

José Augusto Nunes Nogueira

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE UMA FORMA
ALTERNATIVA DE ENERGIA (BIOGÁS) COM O SISTEMA MANDALLA DE
PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado ao Departamento de Engenharia da
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* para
obtenção do título de Especialista em Formas Alternativas
de Energia.

Orientador
Prof. Dr. Gilmar Tavares

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009**

José Augusto Nunes Nogueira

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE UMA FORMA
ALTERNATIVA DE ENERGIA (BIOGÁS) COM O SISTEMA MANDALLA DE
PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado ao Departamento de Engenharia da
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* para
obtenção do título de Especialista em Formas Alternativas
de Energia.

.

APROVADO EM de de 2009.

Prof.

Prof.

Orientador
Prof. Dr. Gilmar Tavares

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009**

AGRADECIMENTOS

À Ângela, pelo incentivo, apoio e pela paciência.

Aos Amigos Mauro e Edina, que sabem muito e não hesitam em ensinar.

À Professora Elinor, que consegue achar que tudo que escrevemos “tá ótimo”.

À UFLA, que com cursos de pós-graduação à distância, permite a diversas pessoas do país adquirir conhecimento que pode ser aplicado em ações concretas e úteis.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1 Agricultura Familiar no Brasil.....	4
2.1.1 Agricultura Familiar no Brasil na Atualidade.....	10
2.1.2 Problemas na Agricultura Familiar.....	16
2.1.3 Vantagens da Agricultura Familiar.....	18
2.1.4 Censo Agropecuário de 2007: alguns dados.....	20
2.1.5 Desenvolvimento da Agricultura Familiar: possibilidades e alternativas.....	22
2.2 Processo Mandalla de Produção.....	25
2.2.1 Modelo Processual e Estrutura da Agência Mandalla.....	25
2.2.2 Funcionamento do Processo Permacultural Mandalla de Produção.....	29
2.3 Políticas Públicas para a Agricultura Familiar no Brasil.....	32
2.4 Energias Alternativas.....	34
2.4.1 Biogás.....	37
2.4.2 Benefícios do Biodigestor.....	42
2.4.3 Modelos de Biodigestor.....	46
2.4.4 Utilização do Biogás.....	48
3. METODOLOGIA.....	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 Breve Histórico da Fazenda Lessa.....	52
4.2 Caracterização da Área de Estudo.....	52
4.3 Construção da Mandalla.....	56
4.4 Construção de um Biodigestor.....	60
4.4.1 Produção Agropecuária da Fazenda Lessa.....	60
4.4.2 Modelo do Biodigestor.....	62
4.4.3 Dimensionamento do Biodigestor.....	62
4.4.4 Custo Estimado do Biodigestor.....	66
4.4.5 Possíveis Usos do Biogás e Biofertilizante na Fazenda Lessa.....	66
5 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Localização da Fazenda Lessa (Mandalla da Família Lessa).....	53
FIGURA 2 -	Localização da Fazenda Lessa em relação à rodovia Br 356.....	54
FIGURA 3 -	Tanques de criação de peixe para comercialização no sistema pesque-e-pague da Fazenda Lessa.....	55
FIGURA 4 -	Localização da Área da Mandalla na Fazenda Lessa.....	56
FIGURA 5 -	Vista panorâmica da Mandalla construída na Fazenda Lessa...	58
FIGURA 6 -	Vista panorâmica do tanque do Sistema Mandalla da Fazenda Lessa	59
FIGURA 7 -	Planta do biodigestor: sem escala.....	64
FIGURA 8 -	Biodigestor - Corte A-B: sem escala.....	65
FIGURA 9 -	Biodigestor integrado ao Sistema Mandalla de produção.....	67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Brasil – Estab., área, valor bruto da produção (VBP) e financiamento total (FT).....	12
TABELA 2 -	Brasil – Agricultores Familiares – Estabelecimentos, área, valor bruto da produção e financiamento total (FT) dos tipos...	15
TABELA 3 -	Crescimento do consumo de energia primária em 2008 no Brasil.....	35
TABELA 4 -	Composição média da mistura gasosa – biogás.....	38
TABELA 5 -	Relação Carbono/Nitrogênio em diversos tipos de matéria orgânica.....	41
TABELA 6 -	Quantidade de sólidos totais e voláteis nos resíduos animais....	41
TABELA 7 -	Quantidades de N, P₂O₅, K₂O e H₂O no esterco.....	44
TABELA 8 -	Porcentagem de redução de alguns organismos através da biodigestão anaeróbia.....	45
TABELA 9 -	Produção diária de resíduos de algumas espécies animais.....	48
TABELA 10 -	Produção de biogás a partir de alguns resíduos agropecuários...	48
TABELA 11 -	Produção de biogás a partir de alguns resíduos orgânicos e agroindustriais.....	49
TABELA 12 -	Necessidade e uso do biogás.....	50

RESUMO

NOGUEIRA, José Augusto Nunes **Viabilidade econômica da produção integrada de uma forma alternativa de energia (biogás) com o Sistema Mandalla de produção: um estudo de caso.** 2009. 84 p. Monografia (Especialização em Formas Alternativas de Energia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais*.

Embora a agricultura familiar seja responsável pela maior parte da produção de diversos itens consumidos diariamente pela população, é importante analisá-la com relação à sustentabilidade. Isso porque é preciso que seja produtiva e tenha responsabilidade social e ambiental, deixando a discussão de ser apenas conceitual. Nessa linha, o Sistema Mandalla de Produção apresenta um modelo que concilia aspectos ambientais, sociais e econômicos, constituindo um instrumento produtivo adequado ao pequeno proprietário rural. Pautada nos princípios da sustentabilidade socioeconômica e ambiental, a integração de sistemas energéticos em pequenas propriedades rurais pode permitir a geração de renda suficiente para que o agricultor e seus familiares tenham condições de vida digna no campo. Assim, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo da viabilidade econômica da produção integrada de biogás com o Sistema Mandalla de Produção no âmbito da agricultura familiar. Para tanto, foi escolhida uma propriedade localizada no município de Ouro Preto-MG. No desenvolvimento deste trabalho, considerou-se a estrutura existente e o contexto familiar da propriedade. O estudo realizado mostra que é viável construir um biodigestor, cuja produção de biogás pode atender às demandas da família. Esse modelo integrado de produção de biogás com o Sistema Mandalla de Produção pode servir de exemplo para órgãos públicos, principalmente municipais, possibilitando o acesso ao crédito ou a outras medidas que viabilizem a inclusão ou a reinserção de agricultores familiares no sistema produtivo do Município, que apresenta produção agrícola muito pequena.

Palavras-chave: agricultura familiar, formas alternativas de energia, Sistema Mandalla de Produção.

