deve ao fato de existirem pequenas diferenças entre os mesmos em termos de qualidade das terras (adotando-se as medidas corretivas anteriormente sugeridas), levando-se em conta o fato das condições climatológicas, bem como das condições de relevo, serem semelhantes em ambos assentamentos.

4.5. Análise Regional dos PAs do Vale do Jequitinhonha

Para se avaliar comparativamente, as condições que propiciam ou dificultam a ocupação humana dos PAs Nova Serrana e Veredas, localizados na região do Vale do Jequitinhonha, foram mantidos constantes os fatores climatológicos e desconsiderados os dados de cobertura vegetal. Consequentemente, a forma em que as terras estão sendo exploradas, no que diz respeito às práticas agrícolas também foram desprezadas. Com base nestes fatores, as possibilidades de ocupação humana nas áreas dos PAs serão analisadas, principalmente com base na aptidão agrícola que as mesmas apresentam.

As principais limitações de utilização dos solos para fins agrícolas, observadas nos PAs Nova Serrana e Veredas, referem-se à fertilidade dos solos, à deficiência hídrica, bem como aos riscos de erosão por eles apresentados. Apesar de pertencerem a uma mesma região fisiográfica, o PA Nova Serrana, encontra-se em condição topográfica mais branda em termos de declividade do relevo, quando comparado ao PA Veredas, sobretudo nas áreas de melhor aptidão agrícola, as quais representam em termos percentuais a maior porção do total de terras de ambos assentamentos. Este fato demonstra que os solos do PA Veredas, nas referidas áreas, embora apresentem condições de fertilidade e deficiência hídrica semelhantes aos solos do PA Nova Serrana, aqueles são mais susceptíveis aos riscos de erosão, uma vez que em condições de declividade acentuada do relevo (maior ação gravitacional),

o intemperismo exerce uma ação mais efetiva, principalmente no que se refere ao impacto da gota d'água proveniente das chuvas na superfície do solo, promovendo o carreamento do mesmo e consigo seus nutrientes.

Quanto mais acentuada a declividade do terreno, maior o potencial de escoamento superficial da água precipitada e, conseqüentemente, menor a infiltração da água através do solo, reduzindo assim, sua disponibilidade para as plantas, bem como a reposição dos aquíferos subterrâneos.

Outro aspecto ainda referente à declividade do relevo, diz respeito às possibilidades de utilização de tratores e implementos agrícolas para fins de manejo dos solos, que se tornam tanto mais restritas quanto mais acentuada for a declividade do terreno. Com base nestes fatores, o PA Veredas, oferece maiores possibilidades de insucesso no que se refere à ocupação humana dessas áreas, quando comparado ao PA Nova Serrana.

Apesar das terras do PA Veredas apresentarem de forma geral, pior aptidão agrícola, quando comparadas às terras do PA Nova Serrana, sobretudo nas principais áreas, conforme descrito anteriormente, aquelas por sua vez destacam-se pela presença de cursos d'água superficiais aos quais todos os lotes possuem acesso. Ao contrário, as áreas de melhor aptidão agrícola do PA Nova Serrana encontram-se totalmente desprovidas de cursos d'água superficiais. Desprezando a existência de possíveis agentes físicos, químicos e biológicos que pudessem comprometer a qualidade da água e assumindo que a quantidade de água disponível nestes cursos apresentam a mesma proporção em ambos os assentamentos, pode-se afirmar que o PA Veredas, passa a melhor favorecer a ocupação humana quando comparado ao PA Nova Serrana, mesmo em condições de aptidão agrícola inferior, embora não se disponha de informações a respeito das condições financeiras dos assentados do PA Nova Serrana de forma a possibilitar a implementação de projetos de irrigação nas áreas de melhor aptidão agrícola, condição esta que favoreceria a ocupação humana em detrimento das condições do PA Veredas.

4.6. Análise Regional dos PAs do Triângulo Mineiro

Os PAs Paulo Freire e São Pedro pertencem a uma mesma região fisiográfica, possuindo, portanto, as mesmas características climatológicas. Nesse sentido, a qualidade de suas terras, no que diz respeito à ocupação humana, foi submetida à comparação segundo parâmetros pedológicos. Quanto ao relevo, os dois PAs apresentam características semelhantes, variando de plano a suave ondulado nas áreas onde estão alocados os lotes. Por este motivo a declividade pouco influenciou na determinação da qualidade das terras.

Segundo os dados de aptidão agrícola, o PA São Pedro oferece melhores condições de ocupação humana quando comparado ao PA Paulo Freire, uma vez que predominam nos lotes, solos com limitações menos acentuadas. No PA São Pedro as principais limitações de produção agrícola se devem à baixa fertilidade natural dos solos apenas. Já no PA Paulo Freire os impedimentos produtivos estão relacionados não só à baixa fertilidade natural como também à deficiência hídrica e à susceptibilidade dos solos à erosão. Tais limitações ocorrem, principalmente devido à textura arenosa que confere alta porosidade e baixa coesão desses solos (RQo), respectivamente.

4.7. Análise Global dos Projetos de Assentamento

Partindo-se agora para uma análise comparativa entre as regiões de planejamento estudadas, no que se refere aos aspectos pedológicos e de cobertura vegetal analisados, percebe-se nitidamente que as diferenças entre os assentamentos pertencentes a cada uma delas se acentuam drasticamente, quando comparadas isoladamente. A baixa fertilidade natural predominante nos solos dos assentamentos da região do Vale do Jequitinhonha, associado à condição de escassez hídrica típica da região, estando os mesmos numa região em que predominam condições de declividade mais acentuadas, tendendo a um relevo forte ondulado que propicia uma baixa retenção hídrica pelos solos, sobretudo na época de estiagem, tornam as práticas agrícolas nesses assentamentos insustentáveis, além de contribuir para a ocorrência de processos erosivos mais frequentes na época das cheias, caso persista a falta de emprego de técnicas agrícolas que permitam superar tais limitações.

As condições de relevo dos assentamentos da região Noroeste, tendendo mais a plano, associadas a uma boa oferta de recursos hídricos, permitem uma

ocupação humana mais promissora, sobretudo com relação à prática de atividades agropecuárias, quando comparadas às condições a que estão submetidos os assentamentos do Vale do Jequitinhonha. A fertilidade natural superior daqueles solos em detrimento destes possibilita uma exploração agrícola com o emprego de níveis tecnológicos de manejo mais elevados embora necessitem de investimentos na aquisição de insumos agrícolas para manutenção da fertilidade dos solos e obtenção de boas vantagens produtivas aos agricultores.

Os projetos de assentamento das regiões Noroeste e Triângulo Mineiro embora estejam inseridos em condições fisiográficas distintas, os tipos climáticos que aí ocorrem assemelham-se quanto à precipitação média anual, assim como as condições de relevo. Entre os PAs da região do Triângulo Mineiro, o único que oferece condições de ocupação humana semelhantes aos assentamentos do Noroeste é o PA São Pedro, em função da melhor aptidão agrícola dos solos que o compõe, como já destacado na análise regional. No entanto, os PAs do Noroeste Mineiro, de forma geral, possuem uma maior porcentagem de solos de aptidão agrícola igual ou superior aos solos do PA São Pedro, independentemente da distribuição espacial dos lotes.

O PA Barreiro do Cedro, como destacado anteriormente, apesar de possuir solos de aptidão agrícola superior (1abC), estes se concentram nas áreas de reserva legal. Por outro lado, os PAs do Noroeste Mineiro, além de apresentarem limitações agrícolas semelhantes às do PA São Pedro no que diz respeito à baixa fertilidade natural dos solos, apresentam também deficiência hídrica variando de ligeira a moderada, condição esta que não ocorre no PA São Pedro.

Os assentamentos de ambas as regiões, embora apresentem tamanhos de lotes por famílias semelhantes, levando-se em conta a capacidade de suporte do ambiente em que cada assentamento está inserido, bem como a medida padrão do módulo rural específica de cada região e com base nos fatores analisados, pode-se concluir que os assentamentos do Vale do Jequitinhonha deveriam conter um menor número de famílias, quando comparados aos da região Noroeste, ou apresentarem um módulo rural maior em virtude justamente de uma menor capacidade de suporte dos ambientes a que estão inseridos, os quais na maioria das vezes impossibilitam o desenvolvimento de atividades agrícolas, sendo a “água” seu principal fator limitante.

O conjunto de fatores anteriormente descritos, que de alguma forma comprometem a ocupação humana das regiões estudadas, sobretudo aqueles relacionados à região do Vale do Jequitinhonha, principalmente no que diz respeito às atividades agrícolas aí praticadas, conferem a esta região, pouquíssimas opções para o desenvolvimento de atividades que gerem renda aos assentados. Portanto nestas áreas, uma intervenção governamental se faz necessária, fornecendo subsídios, sobretudo financeiros e assistência técnica, que possam vir a melhorar a qualidade de vida da comunidade assentada.

É importante salientar que os assentamentos rurais deveriam conter solos de melhor aptidão agrícola, sobretudo aqueles relacionados ao nível de manejo A, caracterizado pela baixa aplicação de capital e insumos agrícolas, por estarem mais de acordo com as condições financeiras precárias, comumente observadas entre a comunidade assentada. Deste modo, caso não sejam oferecidos subsídios, por parte dos governos, sobretudo financeiros e de assistência técnica, a ocupação humana dos projetos de assentamento que fazem parte deste estudo fica comprometida.

O acesso à terra já representa um grande avanço para a comunidade assentada, mas a política de simples criação de assentamentos praticada pelo governo, sem observar a realidade da agricultura familiar, sobretudo no que diz respeito à qualidade dos solos para produção, assistência técnica e financeira, condições de acesso ao mercado consumidor, dificilmente levará os projetos de assentamento à condição de auto-suficiência.

5. Os Algoritmos Genéticos

Segundo Tanomaru (1995), uma grande parte das soluções dos problemas científicos pode ser formulada por modelos de otimização, onde o objetivo é ajustar os parâmetros de todos os fatores de forma a propiciar o melhor desempenho de um dado sistema. O número de combinações possíveis dos parâmetros constitui o espaço de busca, que ainda pode ser restringido por um conjunto de regras (ou restrições). Considerando os problemas de otimização, existem, basicamente, dois caminhos que podem ser seguidos: algoritmos exatos e os heurísticos.

Os algoritmos exatos apresentam como vantagem o fato de fornecerem a solução exata do problema. Ou seja, dentre todas as possíveis soluções para um problema de otimização, estes métodos conseguem encontrar a melhor solução, ou seja, a solução ótima. Entretanto, encontrar esta solução, considerando os recursos computacionais disponíveis pode ser muito demorado. Problemas de otimização em geral, possuem uma natureza combinatória, o que esgota os recursos de máquina e faz com que problemas relativamente simples, com um número pequeno de dados de entrada tornam-se inviáveis de solucionar através do uso de computadores comuns.