*Orientador: Prof. Dr. Gilmar Tavares

1 INTRODUÇÃO

De modo especial nos últimos dez anos, o agronegócio, no Brasil, ganhou notoriedade, principalmente pelo impacto que gerou na produção econômica, contribuindo com percentual elevado e importante para o produto interno bruto (PIB) e para as exportações brasileiras.

Conforme divulgação de órgãos oficiais e de outros (IBGE, CONAB, Secretarias de Agriculturas dos Estados, CNA) e da imprensa, confirma-se, de maneira geral, a sensação de que os principais responsáveis por esse feito são os grandes produtores de alimentos, principalmente de grãos (café, soja, milho), de carne (frango, boi, porco), de açúcar, de suco de laranja entre outros produtos. Assim, discussões sobre financiamento agrícola e renegociação de dívidas de produtores são capitaneadas, na maioria das vezes, por grandes empresários, com a participação de Federações da Agricultura dos Estados, valendo-se de manifestações públicas, ações no Congresso Nacional e de outros meios disponíveis e influentes na mídia. Pouco se fala, pois, dos pequenos agricultores, exceto quando relacionados a tragédias, principalmente climáticas, como seca, enchente e geadas.

Entretanto há uma categoria que tem papel fundamental no sistema produtivo agrícola, que é a dos agricultores familiares, composta por pequenos e médios produtores, que representam a maioria dos agricultores do Brasil.

Segundo o Censo Agropecuário 1995-96 (IBGE), os agricultores familiares representavam 85,2 % do total de estabelecimentos rurais, ocupando 30,50 % da área total, e eram responsáveis por 37,9 % do valor bruto da produção agropecuária nacional (Guanziroli *et al.* 2001). Esses agricultores, com produção diversificada, são responsáveis por 60% da produção de feijão, arroz, hortaliça, mandioca, animal doméstico, amendoim, batata, cebola, fumo, sisal, tomate, uva, suíno, frango, café, cacau e leite (Portugal, 2004).

É necessário destacar que a agricultura familiar tem importante papel na economia dos pequenos municípios brasileiros: 4928 têm menos de 50 mil habitantes e mais de 4000 deles têm menos de 20 mil habitantes (Portugal, 2004). Nesses locais, os produtores familiares são responsáveis por inúmeros empregos no comércio, por outros serviços e pela geração de renda, com impacto importante no interior do país.

É inegável, pois, a relevância da agricultura familiar na produção agropecuária brasileira e enormes são os desafios para que essa modalidade possa ser realmente alternativa consistente na produção de alimentos e contribuir para manutenção do homem no campo, retorno de algumas pessoas aos seus locais de origem e diminuição de problemas nas médias e grandes cidades do país. Porém, de acordo com a análise preliminar realizada por Nunes (2008), acerca do Censo Agropecuário 2006, houve queda no número total de ocupações denominadas familiares (com laço de parentesco com o produtor), que passou de 13,6 milhões para 12,8 milhões no período de 1996-2006.

Para que a agricultura familiar seja eficiente, uma premissa é que seja um processo auto-sustentável, que utilize métodos, tecnologias e mecanismos energéticos sustentáveis e se consolide cada vez mais como um sistema de produção capaz de, principalmente, gerar renda e manter agricultores no campo. Na busca da consolidação desse sistema produtivo, é fundamental que políticas públicas dirigidas especificamente à agricultura alcancem os produtores familiares.

Como uma das primordiais, o acesso ao crédito constitui instrumento vital para o desenvolvimento da agricultura familiar. Nessa linha, o surgimento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), em 1995, tem proporcionado o acesso ao crédito (custeio e investimento) a diversos pequenos proprietários. Entretanto muitos ainda não ouviram falar dessa possibilidade de obtenção de recursos. Outros têm muitas dificuldades para atender às exigências bancárias e a algumas formalidades para obtenção do crédito. Mesmo com as dificuldades citadas, o PRONAF, aprimorado a cada ano, com aumentos anuais dos recursos financeiros, tem se tornando uma ferramenta importante para o desenvolvimento e consolidação da agricultura familiar.

Nessa conjuntura, com processos alternativos de produção, buscando a sustentabilidade econômica, social, ambiental e mesmo cultural e visando, principalmente, a dar suporte aos pequenos produtores, o Processo de Produção Mandalla aparece como importante mecanismo, já testado, com capacidade e conceitos que abrigam ações da agricultura familiar.

O Processo de Desenvolvimento Holístico Sistêmico Ambiental MANDALLA é um exemplo de integração permacultural, orientado pela busca da qualidade de vida aliada à produtividade econômica e ao equilíbrio ambiental com qualidade, produtividade,

responsabilidade social e exercício da cidadania. Utilizando soluções simples, de baixo custo e possibilidade de implantação modular, busca, em primeiro plano, a produção de alimentos para a auto-suficiência alimentar da família, seguindo com ações que viabilizem o surgimento alternativo de um conjunto de empreendimentos produtivos e interativos ambientalmente corretos, geradores de emprego e renda em comunidades interioranas. (Agência Mandalla - Apostila - Módulo I, 2005)

Tendo o Processo Mandalla como modelo, portanto produtividade econômica, responsabilidade social, exercício da cidadania, equilíbrio ambiental e uso da permacultura, é possível criar mecanismos que possam aliar esses princípios a formas alternativas de produção de energia, visando à otimização da produção agropecuária e beneficiando principalmente os pequenos e médios agricultores familiares.

Pautada, pois, nos princípios da sustentabilidade socioeconômica e ambiental local, a integração de sistemas energéticos em pequenas propriedades rurais pode permitir a geração de renda suficiente para que o agricultor e seus familiares tenham condições de vida digna no campo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo da viabilidade econômica da integração do Sistema Produtivo Mandalla com formas alternativas de energias no âmbito da agricultura familiar. Para tanto, foi escolhida uma propriedade familiar, atualmente improdutiva, localizada no município de Ouro Preto-MG, à margem da BR 356, distante 12 km da sede, para a realização do estudo. Para isso, levou-se em consideração o aspecto da agricultura familiar, o Processo Mandalla de Produção, o PRONAF e possibilidades de utilização de formas alternativas de energia na propriedade da família Lessa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Agricultura Familiar no Brasil

A modernização da agricultura brasileira que ocorreu a partir da segunda metade da década de 1960, acelerada principalmente pela injeção de recursos nas grandes propriedades, caracterizou-se pelo descaso, pela conseqüente pequena utilização da mão de obra existente no meio rural e também pela adoção de processos mecanizados. Apesar do grande contingente de mão de obra a custo baixo, a mecanização do campo e os modernos processos produtivos levaram à diminuição da oferta de emprego para esse segmento.