Algoritmos heurísticos, embora possam não fornecer a solução ótima para o problema, são capazes de fornecer boas soluções em um tempo considerado viável. Dentre os diversos algoritmos conhecidos e que estão classificados como heurísticos encontram-se: GRASP, busca tabu, “simulated annealing”, algoritmos genéticos, entre outros. (RODRIGUES, 2001)

Os AGs (Algoritmos Genéticos) tentam simular, computacionalmente, o mecanismo de evolução natural. Em AGs, uma população de possíveis soluções do problema em questão evolui de acordo com operadores probabilísticos concebidos a partir de metáforas biológicas de modo que há uma tendência de que, na média, os indivíduos representem soluções cada vez melhores à medida que o processo evolutivo continua. (TANOMARU, 1995)

A evolução natural é baseada em métodos de busca inteligente, ou seja, mecanismos adaptativos de otimização que, embora estejam longe de ser uma forma pura de busca aleatória, envolvem aleatoriedade associadas a conceitos probabilísticos. (Tanomaru, 1995)

Geração após geração, os indivíduos da espécie competem com os outros indivíduos para ver qual deles irá sobreviver. Os indivíduos mais adaptados (melhor

fitness) são mais propensos a passar suas características para as próximas gerações, ou seja, organismos mais adaptados sobrevivem e se reproduzem mais em seus ambientes. Também é importante a presença de mecanismos naturais que causam variações (mutações) dos indivíduos, para garantir a diversidade da população.

5.1. Conceitos Básicos

Existe na literatura um grande número de métodos evolutivos considerados como AGs. Alguns desses métodos podem apresentar características particulares de acordo com a classe de problemas que se propõe resolver. No entanto, todos esses métodos possuem os seguintes conceitos em comum:

- ***Cromossomo***

Uma possível solução dentro do conjunto de soluções candidatas (espaço de busca) é codificada como uma sequência de valores, que expressam o ajuste dos fatores que influenciam o problema. Dentro da terminologia dos AGs, um cromossomo corresponde à sequência de valores que representa uma solução para o problema. Ainda dentro da terminologia dos AGs, um indivíduo representa uma possível solução do problema.

- ***Fitness***

A avaliação de cada cromossomo (solução) resulta em um valor numérico, chamado de *Fitness*, que qualifica (ou adequabilidade) a solução proposta. Está associada a uma função que tem como parâmetros de entrada os valores definidos no cromossomo.

Juntamente com a codificação de uma solução através de um cromossomo, a definição da função de avaliação são os dois fatores que mais variam entre a aplicação de AGs na solução de problemas.

A presença de restrições em problemas de otimização pode ser tratada como fatores de penalização do Fitness, ou como um fator de inviabilidade de um indivíduo. Desta forma, caso um indivíduo não satisfaça uma ou mais restrições, isto pode ser levado em conta como um fator que reduz o valor da fitness do indivíduo penalizando-o, embora não o torne totalmente inviável.

- ***População***

Uma população é formada por um conjunto de indivíduos, que por sua vez tem como propriedade fundamental o seu cromossomo. A cada nova população ou geração espera-se melhoria no desempenho dos indivíduos em relação ao meio

ambiente, o que traduzido para o processo de busca de novas soluções pelo AG significa obter uma melhoria na qualidade das novas soluções geradas (Rodrigues, 2001).

O número de indivíduos da população é variável e não existe regra para definição desse valor. Deve ser feito um ajuste experimental buscando-se um equilíbrio entre o favorecimento da variabilidade da população (populações maiores) sem prejudicar a velocidade de convergência do método (populações menores).

- **Seleção**

O operador de seleção escolhe os indivíduos da população que irão se “reproduzir”, ou seja, que serão combinados para produzir um novo indivíduo. Baseado no valor do *Fitness* do indivíduo, sua expectativa de sobrevivência é calculada, que também indica a probabilidade do indivíduo “transmitir” suas características para gerações futuras. Existem vários métodos que podem ser empregados no cálculo da expectativa de sobrevivência: proporcional, escalonamento, elitismo, ranqueamento, Boltzman, tournament (Rodrigues, 2001). Normalmente, quanto maior o fitness do cromossomo, maior a probabilidade do indivíduo ser selecionado para se reproduzir.

- **Crossover**

Este operador define, aleatoriamente, subsequências de um ou mais pontos do cromossomo e faz a sua permuta a partir dos dois cromossomos “pais”, criando os novos descendentes. O método empregado é simples: são selecionados pontos de quebra aleatórios e o código genético entre estes pontos é permutado para criação dos indivíduos filhos. O número de pontos de quebra é definido como um parâmetro de entrada do algoritmo. A Figura 5.1 ilustra, de forma mais clara, um exemplo desta operação entre dois cromossomos codificados através de uma sequência de valores binários:

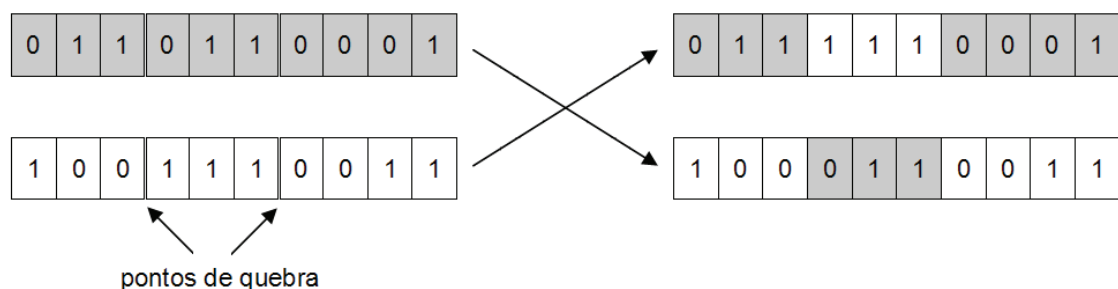


Figura 5.1 – Exemplo de Crossover

- **Mutação**

Este operador atua aleatoriamente trocando os valores de algumas das posições na sequência do cromossomo. É utilizado para inserir variabilidade entre indivíduos, e fugir de mínimos/máximos locais. Normalmente é associado a alguma probabilidade de ocorrência, com valores geralmente muito pequenos. Uma taxa de mutação muito alta pode provocar a “perda” de indivíduos com alto fitness. A Figura 5.2 ilustra a aplicação da operação de mutação sobre uma sequência de valores binários:



Figura 5.2 – Exemplo de Mutação

- **Crítérios de Parada**

O critério de parada do AG pode ser estabelecido em função de diversos fatores:

- Número máximo de gerações;
- Definição de um valor mínimo a ser atingido pela função objetivo;
- Identificação de uma solução viável, quando esta é difícil de ser encontrada;
- Uma combinação destes critérios.

É interessante a implementação de um mecanismo de recuperação do cromossomo do melhor indivíduo encontrado nas diversas gerações, uma vez que ele pode ser perdido em gerações futuras.

5.2. Estrutura Básica de um Algoritmo Genético

A estrutura básica de um AG pode ser definida com os seguintes passos:

- 1) Gerar a população inicial com n indivíduos;
- 2) Calcular o *fitness* para cada indivíduo da população;
- 3) Repetir os passos seguintes até a criação de uma nova população com n indivíduos;
 - i. Selecionar um par de cromossomos que serão utilizados na reprodução;

- ii. Realizar o cruzamento dos cromossomos selecionados, gerando dois novos indivíduos;
 - iii. Realizar a mutação dos novos indivíduos;
 - iv. Avaliar o *fitness* para os novos indivíduos;
 - v. Incluir os novos indivíduos na nova população;
- 4) Substituir a população antiga pela nova população;
 - 5) Caso o critério de parada não esteja satisfeito, voltar ao passo 3;

Cada iteração do algoritmo é chamada de geração. Uma “rodada” típica tem em torno de 50 a 500 gerações, podendo atingir um número bem maior. Ao final da “rodada” deverão existir um ou mais cromossomos com alto *fitness* na população.

Trata-se de um procedimento bastante rápido e de simples implementação, que apresenta baixo esforço computacional, que a propósito está basicamente concentrado na fase de seleção, em função da avaliação da função objetivo.

Variações do modelo básico podem surgir com o objetivo de resolver problemas específicos, abrangendo variações nos métodos de crossover, mutação e seleção. Os testes práticos servem para definir os valores ótimos para os parâmetros de entrada do problema.

5.3. Implementação

A etapa de parcelamento na constituição de assentamentos rurais representa um desafio para os técnicos encarregados em sua implementação. Isto se deve à dificuldade de se criar lotes *equiproductivos*, ou seja, que tenham capacidade produtiva semelhantes, além de envolver custos que poderiam inviabilizar sua execução. Tal dificuldade está relacionada ao fato de que, um mesmo lote pode apresentar variados tipos de solos, que por sua vez podem conferir aptidões agrícolas distintas. Por este motivo, não raras às vezes, algumas famílias conseguem obter em seus lotes, um melhor desempenho produtivo que outras.

Para o problema estudado, a questão é buscar a distribuição (parcelamento) de uma área de interesse, ajustando a área ocupada por cada uma das parcelas, minimizando as disparidades produtivas existentes entre os diferentes tipos de solos encontrados em cada lote, de forma que as famílias aí alocadas possam desenvolver suas atividades agrícolas de forma semelhante, em termos de produtividade.

Tendo em vista que o número de possibilidades de parcelamento é muito grande, a utilização de métodos exatos torna-se inviável. Por esse motivo, buscou-se, na utilização de um AG, uma ferramenta no sentido de tentar solucionar o problema. A seguir é descrito o método implementado.

Estrutura Geral do Algoritmo

O Algoritmo Genético implementado possui pequenas alterações em relação a estrutura básica apresentada em 8.2. Tais alterações fizeram-se necessárias para adequar o método ao problema de parcelamento de áreas.

Mais especificamente, foi desenvolvida uma metodologia para geração do conjunto inicial de soluções. Foi incluído também um procedimento de renovação da população: a cada geração, um determinado número (n_r) de novos indivíduos aleatórios são gerados e inseridos na nova população. Tal mudança foi feita no sentido de garantir maior diversidade entre os elementos da população, evitando-se assim a convergência prematura do conjunto de solução. Além disso, os operadores de crossover e mutação foram incorporados ao procedimento de combinação de indivíduos e adequados à codificação adotada para solução.

A estrutura do algoritmo implementado é a seguinte:

- 1) Gerar a população inicial, repetindo os passos de **1a** a **1c** até completar n indivíduos ($1 \leq i \leq n$);
 - 1a. Gerar uma solução aleatória (S_i);
 - 1b. Calcular o Fitness de S_i ;
 - 1c. Incluir S_i na população inicial.
- 2) Repetir os passos **2a** a **2d**, até a criação de uma nova população com $(n - n_r)$ indivíduos ($1 \leq j \leq n - n_r$);
 - 2a. Selecionar um par de indivíduos que serão utilizados na reprodução;
 - 2b. Combinar os indivíduos selecionados, gerando um novo indivíduo (S_j);
 - 2c. Calcular o Fitness de S_j ;
 - 2d. Incluir S_j na nova população.
- 3) Incluir n_r novos indivíduos aleatórios para a renovação da população, repetindo os passos **3a** a **3c** ($1 \leq k \leq n_r$);
 - 3a. Gerar uma solução aleatória (S_k);
 - 3b. Calcular o Fitness de S_k ;
 - 3c. Incluir S_k na nova população.
- 4) Substituir a população atual pela nova população;

5) Caso o critério de parada não esteja satisfeito, voltar ao passo 2;

A estrutura geral do algoritmo está ilustrada na figura 1 e os detalhes sucintos da implementação dos blocos de 1 a 5 são descritos nos itens subseqüentes.

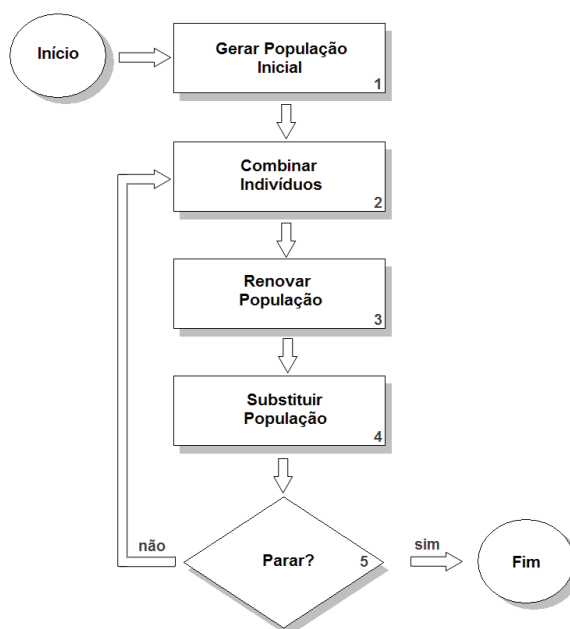


Figura 5.3: Estrutura geral do Algoritmo

Codificação do cromossomo

A representação matricial foi a estrutura de dados utilizada para a codificação dos cromossomos. Para isso, a área de estudo foi dividida em uma grade regular de células em formato retangular, onde cada célula representa uma porção da área de estudo. A cada célula é atribuído um valor numérico que representa o número do lote ao qual a porção de terreno está associada.

A Figura 5.4 (a) ilustra a matriz que define a região de estudo, diferenciando a área de interesse (1) da região externa (0). A Figura 5.4 (b) ilustra um cromossomo representando uma possível solução de divisão da propriedade em 5 lotes

0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Figura 5.4 (a) Matriz que define a região de estudo, diferenciando a área de interesse da região externa

0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	5	5	5	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	5	5	5	5	5	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	5	5	5	5	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	5	5	5	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	5	5	5	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	5	5	5	0
2	2	2	2	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	0
2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	0
2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	0
0	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
0	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
0	0	0	2	2	2	2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
0	0	0	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
0	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
0	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
0	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
0	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0

Figura 5.4 (b) Cromossomo representando uma possível solução de divisão de uma propriedade em 5 lotes

Na implementação dos métodos do algoritmo, adotou-se o conceito de vizinhança de quatro elementos. Para cada célula da matriz, considerou-se como vizinhas, as células adjacentes na mesma linha ou coluna, desconsiderando-se a vizinhança na diagonal. Isso simplificou a implementação dos métodos de agrupamento (combinação), mudança de limites entre lotes vizinhos (mutação) e expansão de vizinhança (geração de solução inicial),

Definição da função de avaliação

A função de avaliação do AG, denominada de função de aptidão ou fitness, é utilizada para medir o desempenho dos indivíduos, podendo ser determinada de diversas formas. Nesse caso particular, o objetivo foi buscar uma função matemática que permitisse quantificar a variação dos índices de produtividade dos lotes.

Assim, foi utilizado como base para a definição da função de avaliação, o conceito de índice de produtividade aplicado aos lotes. Esse índice é calculado tomando-se o somatório da área de cada classe de aptidão multiplicada pela constante de produtividade associado à classe (1).

$$iPLote_i = \sum_{j=1}^{n_c} (\text{ÁreaClasse}_{j,i} * \text{ConstanteClasse}_j) \quad (1)$$

Onde:

$iPLote_i$: índice de produtividade do lote i ;

$\text{ÁreaClasse}_{j,i}$: Área do lote i pertencente à classe de aptidão j

ConstanteClasse_j : Constante de produtividade da classe de aptidão j ;

n_l : número de lotes

n_c : número de classes de aptidão

$i \in \{1 \dots n_l\}$

Existe uma grande dificuldade em atribuir valor para as terras em função do grau de aptidão agrícola dos solos aí encontrados, o que representa um desafio para os técnicos, devendo ser inclusive objeto de estudo para pesquisadores. Por esta razão a constante de produtividade foi definida com o objetivo de estabelecer um padrão de comparação (compensação) entre a produtividade das diferentes classes de aptidão.

Os valores (índices) adotados foram definidos estabelecendo uma ordem crescente de acordo com o aumento da intensidade de uso dos solos e de forma a favorecer os níveis de manejo A, por melhor representarem a realidade dos assentados no que diz respeito ao emprego de capital e tecnologias no manejo dos solos. A tabela 5 a seguir, representa o tipo de uso do solo (Grupos), os níveis de manejo e seus respectivos índices:

	Grupo 1 Lavoura A	Grupo 2 Lavoura B	Grupo 3 Lavoura C	Grupo 4 Pastagem Plantada	Grupo 5 Silvicultura	Grupo 5 Pastagem Natural	Grupo 6 Sem uso Agrícola
Aptidão Boa	3072	768	192	48	12	3	0
Aptidão Regular	2048	512	128	32	8	2	
Aptidão Restrita	1024	256	64	16	4	1	

Tabela 5 – Índice de Produtividade em função dos grupos de Aptidão Agrícola e dos níveis de manejo.

Uma vez definido o conjunto de valores que representam os índices de produtividade dos lotes que compõe a solução de parcelamento de uma propriedade, o *Fitness* dessa solução é então calculado como o desvio padrão desse conjunto de valores (2).

$$f(S) = \sigma(iPLote_1, \dots, iPLote_{n_l}) \quad (2)$$

Em que:

$f(S)$: *Fitness* da solução S;

Finalmente, a função objetivo do problema de otimização é definida (3). Minimizando-se $f(S)$, busca-se encontrar a solução S que minimiza a dispersão

estatística entre os lotes, ou seja, aquela que mais se aproxima de um conjunto de lotes equiprodutivos.

$$\text{MIN } f(S) \quad (3)$$

Geração da população inicial

Num AG, o ponto de partida para o processo de otimização é a definição do conjunto inicial de soluções (indivíduos) que servirá de base para a criação das novas gerações. Esse conjunto é denominado população inicial. Nesse trabalho, a população inicial é gerada de maneira pseudo-aleatória.

O procedimento de geração de uma solução inicial, ilustrado na figura 5.5, é realizado da seguinte forma: aleatoriamente escolhe-se um conjunto de pontos que servirão para posicionar os lotes dentro da propriedade (a). A partir daí, os limites dos lotes são expandidos respeitando o limite da área de interesse e ocupando-se os pixels vizinhos ainda não ocupados até que cada pixel da propriedade esteja associado a um lote (b) a (e).

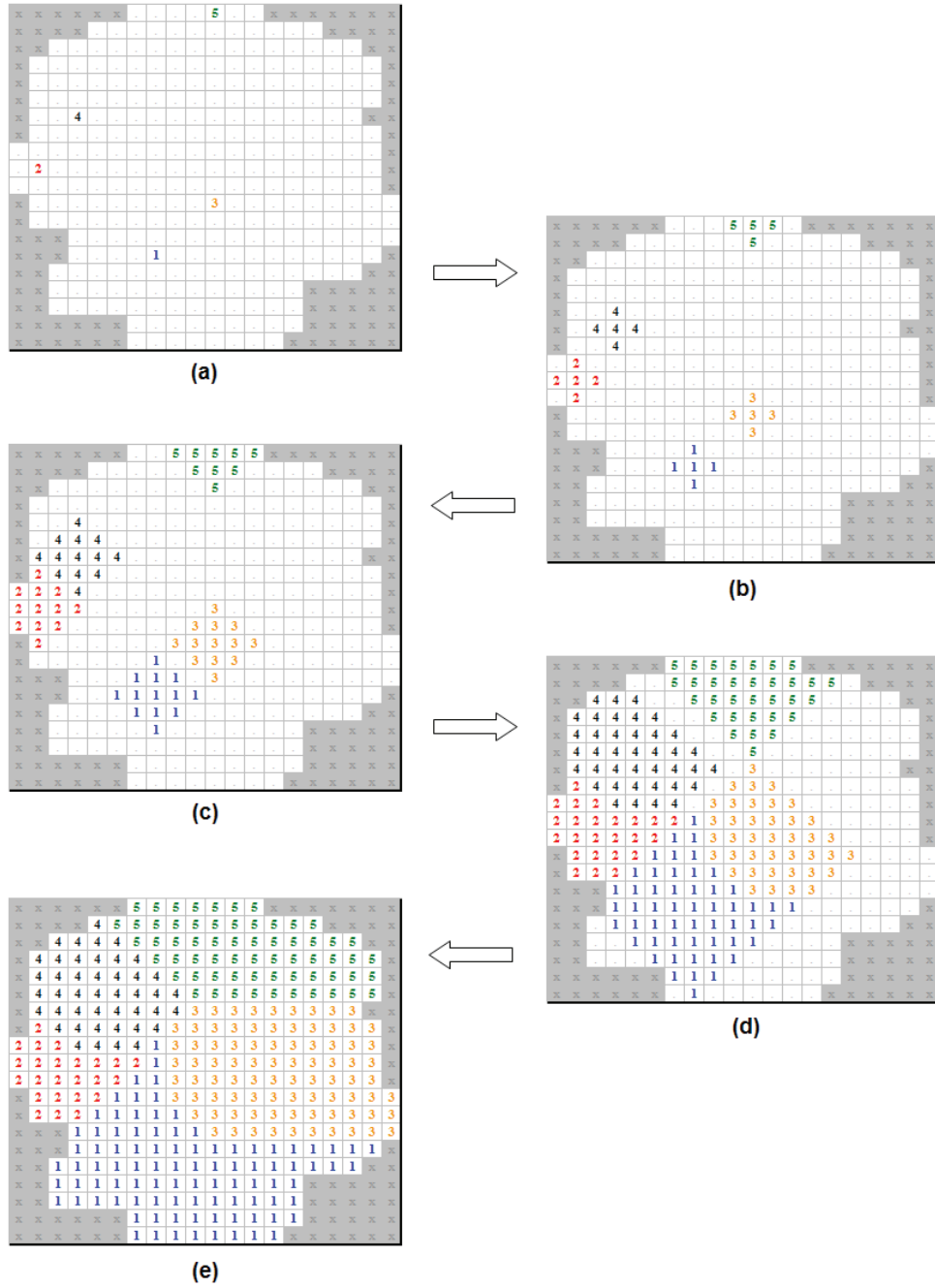


Figura 5.5: Procedimento de geração de uma solução inicial

Método de seleção

A seleção corresponde ao processo de escolha dos indivíduos que serão combinados para gerar uma nova solução. Nesse trabalho foi implementado o método de seleção proporcional. De acordo com essa metodologia, a probabilidade de seleção de um indivíduo é diretamente proporcional ao seu Fitness. No caso particular, como trata-se de um problema de minimização, a expectativa de sobrevivência é calculada em função do inverso do Fitness do indivíduo.

No quadro 5 é exibido um exemplo de cálculo da expectativa de sobrevivência para uma população com seis indivíduos. O inverso do Fitness é calculado dividindo-se o somatório do Fitness da população pelo Fitness de cada indivíduo. A expectativa de sobrevivência é calculada em função do valor do Fitness invertido.

Finalmente, para a implementação do mecanismo de seleção, atribui-se a cada indivíduo uma faixa de valores que varia em função da expectativa de sobrevivência. Assim, gera-se um valor aleatório (entre 0 e 1) e verifica-se a qual indivíduo pertence esse valor. Vale a pena ressaltar que quanto maior a expectativa de sobrevivência de um indivíduo, maior a probabilidade do valor aleatório estar associado a ele. A figura 4 ilustra graficamente a proporção da expectativa de sobrevivência dos indivíduos apresentados no quadro 5.