Com base no modelo de agricultura que ficou conhecido como “revolução verde”, de difusão internacional, as grandes propriedades foram sendo transformadas em grandes empresas, com formação de complexos agroindustriais e conseqüente exclusão dos pequenos proprietários. A lógica da “revolução verde”, oferecida como pacote tecnológico, caracterizava-se por oferta de sementes geneticamente melhoradas, altamente exigentes quanto a insumos químicos (fertilizantes químicos e agrotóxicos) e irrigação e motomecanização, além de novos métodos de gestão administrativa, assistência técnica e apropriação do meio ambiente (expansão horizontal e extensiva), conforme aponta Pádua (2002). No âmbito mundial, esse modelo tinha como objetivo principal reduzir a fome com maior produção de alimento, proporcionada pela elevação da produtividade por unidade de área e por capital investido.

Afirma Ehlers (1999, p.32):

A revolução verde fundamentava-se na melhoria do desempenho dos índices de produtividade agrícola, por meio da substituição dos moldes de produção locais ou tradicionais, por um conjunto bem mais homogêneo de práticas tecnológicas, isto é, de variedades vegetais geneticamente melhoradas, muito exigentes em fertilizantes químicos de alta solubilidade, agrotóxicos com maior poder biocida, irrigação e motomecanização. Este conjunto tecnológico, também chamado de “pacote tecnológico”, viabilizou, na Europa e nos EUA, as condições necessárias à adoção, em larga escala, dos sistemas monoculturais.

No Brasil, a adoção do padrão tecnológico da “revolução verde” foi fortemente apoiada pelo governo e significou, na década de 1970, a abertura de extenso mercado de máquinas, implementos e insumos agroquímicos. Em outras palavras, a agricultura passou a exercer nova função: criar mercado para a indústria de insumos (Ehlers, 1999).

Considerando que as grandes propriedades eram mais adequadas ao processo de modernização, a estrutura agrária brasileira baseada nos latifúndios e na produção patronal foi mantida. Nesse contexto, por falta de poder de competitividade, parte dos agricultores familiares foi obrigada a vender suas propriedades, contribuindo para maior concentração na posse da terra. Além disso, a motomecanização do campo viabilizada pela monocultura levou à redução da mão de obra empregada, gerando desemprego e/ou subemprego. Como consequência, houve intenso êxodo rural, propiciando o crescimento de subocupação, desemprego e marginalidade na periferia dos centros urbanos (Ehlers, 1999).

Portanto a atuação do poder público brasileiro, com medidas de incentivo à modernização da agricultura, resultou em um programa de benefício aos grandes proprietários de terras e em exclusão ainda maior dos produtores familiares desse processo de crescimento, consolidando uma estrutura agrária caracterizada pela concentração fundiária e pela desigualdade.

Reproduzindo um modelo vigente no país ao longo da história, as elites rurais impediram que grande parcela da população rural e da urbana se transformasse em proprietários e beneficiários de terras, principalmente devolutas. E, visando à diminuição da dependência em relação aos trabalhadores residentes nas fazendas, a estratégia adotada foi utilizar trabalhadores temporários, chamados boias-frias. Conseqüentemente, houve diminuição ou extinção dos residentes, que passaram a constituir ou representar ameaças, com o início de movimentos reivindicatórios e de estruturação de organizações sindicais.

A edição do Estatuto do Trabalhador Rural (Lei n.º 4214 de 2 de março de 1963), com a extensão aos trabalhadores rurais de benefícios existentes para os trabalhadores urbanos, reforçou a tática de contratar mão de obra temporária, portanto sem direitos trabalhistas e programas de proteção social. Diz Guanziroli (2001, p. 45): “as lavouras de alimentos que estes trabalhadores residentes mantinham foram substituídas, em especial, por pastagens extensivas, que são a forma tradicional de controle da terra com pouca mão de obra”.

Embora os salários pagos aos trabalhadores temporários fossem baixos, esse grande contingente passou a provocar dificuldades e problemas no controle e gerenciamento das atividades de produção. A saída foi utilizar máquinas e insumos poupadores de trabalho (Guanziroli, 2001). Mesmo assim, as questões relativas à direção e ao controle do processo produtivo agrícola continuaram complexas, gerando necessidade de gastos com supervisão das atividades. Em busca, pois, da redução de gastos com os boias-frias, empregados em atividades não mecanizáveis nas grandes fazendas, ampliou-se a mecanização e o emprego de produtos agroquímicos nas lavouras, gerando uma parcela ociosa de pessoas da chamada zona rural.

Mesmo assim, outra pequena parcela conseguiu permanecer e se tornar produtora agrícola. Mas a grande parte acabou migrando para os centros urbanos, constituindo êxodo rural intenso, que ocorreu devido à existência de grandes oportunidades de emprego nas cidades. Houve, na verdade, controle das terras pelos grandes proprietários, que, recebendo recursos públicos de uma política agrícola, conseguiram manter ou aumentar suas propriedades e usufruir de um processo de modernização agrícola que poupa mão de obra.

Portanto o êxodo rural, longe de representar um avanço em direção à “modernidade”, provocou sérios impactos no meio urbano, pela incapacidade de absorver o elevado contingente de pessoas que antes viviam no campo. Como consequência, houve a ampliação da periferia das cidades, com pessoas vivendo em condições de precariedade, marginalidade e violência, agravadas com o problema do desemprego estrutural, decorrente do uso cada vez mais intenso de novas tecnologias, que exigem mão de obra cada vez mais qualificada.

Ancorada em incentivos governamentais, ocorreu uma conjunção de interesses dos grandes proprietários de terras e das elites urbanas no sentido de que os ruralistas reduzissem a dependência em relação aos trabalhadores assalariados e absorvessem as inovações tecnológicas apresentadas pela indústria de insumos e equipamentos agrícolas, que se instalou no país a partir de 1960.

Essa modernização resultou no fortalecimento das grandes propriedades e no enfraquecimento de pequeno produtor, que, na sua maioria, ficou descapitalizado. Isso porque a tese da modernização e do avanço tecnológico agrícola se sustentou na justificativa de que o apoio à pequena propriedade seria uma ameaça ao processo em curso, diminuindo os recursos que seriam destinados aos grandes empreendimentos, ou seja, de que poderia haver

concorrência pelo crédito e por incentivos públicos entre os grandes e os pequenos produtores.

Tratava-se de um equívoco, pois o incentivo à produção familiar não significava, necessariamente, obstáculo ao crescimento e à modernização agrícola, mas alternativa eficiente de distribuição de renda e avanço social, além de segurança alimentar.

Esse processo de priorizar o apoio à agricultura patronal prosseguiu na década de 1980, com importantes resultados para a modernização da agricultura brasileira, possibilitando a sua integração com capitais industriais, comerciais e financeiros, que a envolveram, formando o que foi chamado de “complexos agroindustriais” (Guanziroli, 2001).

A questão da reforma agrária, alternativa de desenvolvimento rural baseada na pequena propriedade de produção familiar, era vista como uma ameaça à modernização das grandes propriedades produtivas e possibilidade do estabelecimento de uma agricultura atrasada. Também economicamente, não era considerada como viável, pois poderia resultar em uma atividade pouco competitiva, sem chances de sobrevivência, diante da nova conjuntura e das estratégias consideradas viáveis no processo produtivo incorporado pelos complexos agroindustriais.