Ind.	Fitness	Inv. Fitness	Exp. Sobrev	Li	Ls
1	963	12,36448598	29%	0,00	0,29
2	1854	6,422330097	15%	0,29	0,44
3	2135	5,57704918	13%	0,44	0,57
4	2154	5,527855153	13%	0,57	0,70
5	3547	3,356921342	8%	0,70	0,78
6	1254	9,495215311	22%	0,78	1,00

Σ	11907	42,74385706	100%
----------	-------	-------------	------

Quadro 5 – Cálculos da expectativa de sobrevivência

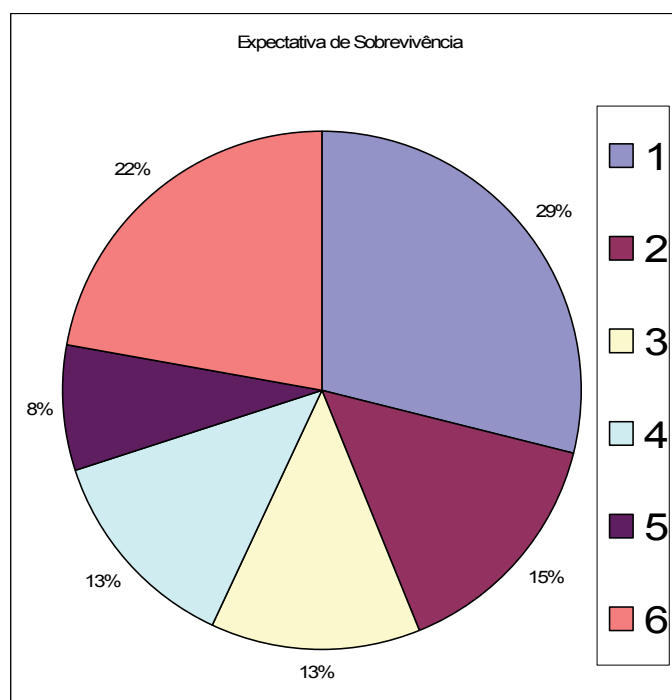


Figura 5.6 – Distribuição da Expectativa de Sobrevivência

Combinar Indivíduos:

A etapa de combinação dos indivíduos consiste em selecionar dois indivíduos da população atual e combiná-los com o intuito de gerar um novo indivíduo que fará parte da nova população. Esse processo é repetido até que o número desejado de novos indivíduos seja atingido.

O processo de combinação dos indivíduos implementado é dividido em duas fases: crossover e mutação.

Na etapa do crossover, os dados das duas soluções “pais” (a) e (b) são combinadas através da concatenação dos dados, conforme indicado na figura 5.7. Esse processo de concatenação gera uma situação com um número de regiões maior ou igual ao número de lotes original (c). Em seguida, essas regiões são agrupadas até que o número de lotes desejado seja atingido (d). Finalmente, os agrupamentos são renumerados para adequar a numeração dos lotes entre os valores 1 a n_l .

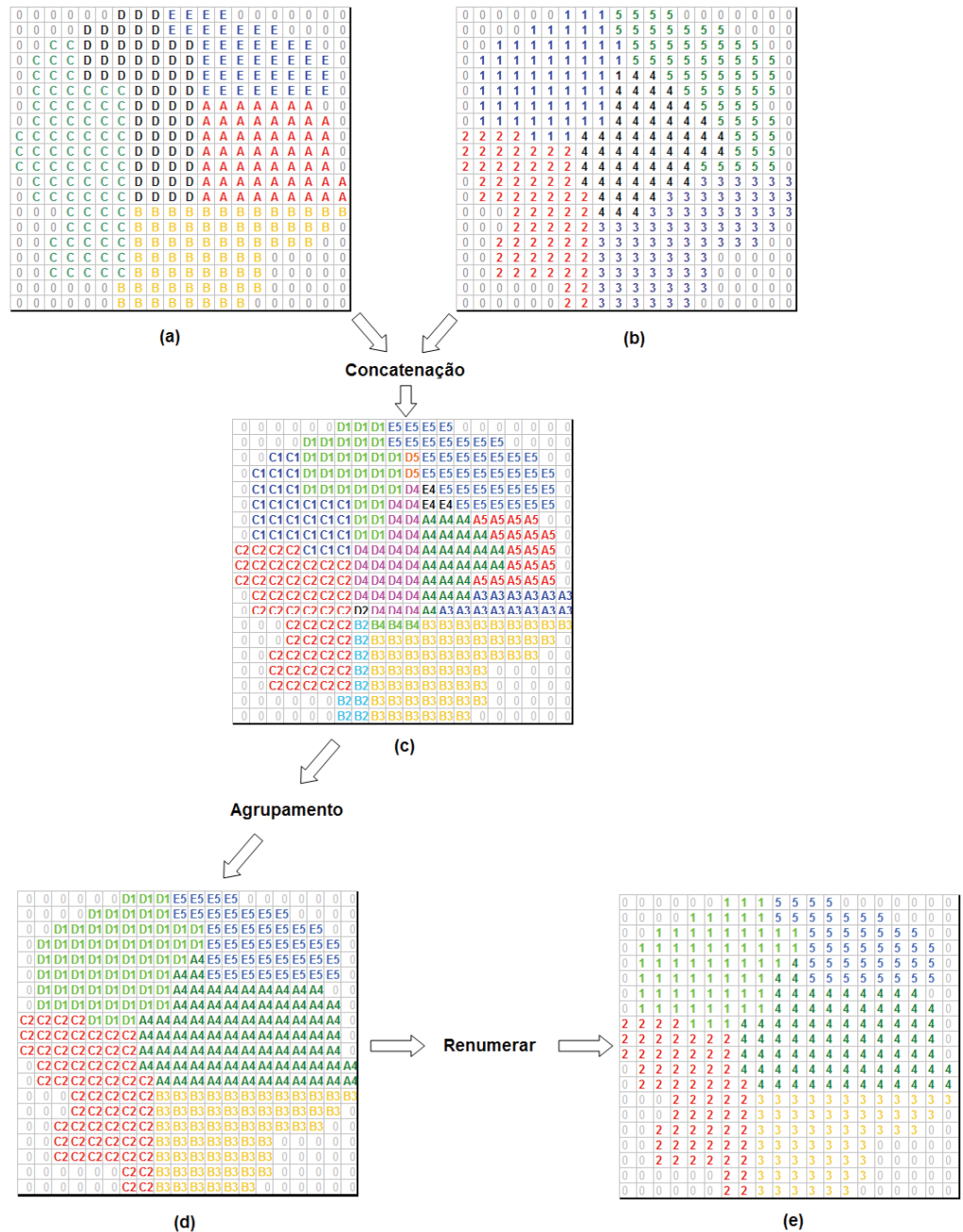


Figura 5.7: Exemplo de Crossover

Após a realização do crossover, passa-se à segunda fase da combinação, e alguns dos indivíduos gerados podem sofrer mutação. O operador de mutação atua alterando alguns dos valores dos pixels da solução, conferindo diversidade à população. Esse operador atua com base em uma probabilidade de ocorrência (taxa de mutação) que, em geral, assume um valor baixo. O mecanismo implementado atua realizando-se alterações nos valores de fronteira entre dois lotes adjacentes aleatoriamente escolhidos. A Figura 5.8 ilustra um exemplo de ocorrência de mutação entre os lotes 2 e 3, e entre os lotes 5 e 4.

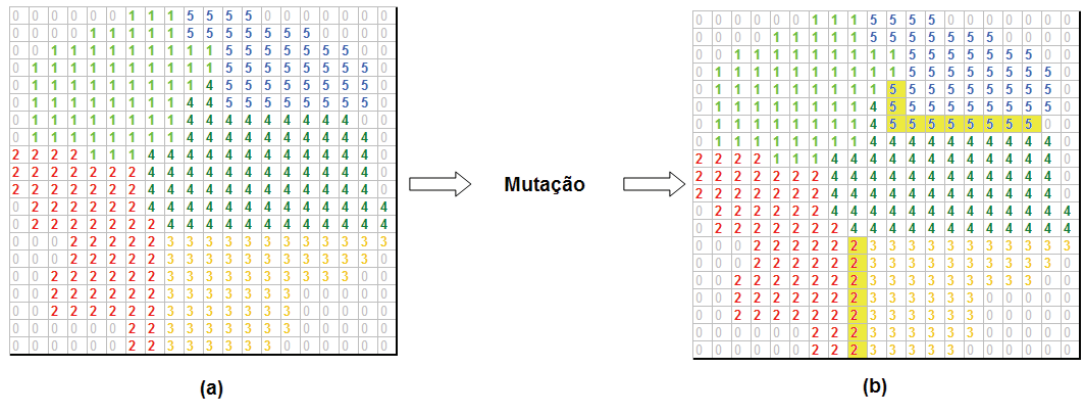


Figura 5.8 – Mutação

Cr  rio de Parada

Como todo algoritmo repetitivo, é de fundamental importância definir o critério que determina a interrupção do processo iterativo. No entanto, no caso dos AG's essa tarefa não   tão trivial, já que nem sempre   simples definir um critério de avaliação da qualidade da solução encontrada até o momento. Por esse motivo, diversos mecanismos de interrupção do processo podem ser adotados. Nesse trabalho, optou-se por definir dois parâmetros para controlar o fim da repetição: número máximo de gerações e um piso para a função objetivo. Assim, o processo é interrompido quando o valor da função objetivo atinge um valor considerado bom (piso) ou quando o número de gerações excede o limite estipulado. Esses parâmetros podem ser ajustados pelo usuário em função do tamanho do problema a ser resolvido além de outras características do problema.

6. Resultados e Discussão

O AG foi codificado em ambiente delphi 5.0 e os testes foram realizados em um microcomputador com processador Centrino 2 GHz, memória RAM de 1 GB e disco rígido de 120GB.

➤ Ajuste dos parâmetros do algoritmo

Inicialmente foi realizada uma seqüência de testes com o objetivo de definir a melhor combinação dos parâmetros do AG para os testes finais de parcelamento. A seqüência de testes foi realizada sobre uma área de 391,88 ha, contendo sete classes de aptidão agrícola, parcelada em 12 lotes. Foram adotados valores de referência para as classes de aptidão.

Utilizou-se como medida de eficácia o valor do desvio padrão dos índices de produtividade dos lotes de um parcelamento.

A cada parâmetro avaliado foi realizada uma bateria de 15 repetições, anotando-se a média do *fitness* do melhor indivíduo (MMI) encontrada para cada variação do valor do parâmetro.

Os parâmetros avaliados foram: número de gerações, tamanho da população, taxa de mutação e taxa de renovação. Os valores indicados na tabela 6 foram obtidos durante a fase de implementação e utilizados como valores de referência. A cada teste, o valor do parâmetro avaliado foi variado, fixando os demais conforme os valores de referência.

Parâmetro	valor
número de gerações	50
tamanho da população	20
taxa de mutação	0,05
taxa de renovação	0,1

Tabela 6 – Valores de referência para os parâmetros do AG

A seguir são descritos os parâmetros avaliados e os resultados obtidos:

➤ Número de gerações

O número de gerações corresponde ao número máximo de iterações do algoritmo a cada rodada. Como era de se esperar, os testes confirmam que o aumento do número de gerações conduz à melhoria da solução final obtida, conforme ilustrado na figura 6 (a). No entanto, a curva possui comportamento logarítmico, ou seja, deve-se avaliar até que ponto o aumento demasiado do número de gerações justifica a melhoria obtida para o fitness, considerando o tempo adicional gasto para atingir a solução. Vale ressaltar que o aumento do número de gerações aumenta linearmente o tempo de execução.

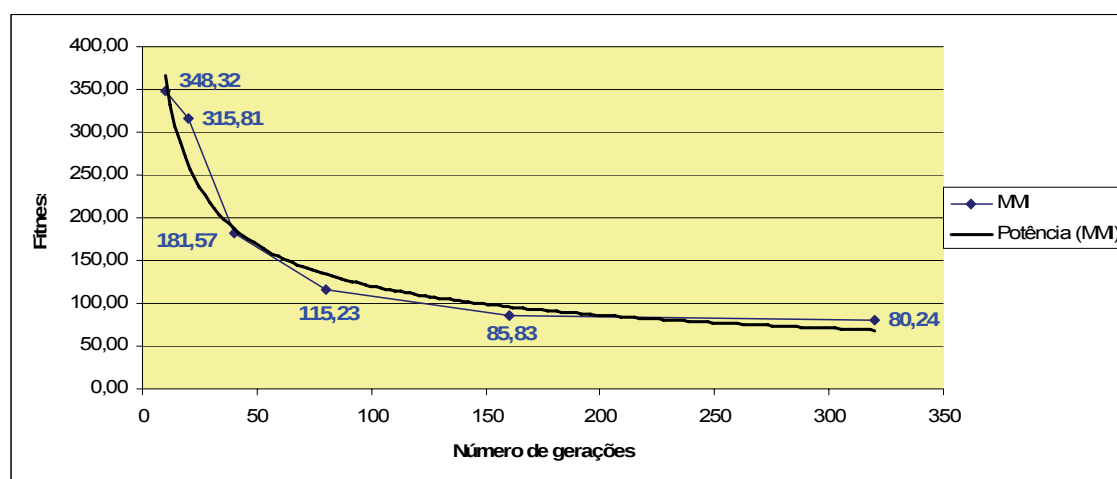


Figura 6 (a) – Gráfico Fitness x Número de Gerações

➤ Tamanho da população

O tamanho da população define o número de indivíduos da população. O aumento do número de indivíduos está diretamente relacionado com o aumento do espaço de busca, o que significa um aumento da probabilidade de se obter soluções melhores. Contudo, esse aumento diminui a velocidade de convergência. Assim, o aumento do tamanho da população deve ser associado ao aumento do número de gerações, para aumentar o tempo de exploração do espaço de busca ampliado. A Figura 6 (b) ilustra o gráfico correspondente aos testes realizados para avaliação da influência do tamanho da população no Fitness da solução obtida.

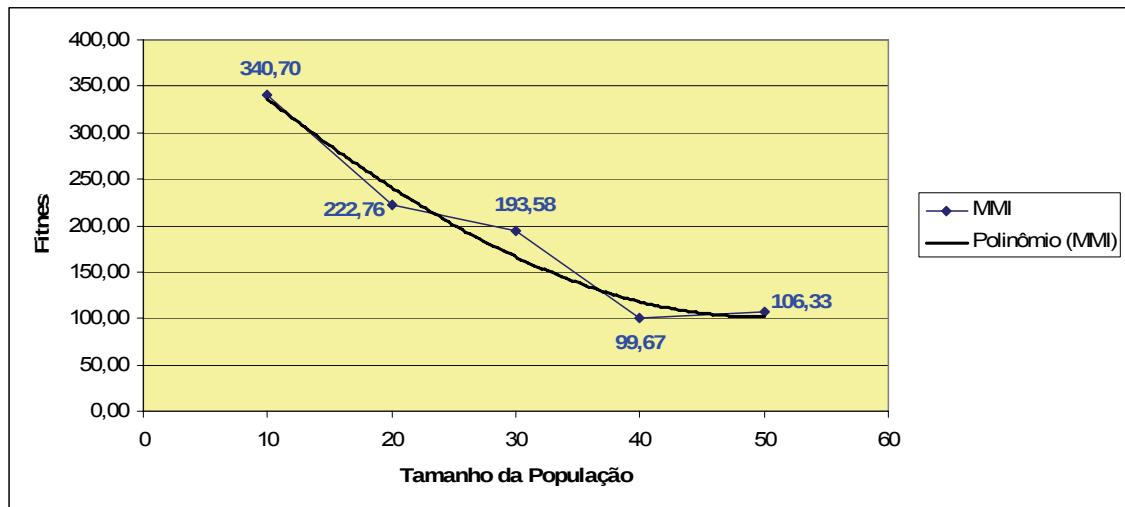


Figura 6 (b) – Gráfico Fitness x Tamanho da População

➤ Taxa de mutação

Associado à uma probabilidade de ocorrência – denominada taxa de mutação - o operador de mutação é aplicado durante a operação de combinação dos cromossomos. Conforme citado anteriormente, o aumento da taxa de mutação provoca aumento da variabilidade da população, evitando a convergência prematura para um valor de mínimo local. Os testes realizados indicam a melhoria do Fitness à medida em que se aumenta a taxa de mutação até valores próximos à 80% (0,8), conforme ilustrado na Figura 6 (c).

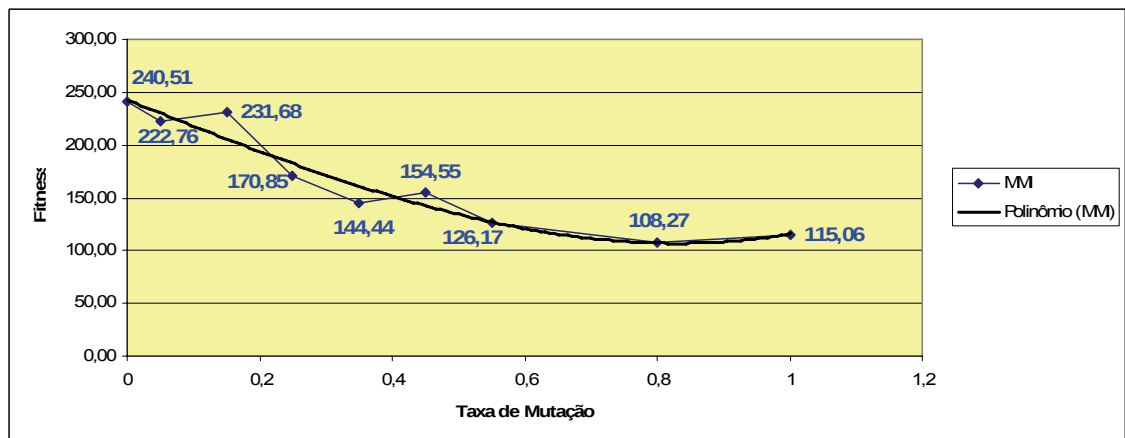


Figura 6 (c) – Gráfico Fitness x Taxa de Mutação

➤ Taxa de renovação

A taxa de renovação define o percentual da população que é recriada a cada iteração. Assim como os dois parâmetros avaliados anteriormente, a renovação da população insere variabilidade genética, aumentando o espaço de busca e fugindo de mínimos locais. Os testes realizados indicam a utilização de uma taxa de renovação de cerca de 25% (0,25), conforme ilustrado na Figura 6 (d).

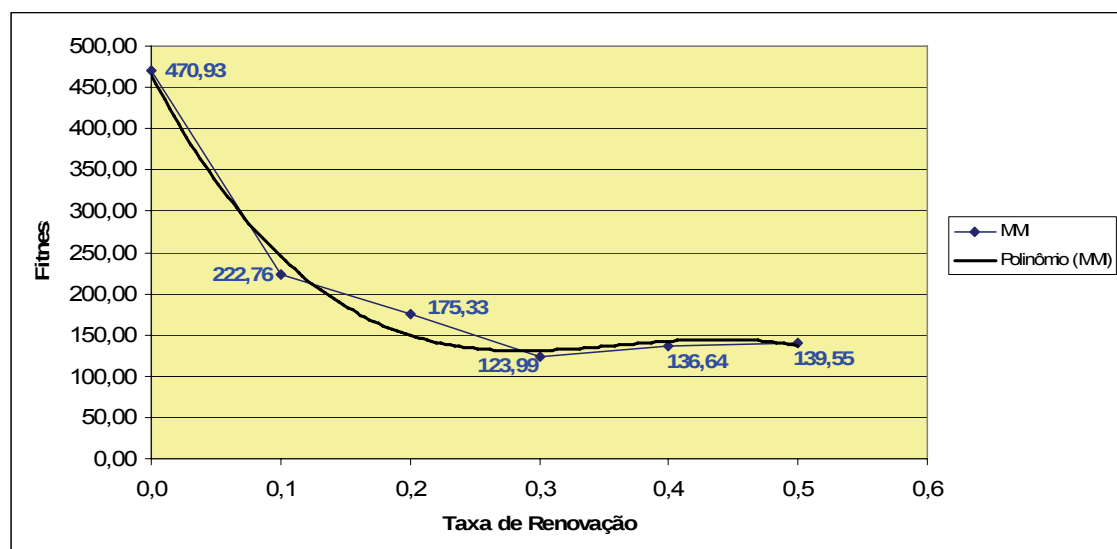


Figura 6 (d) – Gráfico Fitness x Taxa de Renovação

6.1 Resultados obtidos

O AG, enquanto ferramenta para realizar o parcelamento, foi testado em dois PAS, porém os resultados obtidos e apresentados neste trabalho referem-se ao PA Veredas, cuja localização foi destacada anteriormente no capítulo 3. A nova proposta obtida resultou no parcelamento de duas áreas adjacentes, onde foram gerados 12 lotes na Área 1 e 14 lotes na Área 2, compondo um total de 26 lotes, conforme o número original de lotes apresentado pelo parcelamento oficial. Os detalhes dessas áreas encontram-se destacados pela figura 6.1 a seguir.

Os motivos pelos quais optou-se em parcelar a área de estudo em duas áreas distintas foram devido ao fato do AG apresentar desvio padrão menor quanto menor for o número de lotes a serem gerados e por aproveitar a hidrografia como delimitador de lotes. A versatilidade do método em possibilitar optar-se pelo parcelamento total (única vez) ou parcial não inviabiliza sua utilização, apenas compromete o seu desempenho.

As áreas de reserva legal, áreas comunitárias e coletivas foram excluídas da área de estudo uma vez que o principal objetivo foi estabelecer um quadro comparativo de qualidade dos lotes individuais, com base em sua aptidão agrícola, entre o parcelamento original e o proposto.

As estradas foram tratadas como áreas não produtivas e por este motivo tiveram seu índice de produtividade igual a zero dentro da função de avaliação, não influenciando, pois, no cálculo de qualidade dos lotes. Às áreas de preservação permanente, por sua vez, adotou-se um baixo valor (igual a 1) como índice de produtividade no cálculo da função de avaliação, devido ao fato destas áreas apresentarem grande limitação de uso, prestando-se basicamente para preservação da fauna e flora.