Como resultado dessas ações, restaram para a pequena produção familiar dificuldades, falta de recursos financeiros próprios, falta de incentivo do Estado, mão de obra desqualificada e distância do acesso à Educação, à Saúde, aos programas sociais estatais, sem alternativas tecnológicas que lhe possibilitassem produzir e participar do mercado consumidor. Alguns poucos agricultores conseguiram alternativas e se integraram ao modelo produtivo da agroindústria e os outros sobreviveram produzindo nas áreas disponíveis ou se ocupando em atividades não agrícolas, fora da sua propriedade.

Na outra vertente, ocorria a concentração de propriedades com áreas cada vez maiores sob o controle de um número cada vez menor de proprietários, com um modelo baseado na utilização de fertilizantes químicos, de sementes híbridas, de agrotóxicos, no uso intenso de máquinas e na dependência da indústria e de recursos não renováveis. Ambientalmente, sérios danos ocorreram: contaminação de lençóis freáticos por lixiviação de agrotóxicos, erosão e infertilidade dos solos, assoreamento de rios, redução da biodiversidade, uso intensivo de irrigação, com alto consumo de água.

Pádua (2002, p.196), afirma:

O segredo do aumento da produtividade foi o aumento não contabilizado dos custos ecológicos, já que a energia do braço humano dispensado não desapareceu, mas foi substituído por maior pressão sobre o Planeta, pelo maior consumo de água, minerais e outros recursos naturais. Essa realidade pode ser percebida através do balanço energético negativo de grande parte da agricultura, pecuária e pesca industrial do mundo contemporâneo.

E Bianchini (2000): “com um alto custo social e ambiental, a política agrícola brasileira, nos anos 60 e 70, alcançou em boa parte os fins para os quais se destinava”.

A adesão do Brasil a esse modelo de produção agrícola, implantado durante o regime militar, levou, em pouco tempo, à quase substituição total das formas locais e tradicionais de produção. Mas o referido modelo se mostrou insustentável ambientalmente, além de não ter equacionado o problema da fome. Isso porque, de acordo com Pádua (2002), “a simples existência física de alimento, desconsiderando as condições econômicas, sociais e culturais que produzem o acesso ao mesmo, não é garantia da redução da fome”.

Portanto além dos problemas sociais gerados pela “modernização” da agricultura, surgiram problemas de ordem ambiental. Como contraponto, ainda na década de 1970, surgiu um movimento conhecido como “agricultura alternativa”, que atribuiu ao padrão de agricultura dominante o caráter de “agricultura convencional”.

Na década de 1980, os problemas ambientais, cada vez mais complexos, decorrentes de um modelo capitalista industrial de produção, demandaram novo paradigma de desenvolvimento para a sociedade, capaz de conciliar crescimento econômico e conservação dos recursos naturais. Nessa perspectiva, no setor agropecuário, verificou-se o surgimento da chamada “agricultura sustentável” como tentativa de definir um padrão produtivo que proporcionasse segurança alimentar e, ao mesmo tempo, não provocasse impactos ambientais.

Problematizando a noção de “agricultura sustentável”, Ehlers (1999, p.16) apresenta o seguinte questionamento:

Mas será a noção de “agricultura sustentável” simplesmente uma nova expressão para designar todas as tendências antes embutidas na agricultura ‘alternativa’? Ou, ao contrário, a crescente popularidade dessa expressão reflete mais a necessidade de evolução da própria agricultura ‘convencional’ como resposta às pressões por uma produção

mais “limpa”, isto é, que conserve os recursos naturais e garanta a qualidade nutricional dos alimentos? Nesse caso será que o surgimento dessa expressão é um sintoma de que o atual padrão produtivo está se tornando insustentável?

De acordo com Ehlers (1999), os principais fatores que levaram a considerar insustentáveis os atuais sistemas de produção agrícola são a ineficiência energética e impactos ambientais, como erosão e salinização dos solos, poluição das águas e dos solos por nitratos e agrotóxicos, contaminação do homem do campo e dos alimentos, desflorestamento, diminuição da biodiversidade e dos recursos energéticos, dilapidação dos recursos não renováveis.

Ainda que o debate entre as tendências mais conservadoras e as mais radicais continue, tudo indica que, pelo conhecimento acumulado nas últimas décadas, a agricultura passa por um processo de transição para sistemas sustentáveis.

De outro modo, Schwarz & Schwarz (1990, p.103) tentam demonstrar as conseqüências da adoção da agricultura denominada “convencional”, do ponto de vista sociocultural:

A agricultura mecanizada, de alta tecnologia, já não oferece mais um modo de vida, não provê o sustento, a não ser no caso de agricultores ricos e de proprietários de terra, que na verdade se comportam como industriais; as aldeias já não têm função e as antigas populações rurais se viram na contingência de viver divorciadas da terra e da natureza. As paisagens se empobreceram, despojadas de árvores e de cercas vivas, vazias de vida agreste e de gente. A qualidade do alimento foi sacrificada à quantidade; nos países industrializados, o afã de obter cada vez mais gerou excedentes caros e impossíveis de administrar.

De fato, os agricultores familiares não só se viram impossibilitados de competir com os latifundiários como também foram indiretamente “expulsos” do campo e impedidos de viver a vida a seu modo. O êxodo rural significou, na realidade, o abandono da condição de pequenos produtores no campo pela condição de proletários na periferia dos centros urbanos. Assim, os vastos campos ocupados pelos plantios monoculturais empobreceram as paisagens, que antes eram diversificadas e viabilizavam a existência de pequenas comunidades e

vilarejos, com modo de vida próprio. Portanto a “modernização” da agricultura, ao privilegiar a dimensão econômica, trouxe consequências não só ambientais como também socioculturais.

Diante desse quadro pouco promissor, necessário se faz repensar a agricultura brasileira, mas pautada num modelo que seja sustentável em longo prazo e que seja mais justo do ponto de vista social. Nesse sentido, a valorização da agricultura familiar, associada ao manejo integrado do meio ambiente, é uma alternativa promissora, podendo equacionar muitos dos problemas atuais.

Tendo em vista a transição para a agricultura sustentável, Ehlers (1999, p. 145) considera o seguinte:

(...) é provável que a produção familiar seja muito mais vantajosa do que a patronal, por sua escala – geralmente menor – pela capacidade gerencial, pela flexibilidade, pela mão-de-obra mais qualificada e, sobretudo, por sua maior aptidão à diversificação de culturas e à conservação dos recursos naturais.

Portanto investir na agricultura familiar talvez seja um caminho que leva à conciliação de questões ambientais, sociais e econômicas, hoje tão discutidas, mas com tão poucos resultados positivos.