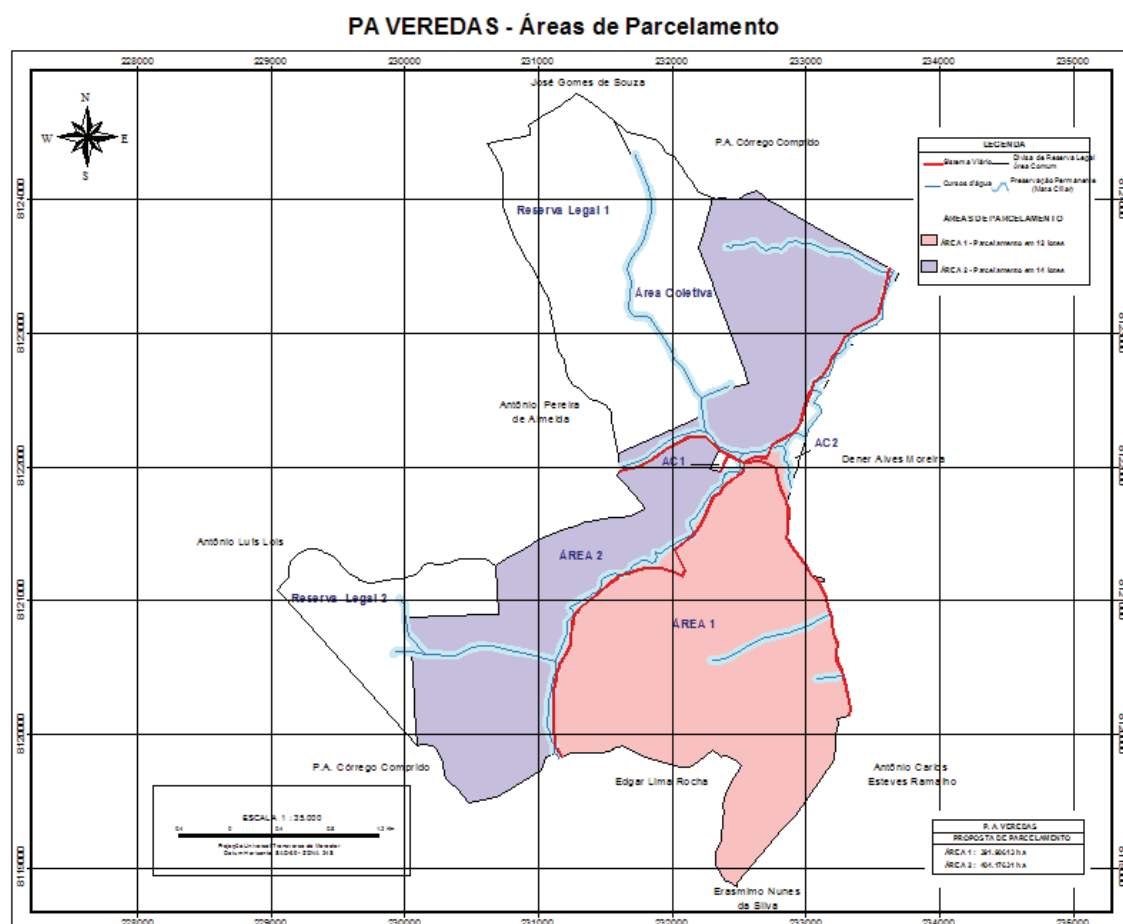


Figura 6.1: Áreas de estudo a serem parceladas.

Os valores dos parâmetros utilizados para gerar a nova proposta de parcelamento pelo AG foram escolhidos com base nos melhores resultados individuais obtidos em teste, os quais estão apresentados nos gráficos de 1 a 4 e são os seguintes: número de gerações 320, tamanho da população 40 indivíduos, taxa de

mutação 0,8 e taxa de renovação 0,3. Com estes parâmetros fixados, foram realizadas 10 tentativas de onde foi extraído o melhor resultado para cada uma das áreas de estudo. Em seguida estas áreas foram agrupadas constituindo a área total de interesse para o parcelamento do PA Veredas.

Os índices de produtividade das classes de aptidão agrícola existentes no PA Veredas utilizados no cálculo de qualidade dos lotes estão dispostos no quadro 6 a seguir:

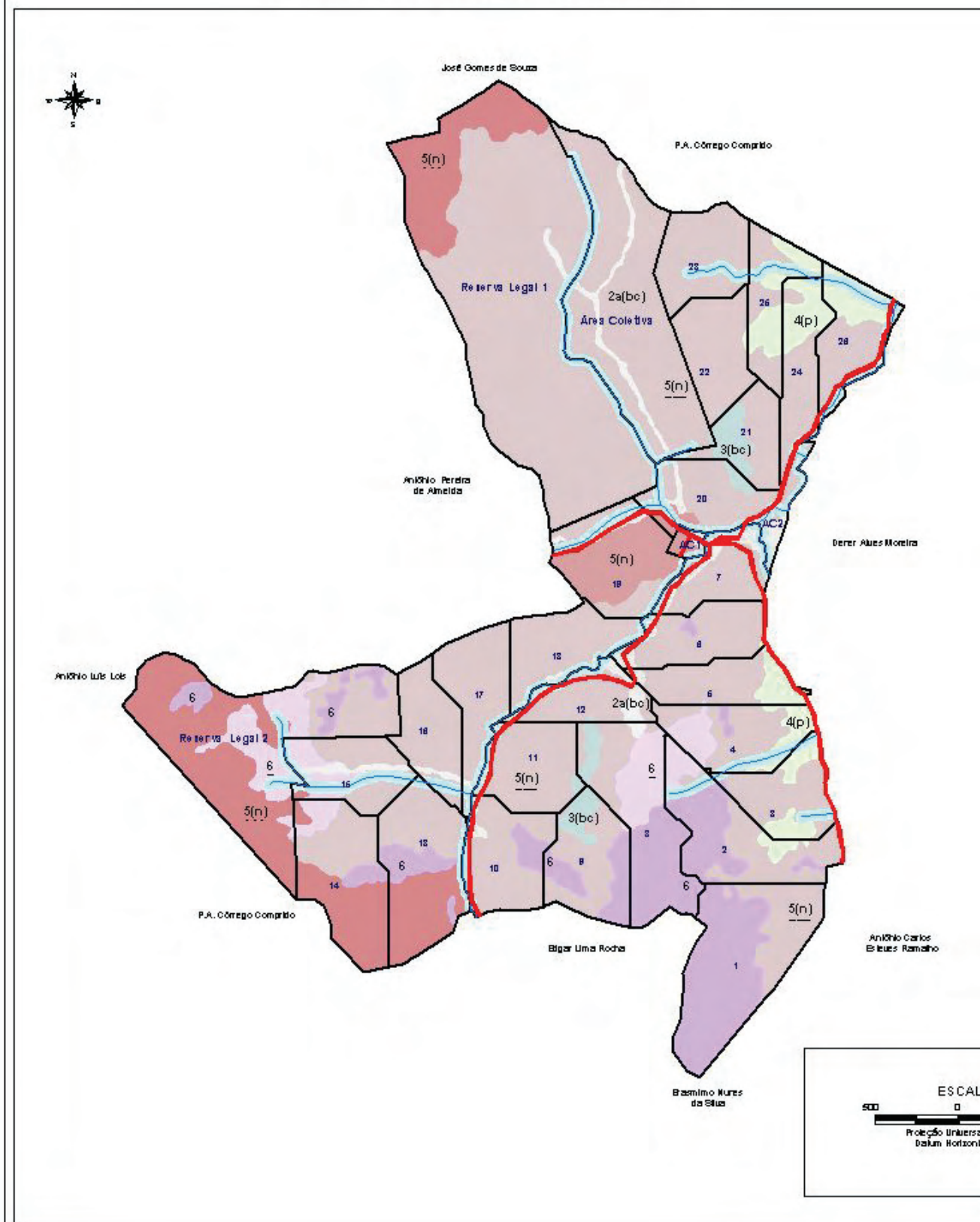
Classes de Aptidão Agrícola	Índice de Produtividade
2a(bc)	32
3(bc)	16
4(p)	12
5(n)_ _ _	3
5(n)	4
5(n)____	8
6_	2
6	1
Estradas	0
APPs	1

Quadro 6 – Classes de Aptidão Agrícola X Índice de Produtividade

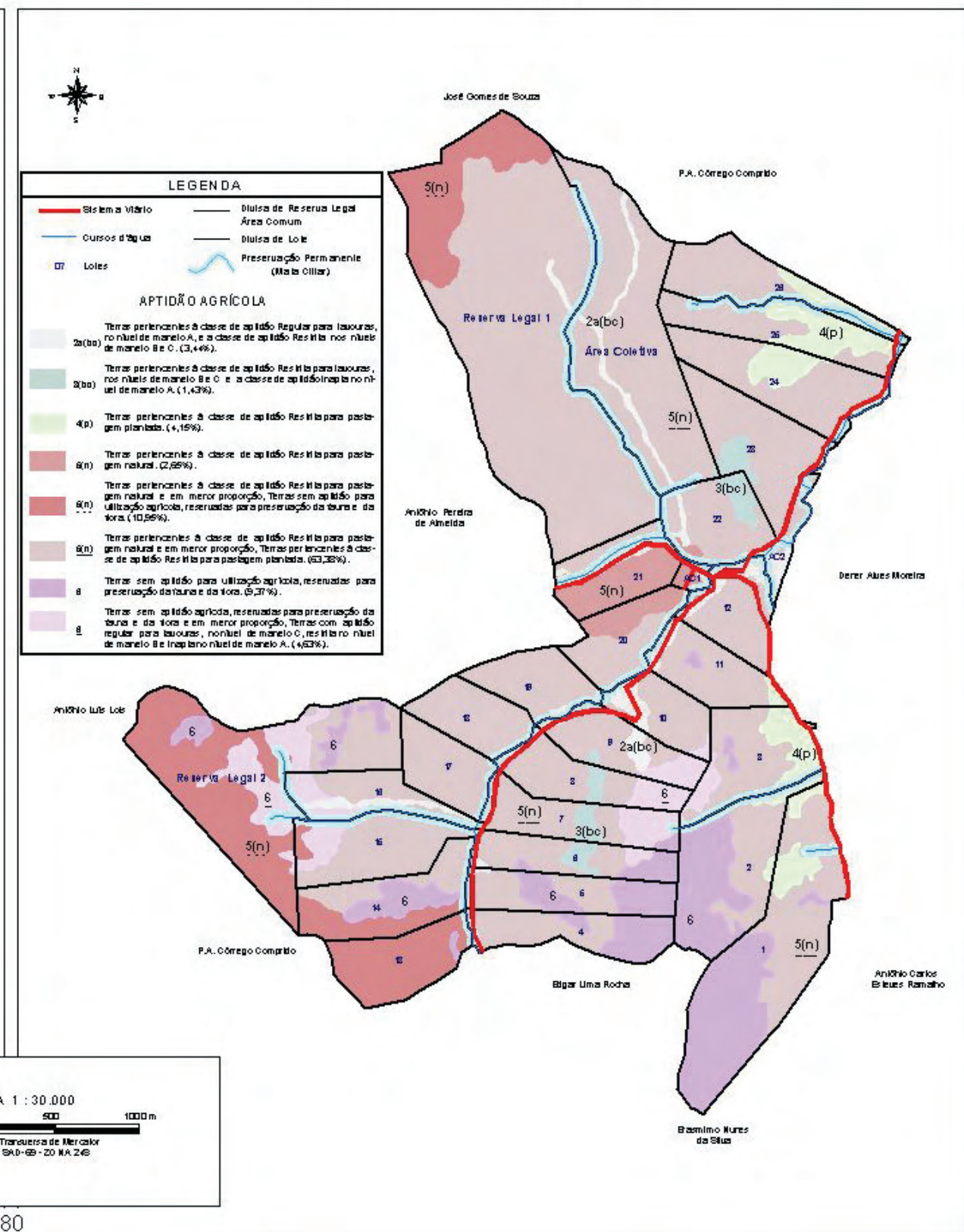
O resultado final do parcelamento obtido pelo emprego do AG foi uma imagem, que passou por um processo de vetorização através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

A conformação dos lotes gerados pelo AG, bem como dos lotes pertencentes ao parcelamento original realizado pelo INCRA estão representados nos mapas de aptidão agrícola a seguir:

MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DO PARCELAMENTO
GERADO PELO ALGORITMO GENÉTICO (AG)



MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DO PARCELAMENTO
ORIGINAL REALIZADO PELO INCRA



LEGENDA	
	Sistema Viário
	Cursos d'água
	Lotes
	Divisa de Reserva Legal
	Área Comum
	Divisa de Lote
	Preservação Permanente (Mata Ciliar)

APTIDÃO AGRÍCOLA	
	Terras pertencentes à classe de aptidão Regular para lavouras, no nível de manejo A, e a classe de aptidão Resiliente nos níveis de manejo B e C, (3,44%).
	Terras pertencentes à classe de aptidão Resiliente para lavouras, nos níveis de manejo B e C, e a classe de aptidão Inap no nível de manejo A, (1,43%).
	Terras pertencentes à classe de aptidão Resiliente para pastagem plantada, (4,15%).
	Terras pertencentes à classe de aptidão Resiliente para pastagem natural, (2,65%).
	Terras pertencentes à classe de aptidão Resiliente para pastagem natural e em menor proporção, Terras sem aptidão para utilização agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora, (10,56%).
	Terras pertencentes à classe de aptidão Resiliente para pastagem natural e em menor proporção, Terras pertencentes à classe de aptidão Resiliente para pastagem plantada, (63,38%).
	Terras sem aptidão agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora, (5,37%).
	Terras sem aptidão agrícola, reservadas para preservação da fauna e da flora e em menor proporção, Terras com aptidão regular para lavouras, no nível de manejo C, resiliente no nível de manejo B e Inap no nível de manejo A, (4,63%).