2.1.1 Agricultura Familiar no Brasil na Atualidade

Embora, no Brasil, a agricultura familiar não seja uma categoria recente, o debate sobre suas características é atual e tem produzido interpretações, discussões e estudos diversos, realizados por técnicos governamentais, encarregados de políticas agrícolas, por estudiosos do meio rural e por representantes dos próprios agricultores, havendo diferentes definições e também diferentes formas de classificação.

Com um número grande de classificações, portanto, o tema continua a provocar discussões. Assim, a identificação consensual dos vários tipos de produtores, com peculiaridades de produção e sobrevivência, não se constitui em tarefa fácil.

Nesse sentido, contribuição importante foi o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1995/96, cujos dados, tabulados e analisados

por pesquisadores no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica FAO/INCRA, entre 1996 e 1999, têm proporcionado discussões e possibilidades de caracterização das unidades familiares, identificando sistemas de produção dos diversos tipos de agricultores, nas diversas regiões do Brasil, tamanhos das propriedades, níveis de renda das famílias e diversas outras variáveis e possibilitando ainda a delimitação do universo de produção familiar com os estabelecimentos patronais.

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e o Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) definem a agricultura familiar com base em três características: a gerência da propriedade rural é feita pela família; o trabalho é desempenhado na sua maior parte pela família; os fatores de produção pertencem à família (exceção, às vezes, da terra) e são passíveis de sucessão em caso de falecimento ou aposentadoria dos gerentes.

Blum (1999, p.62) explica:

O agricultor familiar é todo aquele que tem na agricultura sua principal fonte de renda (+80%) e cuja força de trabalho utilizada no estabelecimento venha fundamentalmente de membros da família. É permitido o emprego de terceiro temporariamente, quando a atividade agrícola assim necessitar. Em caso de contratação de força de trabalho permanente externo a família, a mão de obra familiar deve ser igual ou superior a 75% do total utilizado no estabelecimento.

A Lei n.º 4.504, de 30 de novembro de 1964, que dispõe sobre Estatuto da Terra, define, no art. 4º - II, a “propriedade familiar” :

o imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros.

Coerentemente com essa definição, é importante que a propriedade familiar não seja vista apenas como “fonte objetiva de lucros, mas sim uma fonte de vida e de conhecimento”, conforme pontua Pádua (2002), na medida em que deve garantir também progresso social.

No âmbito do Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO (1995/1996), o universo da agricultura familiar foi delimitado com base em quatro fatores:

- a) a direção dos trabalhos era exercida pelo produtor;
- b) não foram realizadas despesas com serviços de empreitada;
- c) sem empregados permanentes e com número médio de empregados temporários menor ou igual a quatro ou com um empregado permanente e número médio de empregados temporários menor ou igual três;
- d) com área total menor ou igual a quinhentos hectares para as regiões Sudeste e Sul e mil hectares para as demais regiões.

Diante do grande número de classificações ou definições da propriedade agrícola, pode-se adotar a classificação em *patronal* e *familiar*, de acordo com o estudo FAO/INCRA (1996).

Tabela 1: Brasil – Estab., área, valor bruto da produção (VBP) e financiamento total (FT)

CATEGORIAS	Estab. Total	% Estab s/Total	Área Tot. (mil há)	% Área s/total	VBP (mil R\$)	% VBP s/total	FT (mil R\$)	% FT s/total
FAMILIAR	4.139.369	85,2	107.768	30,5	18.117.725	37,9	937.828	25,3
PATRONAL	554.501	11,4	240.042	67,9	29.139.850	61,0	2.735.276	73,8
Inst. Pio/Relig.	7.143	0,2	263	0,1	72.327	0,1	2.716	0,1
Entid.Pública	158.719	3,2	5.530	1,5	465.608	1,0	31.280	0,8
Não identificado	132	0,0	8	0,0	959	0,0	12	0,0
TOTAL	4.859.864	100,0	353.611	100,0	47.796.469	100,0	3.707.112	100,0

Fonte: Censo Agropecuário 1995/96 – IBGE (elaboração: Projeto de cooperação técnica INCRA/FAO)

Outras proposições de classificação são apresentadas por estudiosos do assunto, destacando-se a adaptação da classificação FAO/INCRA com a de Molina Filho (1979, p.70):

Propriedade Patronal Latifundiária: Com grande área improdutiva, pode abrigar, ou não, cultivos animais e vegetais extensivos, e funciona com mão de obra contratada e de baixa tecnologia. O proprietário não mora na propriedade.

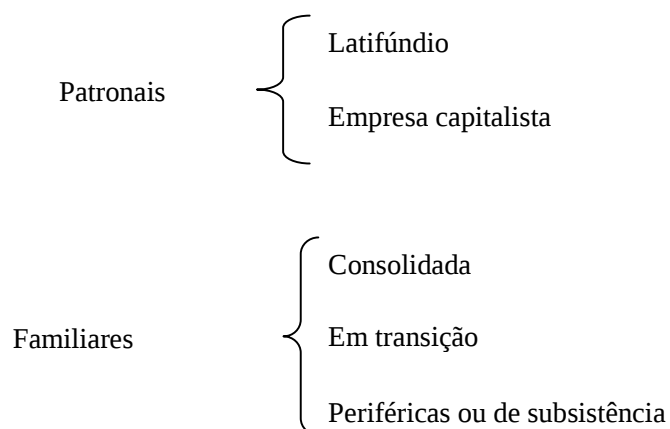
Empresa Capitalista: Apresenta produção destinada ao mercado consumidor, utilizando mão de obra contratada. As propriedades são, geralmente, médias e grandes, com mais de 200 ha,

empregando fertilizantes, corretivos de solo, herbicidas, máquinas agrícolas, com renda oriunda de duas ou três atividades (lavoura de verão e inverno, bovinocultura de corte, ovinocultura ou outras atividades). Os produtores trabalham com crédito rural, com assistência técnica e possuem boa capacidade de gerenciamento.

Propriedade Familiar Consolidada: Apresenta de três a cinco atividades produtivas (lavoura de verão e inverno, bovinocultura de leite, suinocultura, avicultura, olericultura ou outras). O proprietário mora na propriedade, que normalmente tem área menor que 200 há, e faz uso racional de fertilizantes, corretivos, inseticidas e mecanização. A margem bruta de renda do proprietário, que usa créditos agrícolas e assistência técnica e possui boa capacidade de gerenciamento, supera dez salários mínimos mensais

Propriedade Familiar em Transição: Apresenta de três a seis atividades (lavoura de verão e inverno, bovinocultura de leite, suinocultura, avicultura, olericultura, piscicultura ou outras). O proprietário mora na propriedade, que normalmente tem área menor do que 100 ha. Há utilização mediana de máquinas agrícolas e manejo de culturas, há também problemas na utilização de fertilizantes, corretivos, herbicidas, etc. A margem bruta de renda do proprietário está compreendida entre cinco e dez salários mínimos mensais e o uso de créditos agrícolas e a assistência técnica é precário.

Propriedade Familiar Periférica ou de Subsistência: Apresenta de quatro a sete atividades produtivas para subsistência e comercialização do excedente (lavoura de verão e inverno, bovinocultura de leite, suinocultura, avicultura, olericultura, piscicultura, fruticultura ou outras). O proprietário mora na propriedade, que geralmente tem menos de 50 ha. Há pouca mecanização e inexistência ou poucos problemas de uso de fertilizantes, corretivos, herbicidas, etc. A renda fica abaixo de um salário mínimo mensal e o uso de crédito agrícola é inexistente ou muito precário, ocorrendo o mesmo com a assistência técnica,



Apresentadas algumas características e classificações da agricultura familiar, é importante ressaltar dados relativos ao perfil dessa relevante categoria produtiva no cenário rural brasileiro. E, diante da diversidade de dados obtidos pelo Censo Agropecuário 95-96, trabalhados e apresentados pelos técnicos do Convênio FAO/INCRA, são priorizados apenas alguns, como amostragem, por se entender que o trabalho citado pode ser amplamente conhecido em artigos publicados.

Conforme o Censo Agropecuário 1995-96, existem no Brasil 4.859.732 estabelecimentos rurais, ocupando uma área de 353,6 milhões de hectares. De acordo com a metodologia adotada, são 4.139.369 estabelecimentos familiares, ocupando uma área de 107,8 milhões de hectares e sendo responsáveis por R\$18,1 bilhões ou 37,9% do Valor Bruto da Produção (VPB), apesar de receberem apenas 25,3% dos financiamentos agrícolas. Os agricultores patronais são representados por 554.501 estabelecimentos, ocupando 240 milhões de hectares. Os 165.862 estabelecimentos restantes são formados por aqueles cuja condição do proprietário se enquadra como “Instituições Pio-Religiosas” ou Governo (Federal, Estadual ou Municipal). Tais dados são mostrados na Tabela 1, pela qual é possível verificar que os agricultores familiares detêm 85,2% do total de estabelecimentos, ocupando 30,5% da área total e sendo responsáveis por 37,9% do valor bruto da produção agropecuária nacional.

O Censo Agropecuário do IBGE 1995-96 apresenta, além dos dados citados anteriormente, diversos indicadores relativos aos agricultores familiares e patronais.

Conforme Guanziroli (2001) e diversos outros estudiosos, área média dos estabelecimentos, renda por estabelecimento e por unidades de área, condição dos agricultores em relação à terra, estrutura fundiária, pessoal ocupado, características tecnológicas, investimentos e outros são itens considerados e analisados, possibilitando a diferenciação entre agricultores familiares e patronais.

Na mesma linha, o Censo IBGE 95-96 permite não só a visualização do universo familiar, mas, a diferenciação socioeconômica na categoria. Ele considera o quesito capitalização na classificação dos produtores familiares em *produtores capitalizados*, *produtores em processo de capitalização*, *produtores em processo de descapitalização* e *produtores descapitalizados*.

Especificamente para a agricultura familiar, também são apresentados indicadores diversos: área dos estabelecimentos, renda total e monetária por estabelecimento e por unidade de área, condição em relação à posse e ao uso da terra, pessoal ocupado na agricultura familiar e outros. Serão ressaltados, porém, os dados relativos a estabelecimentos, área, valor bruto da produção e financiamento total, explicitados na Tabela 2.

Tabela 2: Brasil – Agricultores Familiares – Estabelecimentos, área, valor bruto da produção e financiamento total (FT) dos tipos

FAMILIAR	Estab.	%	Área	%	VBP	%	FT	% FT
TIPOS	Total	Estab.	Total (há)	Área	(mil R\$)	VBP	(mil R\$)	s/total
		s/total		s/total		s/total		
A	406.291	8,4	24.141.455	6,8	9.156.373	19,2	433.295	11,7
B	993.751	20,4	33.809.622	9,6	5.311.377	11,1	228.965	6,2
C	823.547	16,9	18.218.318	5,2	1.707.136	3,6	68.911	1,9
D	1.915.780	39,4	31.599.055	8,9	1.942.838	4,1	206.656	5,6
TOTAL	4.139.369	85,1	107.768.450	30,5	18.11.725	37,9	937.828	25,3

Fonte: Censo Agropecuário 1995/96 – IBGE (elaboração: Projeto de cooperação técnica INCRA/FAO)

A classificação dos estabelecimentos em tipologias teve como objetivo realizar a diferenciação socioeconômica dos produtores familiares, o que permitiu associar, ainda que qualitativamente, os tipos A, B, C e D a *agricultores capitalizados*, *em processo de capitalização*, *em processo de descapitalização* e *descapitalizados*, respectivamente.

Quanto a sistemas de produção e tipologia de produtores, o Convênio FAO/INCRA também apresenta dados que permitem definir os agricultores familiares.

Em cenário bastante heterogêneo, considerando-se aspectos econômicos, sociais e culturais, a agricultura familiar não se constitui em uma categoria estagnada e paralisada. Existe movimento de integrantes em seus quadros, podendo haver transferências de uma categoria para outra, em alguns casos capitalização, em outros, descapitalização.

Sobre os sistemas de produção desenvolvidos pela agricultura familiar, há que se considerar que são resultado da combinação de diversas culturas, criações de animais e transformações primárias, visando ao consumo da família e à comercialização do excedente. Portanto as condições sociais, econômicas, ambientais e particulares de cada região do país determinam os rumos desses sistemas de produção, havendo muitas combinações que ditam o desempenho dos agricultores familiares.

2.1.2 Problemas na Agricultura Familiar

Embora seja o principal agente propulsor do desenvolvimento econômico de pequenos e médios municípios no Brasil, a agricultura familiar enfrenta problemas que se arrastam ao longo do tempo. Mesmo que as diferenças regionais determinem características específicas, as questões, em geral, que afligem a produção agrícola familiar são semelhantes e devem ser tratadas com medidas e políticas que possibilitem o desenvolvimento rural e local.

Para as propriedades familiares classificadas como *consolidadas*, *em transição* e *de subsistência*, há problemas referentes à falta de terra, à escassez de mão de obra e ao gerenciamento. Algumas questões se agravam na agricultura familiar de subsistência: terra escassa e pobre; mão de obra reduzida e de baixa qualidade; acentuada descapitalização; gerenciamento ineficiente; produção em baixa escala e excessivamente diversificada; comercialização precária; ausência de política agrícola e baixas tecnologias.

Problemas ligados à questão da propriedade das terras remontam às estratégias governamentais iniciadas nos anos citados, atendendo à lógica da chamada “revolução verde,” e apontam grande extensão de terras em poder de poucos proprietários.