A tabela 6.1 contendo o fitness e a área de cada lote gerado pelo AG está disposta a seguir:

Nº lote	Fitness	Área Lote (ha)
1	6238.70	59,5607
2	6354.69	43,5362
3	6354.38	25,8339
4	6266.39	29,9470
5	6288.24	24,3305
6	6340.25	26,2788
7	6132.75	22,4422
8	6265.05	47,5927
9	6302.23	32,4056
10	6192.39	30,2761
11	6378.45	28,5210
12	6249.52	21,1811
13	5884.80	43,5837
14	5780.43	42,4696
15	5857.72	27,0025
16	5892.93	24,5573
17	5847.10	27,4281
18	5833.50	27,8281
19	5879.36	37,6767
20	5920.49	25,9334
21	5872.78	20,4439
22	5857.91	25,7652
23	5853.23	28,0027
24	5961.81	24,0811
25	5686.85	23,1223
26	5751.40	26,2814

Tabela 6.1: Fitness e área de cada lote gerado pelo AG

A tabela 6.1 contendo o fitness e a área de cada lote gerado pelo AG está disposta a seguir:

Nº lote	Fitness	Área Lote (ha)
1	6238.70	59,5607
2	6354.69	43,5362
3	6354.38	25,8339
4	6266.39	29,9470
5	6288.24	24,3305
6	6340.25	26,2788
7	6132.75	22,4422
8	6265.05	47,5927
9	6302.23	32,4056
10	6192.39	30,2761
11	6378.45	28,5210
12	6249.52	21,1811
13	5884.80	43,5837
14	5780.43	42,4696
15	5857.72	27,0025
16	5892.93	24,5573
17	5847.10	27,4281
18	5833.50	27,8281
19	5879.36	37,6767
20	5920.49	25,9334
21	5872.78	20,4439
22	5857.91	25,7652
23	5853.23	28,0027
24	5961.81	24,0811
25	5686.85	23,1223
26	5751.40	26,2814

Tabela 6.1: Fitness e área de cada lote gerado pelo AG

Submetendo os lotes do parcelamento original aos mesmos parâmetros definidos para o cálculo da função de avaliação da qualidade dos lotes, foram obtidos os seguintes valores referentes ao *fitness* e à área de cada lote, conforme a tabela 6.2 abaixo:

Nº lote	Fitness	Área Lote (ha)
1	12541.15	82,6290
2	6600.76	47,8812
3	8022.71	35,4072
4	3855.30	26,1228
5	4110.77	27,9185
6	5196.66	24,7380
7	5728.59	28,9370
8	5166.10	25,4812
9	6154.59	24,6174
10	5912.69	19,5049
11	5793.95	24,3477
12	6230.93	23,9735
13	2741.64	28,0955
14	4524.95	35,0780
15	6085.34	33,9688
16	5929.03	22,6903
17	4662.73	21,3471
18	4622.21	21,3454
19	4726.95	21,4429
20	3951.81	23,5676
21	4128.20	26,4368
22	7115.94	27,2989
23	9107.19	38,3950
24	9731.76	41,8064
25	7865.27	32,5999
26	6734.09	30,4118

Tabela 6.2: Fitness e área de cada lote original submetido a cálculo pela função de Avaliação.

Confrontando o resultado obtido pela nova proposta de parcelamento com o parcelamento original realizado pelo Incra, empregando os mesmos parâmetros para cálculo da função de avaliação desenvolvida para o novo parcelamento, pôde-se chegar às seguintes constatações:

- No novo parcelamento, o valor do *fitness* de cada lote que mede sua qualidade com base nas classes de aptidão agrícola que apresenta, é muito mais homogêneo quando comparado com o *fitness* dos lotes do parcelamento original. Este fato demonstra haver discrepância em termos de qualidade dos lotes no parcelamento original, o que pode ser

facilmente observado ao se comparar, por exemplo, o valor do *fitness* entre os lotes 1 (*fitness* 12.541,25) e 13 (*fitness* 2.741,64) apresentados pela tabela 6.2. Estes valores indicam que a capacidade produtiva do lote 1 é quase cinco vezes maior que a do lote 13, o que favorece a ocupação humana daquele lote em detrimento deste. No entanto, esta superioridade do lote 1 constatada pelo valor do seu *fitness*, está mais relacionada ao tamanho do lote (aproximadamente 3 vezes maior que o lote 13) do que à qualidade do solo.

- O valor do *Fitness* de lote pode estar sendo influenciado em maior proporção pelo seu tamanho que propriamente pelas classes de aptidão agrícola que apresentam, pois, caso contenham apenas classes de aptidão agrícola de baixa qualidade (baixo índice de produtividade) quanto à intensidade de uso, o maior peso efetivo no cálculo da função de avaliação será da área do lote. Os lotes de número 1 em ambos parcelamentos exemplificam bem esta questão.

7. Considerações:

Devido ao fato de não se ter encontrado na literatura a aplicação de AGs para resolver problemas de parcelamento de área, a etapa de implementação do algoritmo demandou muito tempo e trabalho, passando inclusive por uma série de adaptações no que diz respeito a estrutura básica de um algoritmo. Estas adaptações foram realizadas no sentido de se adequar o método às particularidades do problema em questão. Dessas dificuldades surgiram várias questões que em virtude do tempo que demandam para sua implementação, não fizeram parte desse estudo, devendo, portanto, serem objetos de estudos posteriores.

Algumas dessas questões pendentes serão destacadas a seguir, sob a forma de sugestões:

- Neste estudo foram consideradas no cálculo do *Fitness* apenas as variáveis área e aptidão agrícola para efeito de parcelamento. No entanto, novos parâmetros poderão ser adicionados a este cálculo, uma vez que o AG implementado assim o permite. Somente a título de exemplificação, poder-se-ia incluir à função de avaliação a distância mínima de estradas, proximidade de cursos d'água, etc;
- O valor do perímetro dos lotes também poderia ter sido considerado no cálculo da função de aptidão, com a finalidade de minimizar a probabilidade de se obter lotes com “recortes” e excessivamente alongados. Fato este, comumente observado nas iterações do algoritmo;
- Estudar uma nova alternativa de implementação do Crossover, tornando-o mais eficaz, no que diz respeito à velocidade de convergência e à qualidade dos resultados obtidos, quando se deseja gerar um número de lotes muito alto;
- Em situações onde a propriedade apresenta uma menor variação das classes de aptidão, poder-se-ia ajustar a função de aptidão de forma a aumentar a ênfase na minimização das distorções das áreas dos lotes, ao invés de priorizar as classes;
- Projetos de assentamento que ao serem constituídos apresentem um número de posseiros existentes anterior à etapa de desapropriação, podem ter alguns lotes (dos posseiros) com a localização pré-definida,

uma vez que estes posseiros já moravam nestes locais e desenvolviam suas atividades. Assim sendo, tais lotes deverão estar inclusos ao processo de geração da população inicial que darão origem ao parcelamento;

- Pesquisar uma forma de atribuir valor às diferentes classes de aptidão agrícola (índices de produtividade) com base em fundamentos científicos, de forma que a distinção entre o tamanho e a qualidade dos lotes sejam mais próximas da realidade.

8. Conclusões

A forma como o INCRA tem resolvido o problema do parcelamento em projetos de assentamento, principalmente naqueles em que não há participação efetiva dos beneficiários neste processo, tem possibilitado em alguns casos, a constituição de lotes cuja capacidade produtiva inviabilizam a ocupação humana destas áreas. Desconsiderando questões de ordem política, cultural e sócio-econômica, a grande dificuldade de realização da etapa de parcelamento na constituição de assentamentos rurais talvez esteja ligada à dificuldade de se atribuir valor às diferentes classes de aptidão agrícola dos variados tipos de solos aí existentes.

No que diz respeito ao emprego de novas metodologias para realização do parcelamento é preciso que os técnicos e pesquisadores desenvolvam propostas que condizem com a heterogeneidade e multifuncionalidade da agricultura familiar. O sistema aptidão agrícola das terras, embora considere níveis de manejo variados, dentre eles, aquele voltado para um baixo emprego de capital e tecnologias para produção (manejo A), que por sua vez melhor representam a realidade dos assentados, poderia ser revisto, no sentido de levar mais em consideração as características da agricultura familiar anteriormente descritas.

Como nova metodologia, o AG implementado não soluciona o problema do parcelamento, mas funciona no sentido de realizar o parcelamento equilibrando os fatores especificados pela função de avaliação. Nesse sentido, o AG pode ser utilizado como ferramenta de suporte para realização de parcelamentos. Os resultados obtidos dependerão dos índices de produtividade atribuídos às classes de aptidão agrícola das terras, os quais deverão ser objetos de pesquisas futuras.

Além da importância de se definir o verdadeiro valor às classes de aptidão agrícola, bem como novos métodos para realização do parcelamento, é o governo implantar projetos de assentamento em áreas cujos solos tenham mais qualidade em termos produtivos, evitando a constituição de assentamentos simplesmente como solução para conflitos fundiários. Cumprir de forma efetiva com suas obrigações em fornecer subsídios aos assentados seja sob a forma de assistência técnica ou financeira.