Quanto à qualidade dos solos, há que se considerar que os modelos adotados na agricultura brasileira resultaram na exaustão de grande parte das terras. Inicialmente, o

sistema de derrubada de matas, o plantio de lavouras, a queda da fertilidade natural, a mudança de local de plantio com derrubada de outras matas, o replantio no local anterior, repetindo-se por diversos anos, deram início a muitos problemas das propriedades rurais brasileiras. Posteriormente, o modelo adotado a partir dos anos 60, com incentivo da mecanização e uso intensivo de tratores, arados e outros implementos, contribuiu, de maneira intensa, para o empobrecimento e erosão dos solos e assoreamento dos rios.

Os problemas enfrentados pelos agricultores familiares relativos à mão de obra começaram pela escassez de pessoas nas próprias famílias. Devido à falta de oportunidades no meio rural, o êxodo se tornou inevitável em muitos casos. Segundo Blum (1999), a alternativa seria a contratação de diaristas ou empregados fixos, mas questões relativas à legislação trabalhista apontam como opção a não contratação dessa mão de obra extra.

Além disso, o custo e a eficiência influenciam diretamente nas atividades agrícolas. A deficiência na educação formal dos envolvidos restringe o conhecimento, o uso de novas tecnologias e a participação em programas de treinamentos, que poderiam apresentar a esses agricultores iniciativas poupadoras de mão de obra, além de propiciar condições de avaliar situações e optar por investimentos que trouxessem mecanismos de produção, reduzindo esforços físicos e trabalhos pouco produtivos.

A escassez de capital é também um entrave a ser superado pela pequena produção familiar. A adoção de sucessivos planos econômicos, a existência do chamado “custo Brasil”, que prejudica a competição com outros países, devido à alta carga tributária, a falta de infraestrutura adequada dos portos e dos meios de transportes, além da competição com subsídios estrangeiros e a instabilidade de preços, contribuíram para a descapitalização de produtores rurais, provocando restrições no desenvolvimento das atividades dessa categoria. (Blum, 1999)

A adoção de uma política agrícola, com medidas que possam orientar, disciplinar e permitir que os produtores rurais tenham, em curto, médio e longo prazo, definições sobre crédito rural, política de preços mínimos, seguro agrícola, planos de comercialização, recursos para investimentos, acesso a novas tecnologias, dentre outras medidas, sempre foi deficiente. Embora aspectos relativos ao gerenciamento e à administração das propriedades familiares sejam fundamentais nos processos de produção e comercialização dos produtos, dificuldades de análise de custos e controle de receitas e despesas, que normalmente não são

feitas, impossibilitam ao agricultor enxergar, de maneira eficiente, quais atividades são mais adequadas e devem ser mantidas.

Segundo Blum (1999), existe aliado aos problemas de gerenciamento e administração das propriedades familiares, o emprego de baixas tecnologias. Em decorrência disso, ocorrem, nas propriedades em transição ou periféricas, perdas na colheita e no armazenamento, uso inadequado de agrotóxicos, pouca utilização de insumos, etc. Esses problemas também aparecem nas propriedades consolidadas, mas em menor escala. A falta de assistência técnica adequada à realidade dos produtores dificulta a implementação de estratégias de melhoramento dos estabelecimentos familiares, principalmente para os menos capitalizados e de menor capacitação técnica.

Ainda há um item considerado como problema na agricultura familiar: a comercialização e agregação de valor. A estratégia de adquirir insumos a baixo custo e vender a produção com preços altos seria perfeita, visando ao aumento de renda e à obtenção de lucros. Entretanto isso não ocorre, na maioria das vezes, pois normalmente os agricultores compram os insumos, de forma pulverizada, de comerciantes que não conseguem propiciar condições mais favoráveis, e depois vendem os produtos para intermediários (atravessadores) por preços que também não são compensadores, que pouco remuneram o trabalho realizado. Mas a existência de agroindústrias e cooperativas com processos de racionalização econômica e mais eficiência está provocando redução de custos de produção e a conseqüente queda de preços dos produtos agrícolas, forçando os agricultores a acompanhar esse processo (Blum, 1999).

2.1.3 Vantagens da Agricultura Familiar

A análise dos trabalhos resultantes do Convênio FAO/INCRA (1996-1999) permite afirmar que a agricultura familiar brasileira apresenta diversidade de situações, com elementos que possibilitam identificar particularidades e estratégias para as diversas regiões do país. Sistemas de produção importantes e viáveis em determinada região podem não ser adequados ou sustentáveis em outra região. Portanto questões econômicas, ambientais, culturais, topográficas e outras acabam determinando estratégias específicas de produção e trajetórias.

Entretanto diversas características da agricultura familiar podem ser apontadas como comuns e aplicáveis em todo o Brasil, possibilitando o reconhecimento e a importância da categoria na produção de alimentos, na geração de empregos e renda e na distribuição de terras. Três dessas características podem ser consideradas como mais abrangentes: a) A direção dos trabalhos e os investimentos realizados são feitos por pessoas que mantêm entre si laços de parentesco ou de matrimônio. b) O trabalho familiar é superior ao trabalho contratado. c) A propriedade dos meios de produção (embora nem sempre a terra) pertence à família, e é em seu interior que se efetua a transmissão em caso de falecimento ou aposentadoria dos responsáveis pela unidade produtiva (Convênio FAO/INCRA, 1996).

Além dessas, existem características que, combinadas, têm mantido a linha produtiva da agricultura familiar, conforme afirma Brumer (1999, p.226): a) as pessoas que investem e consomem são as mesmas, não ocorrendo uma divisão estrutural entre lucro e salários; b) a produção é organizada pelas relações de parentesco, havendo uma correspondência entre propriedade e trabalho; c) a base da desigualdade entre membros da família está na divisão de trabalho de acordo com gênero e idade.

Além das características apresentadas, algumas estratégias adotadas pelos agricultores familiares têm possibilitado suas atividades:

a) Capacidade de adaptação: Estudos mostram a grande capacidade de adaptação da agricultura familiar em ambientes que sofrem rápida transformação. Segundo Guanziroli et al. (2001), os agricultores, em algumas regiões brasileiras, responderam às mudanças, buscando novos produtos, como a fruticultura e a horticultura, e desenvolvendo a pecuária leiteira intensiva ou outros cultivos. Em assentamentos no Estado de São Paulo, por exemplo, sistemas de produção primitivos e anuais (algodão, milho feijão e arroz) vêm sendo substituídos por sistemas mais diversificados e complexos (pecuária, cultivo de mandioca, sericicultura, fruticultura e horticultura).