Com relação à base cartográfica que alimentou o AG, cabe salientar novamente, que a mesma é de baixa qualidade, uma vez que a escala de obtenção dos

mapas é muito pequena e, portanto, confere um baixo nível de detalhamento das informações capturadas, comprometendo os resultados das análises realizadas sobre cada Assentamento pesquisado. Assim sendo, para que o mecanismo do AG implementado ou mesmo novas propostas de parcelamento possam gerar resultados mais precisos e confiáveis (condizentes com a realidade) far-se-ia necessário a confecção de uma base cartográfica de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOWAY, R.. **Paradigmas do Capitalismo Agrário em Questão**. São Paulo/Rio de Janeiro/Campinas. HUCITEC/AMPOCS/ EDITORA DA UNICAMP. 1992. p. 11-134.
- ALTIERE, M. & NICHOLLS, C.. Bases agroecológicas para una agricultura sostenible. **In.: ALTIERE, M. e NICHOLLS, C.. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sostenible**. México DF, México. 1ª edition, 2000, p. 13-44.
- BARRETO, N. R. *Reforma Agrária: o mito e a realidade*. Brasília: UnB, Editora Artpress. 2003.
- BERTOLINI, V. A. & CARNEIRO, F. F. *Considerações sobre o planejamento espacial e a organização da moradia dos assentamentos de reforma agrária no DF e entorno*. http://www.revistalibertas.ufjf.br/artigos/edicao_especial/11_valeria_fernando.doc, (15/05/2007 - 18:00 hs), 2006.
- BOGO, A. *Lições da Luta pela Terra*. Salvador : Memorial das Letras, 1999. 160 p.
- BRANDÃO, C. L. *Assentamentos Rurais e Licenciamento Ambiental em Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 2006. 170p. Tese (Mestrado em Extensão Rural). Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Lei 4771, de 15 de Setembro de 1965.
- BUAINAIN, A. M. & ROMEIRO, A.. **A agricultura familiar no Brasil: agricultura familiar e sistemas de produção**. FAO/INCRA. PROJETO: UTF/BRA/051/BRA. BRASIL. 2000. p 1. Disponível em <http://www.incra.gov.br/fao/>
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. *Agroecologia e Extensão Rural: Contribuições para a Promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável*. Brasília, 2004. 166p.
- COELHO, F.M.G. *A arte das orientações técnicas no campo: concepções e métodos*. Viçosa: Ed. UFV, 2005.
- CONAMA. **Dispõe sobre Áreas de Preservação Permanente**. Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002.
- CONCRAB – Confederação das Cooperativas de Reforma Agrária do Brasil Ltda. **O que levar em conta para organização do assentamento: a discussão no acampamento**. Caderno de Cooperação Agrícola No 10. São Paulo, CONCRAB, 2001.27p.
- COPAM. **Deliberação Normativa do COPAM**. Nº 44, 20 de Novembro de 2000. Diário Executivo de Minas Gerais.
- COSTA, Emília Viotti da. *Da Monarquia à República*. Edusp, São Paulo, 1992.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA; Rio de Janeiro: EMBRAPA solos, 1999. 412p.

- FAVERO, C.. **Sistemas de Avaliação das Terras e Assentamentos de Trabalhadores Rurais da Reforma Agrária**. Texto para exame de qualificação para defesa de doutorado. Viçosa/MG: UFV, 2000, 22 p., mimeo.
- FERREIRA NETO, J.A.; DOULA, S.M. *Assentamentos rurais: organização, mobilização e imaginário social*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2003. 118p.
- FRANCELINO, M. R. *Caracterização e Avaliação das Áreas de Reservas de Recursos em Projetos de Assentamentos no Semi-árido Norte-rio-grandense*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 157p. Tes (Mestrado em solos e nutrição de plantas). Universidade Federal de Viçosa, 2001
- FREITAS, H. R. **Distinção de ambientes e parcelamento de assentamentos rurais: uma abordagem metodológica**. Viçosa: UFV, 2004. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- FREITAS, H. R.; COELHO, F. M. G.. Organização social e orientação técnica em assentamentos rurais de reforma agrária. In.: X Simpósio de Iniciação Científica – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, **Anais ... UFV**, 2000. p.14.
- FREITAS, H. R; CARDOSO, I. M; JUCKSCH, I. “Legislação ambiental e uso da terra: o caso da zona da mata de Minas Gerais”. In.: **Boletim Informativo SBCS**. Viçosa. v. 29, n. 2, maio/agosto, 2004, p. 22-27.
- FREITAS, H. R.; D’ÁVILA, C. R.; RAGGI, R. V.. “Parcelamento participativo, estratificação ambiental e capacidade de assentamento do Roseli Nunes, Pequi, Minas Gerais”. In.: “**CONGRESSO BRASILEIRO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA**”. Santa Maria - RS. **Anais...** Viçosa, SBCS, 2004. CD Rom.
- GUANZIROLI, Carlos E. . *Reforma Agrária e Globalização da Economia: O caso do Brasil*. INCRA/FAO, Brasília, 1999. 52 p.
- GOLDBERG, D. E. **Genetic algorithms in search, optimization and machine learning**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1989. 432 p.
- HECHT, S. B. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERI, M. A. (ed). **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. p, 25-41.
- INCRA/MDA. *Roteiro para Elaboração dos Anteprojetos de Parcelamento*. Superintendência Regional de Minas Gerais/Divisão Técnica/Meio Ambiente e Desenvolvimento. Belo Horizonte, MG.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. *Manual para apresentação de projetos de organização territorial das áreas de assentamento do INCRA*. Disponível em <www.incra.gov.br>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário, 1995/1996*. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.
- LEITE, Sérgio, HEREDIA, B, MEDEIROS, L, PALMEIRA, M, CINTRÃO, R. *Impactos dos Assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro*. Brasília / São Paulo: NEAD Estudos e Ed. UNESP, 2004

- MARTINS, José de Souza. *Reforma Agrária, o impossível diálogo sobre a História possível*. Brasília, 2000. Mimeo.
- MEDEIROS, Leonilde S. e LEITE, Sérgio, (org) *A formação dos assentamentos rurais no Brasil: processos sociais e políticas públicas*. Porto Alegre/Rio de Janeiro: Ed. Universidade/UFRGS/CPDA, 1999.
- _____. *História dos movimentos sociais no campo*. FASE, R. J. 1989.
- MITCHELL, M. **An introduction to genetic algorithms**. London, A Bradford Book, 1996. 205 p.
- LEITE, S. HEREDIA, B. MEDEIROS, L. PALMEIRA, M. CINTRÃO, R. (Coord.). *Impacto nos Assentamentos – Um estudo sobre o meio rural brasileiro*. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural; São Paulo: Ed. UNESP, 2004. 392 p. Estudos NEAD n. 6.
- LEPSCH, I. F. (Coord.) **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991, 175p.
- MARTINS, A. F. G. *Potencialidades transformadoras dos movimentos camponeses no Brasil contemporâneo: “as comunidades de resistência e superação no MST”*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- MELO, M. A. de. **Elaboração de ante-projeto de parcelamento em áreas de reforma agrária, utilizando recursos do Geoprocessamento**. Belo Horizonte. UFMG – Instituto de Geociências. 2001. 34p. (Monografia apresentada ao curso de especialização em Geoprocessamento)
- MOLINA FILHO, J. **Classificação e caracterização sócio-econômica das unidades de produção agrícola no Brasil**. São Paulo: ESALQ. 1976 p. 287-292.
- MORISSAWA, M. *A História da Luta pela Terra e o MST*. São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2001. 256 p.
- MOVIMENTO DOS TRABALHADORES RURAIS SEM TERRA, Confederação das Cooperativas de Reforma Agrária do Brasil LTDA. *O que levar em conta para a organização dos assentamentos – a discussão no acampamento*. n. 1. São Paulo, maio de 2001. *Caderno de Cooperação Agrícola*.
- _____. *Cadernos de Formação do MST*. n. 21 - Publicações internas.
- _____. Página na internet desenvolvida pelo MST. *Apresenta histórico e dados gerais sobre o movimento*. Disponível em : <www.mst.org.br> .
- PEREIRA, J. R.; OLIVEIRA, A. A. DE; D’ÁVILA, C. A. R.; SUASSUNA, C. M.; GAIA, M. C. de M. . **Plano de Desenvolvimento do Assentamento Colônia dos Ciganos**. UNB/UFV. 2003. 83p.

- PINHEIRO, F. A.; REYDON, B. P. . O Preço da Terra e A Questão Agrária: Algumas Evidências Empíricas Relevantes. REVISTA DE ECONOMIA RURAL - SOBER, BRASÍLIA, v. 19, p. 5-15, 1981.
- PRADO Jr., C.. **Formação do Brasil Contemporâneo**. São Paulo: Brasiliense; Publifolha, 2000. p. 11-12.
- RAMALHO FILHO, A., PEREIRA, E. G., BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1978.70p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S.; CORRÊA, G. F.. Sistema de Classificação da Capacidade de Uso. In: **Pedologia: uma base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 3. ed., 1999, p. 161 - 164.
- RODRIGUES, F. L. **Metaheurística e sistema de suporte à decisão no gerenciamento de recursos florestais**. 2001. 225 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- ROMEIRO, Adhemar, et al. *Reforma Agrária: produção, emprego e renda. O relatório da FAO em Debate*. Rio de Janeiro: Ed. VOZES, 1994.
- SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE, M. A.; CHARMELO, L. L.; CAMPOS, J. C. F.; SIMAS, F. B.. Elementos da paisagem e gestão da qualidade ambiental. In: EPAMIG. **Revista Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. v.21, n 202, jan/fev/2000. p. 20 - 44.
- SCHNEIDER, P. & KLAMT, E.. **Divisão racional de terras em projetos de assentamento**. Porto Alegre; INCRA, Gabinete de Reforma Agrária. 2002.
- SCHNEIDER, S. *A pluriatividade na agricultura familiar*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 73-96, 2003.
- SILVA, C. E. M. Sustentabilidade Ambiental e Gestão do Uso da Terra: uma abordagem voltada aos assentamentos de reforma agrária. In: EPAMIG. **Revista Informe Agropecuário** v.21, n 202, jan/fev/2000. Belo Horizonte, p. 120 a 126.
- SILVA, C. E. M. **Assentamentos e outras formas de apropriação da terra e agroecologia**. Encontro Nacional de Agroecologia (ENA). Rio de Janeiro 2002. 6p. www.encontroagroecologia.org. (13/05/2003 - 18:30 hs)
- SILVA, C. E. M. **Análise agroambiental de imóveis para uma reforma agrária sustentável**. Belo Horizonte. 2003. 18p. (mimeo)
- SILVA, Lúcia Osorio. *Terras Devolutas e Latifúndio- Efeitos da Lei de 1850*. Ed. Unicamp, Campinas, 1996.
- SPAROVEK, G. (org.). **A qualidade dos assentamentos de reforma agrária da brasileira**. São Paulo. Páginas & Letras Editora e Gráfica. 2003. 204p.
- TANOMARU, J. Motivação, Fundamentos e Aplicações de Algoritmos Genéticos. *II Congresso Brasileiro de Redes Neurais*, Curitiba, 1995.

- TAVARES, M. S. O. C. *Reforma Agrária e Desenvolvimento Sustentável: ocupar, resistir, produzir e preservar: o caso do assentamento Terra Conquistada*. 2002. 174 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Brasília, 2002.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas. 1987, p. 173p.
- VARELA, Marcelo. *Introdução ao Direito à Reforma Agrária*. LED – Editora de Direito Ltda., São Paulo, 1997
- VILELA, M, de F.. **Interação de técnicas de geoprocessamento e levantamento participativo de informações sócio-ambientais: um subsídio para a reforma agrária**. Viçosa; Universidade Federal de Viçosa, 2002. 135p. (Tese de Doutorado em Ciência Florestal).
- WANDERLEY BAUDEL, Maria Nazareth. Prefácio: p. 9-16, in: CARNEIRO, M.J. e MALUF, R. *Para além da produção: Multifuncionalidade e agricultura familiar*. Rio de Janeiro: Mauad, 2003.
- WEGNER, I. R.; WEBER, E; HASENACK, H.. **Aplicação de SIG na análise da variação da qualidade das terras em diferentes lotes de um assentamento de Reforma Agrária**. UFRGS. Caxias do Sul. File:///Gmod_usuario/uso-15/12000/1200.htm (7 de 8) [14/05/2001 15:35:25]