b) Sistemas de produção diversificados: Uma estratégia utilizada pela agricultura familiar é a diversificação de cultivos. Visando à obtenção de rendas distribuídas ao longo do ano, com redução de riscos e da dependência de insumos externos, diante da necessidade de garantir o autoconsumo, a adoção, principalmente, do sistema de policultura pecuária tem sido, como afirma Mendras (citado por Wanderley, 1996, p. 4), “uma sábia combinação entre diferentes técnicas”. A diversidade de cultivos é possível, visto que os agricultores familiares

são, ao mesmo tempo, empreendedores e trabalhadores, com trabalho e gestão juntos na unidade familiar. (Bianchini, 2000). Nessa conjuntura, os sistemas de produção são reflexos das potencialidades e restrições específicas de cada localidade e também da vivência ou tradições das pessoas dessa localidade.

c) Condições favoráveis de adaptação ao meio ambiente e às condições locais: Diferentemente da agricultura capitalista, a agricultura familiar convive de maneira mais harmoniosa com as condições ambientais que lhe são impostas, buscando, geralmente, formas sustentáveis de trabalhar os recursos naturais disponíveis.

d) Recurso humano disponível: Embora parte da agricultura familiar enfrente dificuldades decorrentes da escassez de mão de obra, em diversos casos, a utilização do próprio trabalhador familiar diretamente nas atividades produtivas, na gestão e na supervisão do negócio reduz custos, além de aumentar a produtividade, evitar desperdícios, obter produtos de melhor qualidade e, conseqüentemente, elevar a renda da propriedade familiar.

2.1.4 Censo Agropecuário de 2007: alguns dados.

Com informações coletadas em 2006, foi realizado, no ano de 2007, pelo IBGE, o Censo Agropecuário no Brasil. Esses dados foram divulgados a partir de 2008 e, embora as análises ainda sejam parciais, é importante mostrar alguns números sobre a realidade agrária brasileira. Considerando, pois, dados do IBGE, é possível comparar alguns indicadores referentes aos Censos Agropecuários de 1996 e 2006.

O número de estabelecimentos agropecuários aumentou aproximadamente 6,5%, passando de 4.859.863, em 1996, para 5.175.489, em 2006, havendo, entretanto, redução de 1,51 milhões no número de ocupações agrícolas. Em contraposição ao declínio no número de ocupações, verificou-se aumento de produção em diversos e importantes setores da agropecuária brasileira.

A área destinada a lavouras teve um aumento considerável de 83,5%, passando de 41,8 milhões, em 1996, para 76,7 milhões de hectares, em 2006. O aumento no número de bovinos foi de aproximadamente 11%, chegando próximo de 170 milhões de cabeças em 2006.

A produção de aves saltou de 718.533 para 1.244.260 cabeças, crescimento de mais de 73%. A criação de suínos também cresceu consideravelmente, 14,9%. A produção de leite variou positivamente em 19,5%, com aumento na produção de mais de 3,5 milhões de litros nos dez anos. E, finalmente, a produção de ovos de galinha subiu 45%, chegando a mais de 2,7 milhões em 2006.

A contraposição dos números apresentados, ou seja, diminuição no número de estabelecimentos com determinada atividade, porém aumento da produção naquela atividade, pode ser explicada pelo aumento na escala de produção com a adoção de mecanização mais eficiente, utilização de insumos e novas técnicas de produção, utilização de ordenhas mecânicas em substituição à manual, etc. Esse crescimento também deve ser creditado à inserção de grandes empresas no agronegócio brasileiro. Segundo Nunes (2008, p.11), o desenvolvimento da agropecuária brasileira está associado com a atuação de empresas agroindustriais, “pois está havendo um processo de concentração do controle do setor agropecuário por um pequeno número de grandes indústrias nacionais e transacionais”.

Em relação à população rural no Brasil, houve declínio de 14,8%, com a diminuição de quase 5 milhões de pessoas entre 1996 e 2006, o dobro registrado na redução ocorrida nas ocupações rurais. Para Nunes (2008), a hipótese mais provável é que o aumento da produtividade agrícola possa ter possibilitado que certo número de agricultores passasse a residir em zonas urbanas, mas desempenhando atividades agrícolas e beneficiando-se de processos mecanizados e da menor necessidade de presença constante no meio rural. Entretanto, completa Nunes (2008, p. 10), a “questão necessita de um nível maior de aprofundamento”.

Especificamente sobre os dados da agricultura familiar, o Censo Agropecuário do IBGE, de 2006, mostra queda no número de ocupações familiares, passando de 13,6 milhões, em 1996, para 12,8 milhões, em 2006. Entretanto o setor emprega 74,4% da mão de obra no campo, ocupando 84,4% do total de estabelecimentos rurais do país, 4.367.902 propriedades, que correspondem a 24,3% da área total desses estabelecimentos.

Mesmo ocupando 80,25 milhões de hectares, a agricultura familiar foi responsável por 87% da produção nacional de mandioca, 70% da produção de feijão, 46% da produção de milho, 38% da produção de café, 34% da produção de arroz, 58% da produção de leite, 59%

da produção de suínos, 50% da produção de aves, 30% da produção de bovinos, 21% da produção de trigo e 16 % da produção de soja.

O Censo Agropecuário de 2006 mostra ainda que 3,2 milhões de produtores familiares são proprietários da terra, representando 74,7% da área correspondente à agricultura familiar.

2.1.5 Desenvolvimento da Agricultura Familiar: possibilidades e alternativas

Considerando-se o histórico da agricultura familiar brasileira, com problemas enfrentados ao longo dos anos, mas também com particularidades benéficas, é necessário buscar alternativas e mecanismos que possam fazê-la firmar-se como uma atividade capaz de promover o desenvolvimento de diversos municípios brasileiros.

Cenários apresentados no Censo Agropecuário de 1996 e os dados do Censo de 2007 mostram que, embora tenha ocorrido aumento na produção agropecuária brasileira, nos últimos dez anos, houve queda no número de ocupações rurais e também na população rural. Por outro lado, houve aumento nas escalas de produção, que pode ser justificado pelo aumento da produção de grandes empresas nacionais e transnacionais.

Como base econômica de diversos municípios, a agricultura familiar teve e tem tarefa importante e desafiadora, pois, mesmo havendo grandes conglomerados produtivos, grandes avanços tecnológicos, aumento da escala de produção, ela pode consolidar-se, a exemplo do que aconteceu na Europa, nos Estados Unidos da América e no Japão.

Nessa perspectiva, certamente há caminhos e estratégias possíveis, mas a adoção de modelos de planejamento agrícola que levem em consideração a questão ambiental pode significar alternativas ao modelo de agricultura convencional, reduzindo os danos ambientais e atuando no desenvolvimento de processos produtivos socialmente responsáveis, e viáveis economicamente, que utilizem de maneira racional os recursos naturais disponíveis.

De acordo com o Relatório Brundtland, apresentado à Assembléia da ONU em 1987 (publicado no Brasil em 1988, com o título *Nosso Futuro Comum*, pela Fundação Getúlio Vargas), “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer suas próprias necessidades”. Partindo desse conceito, é necessário, para o desenvolvimento sustentável,

trabalhar no sentido de elaborar um planejamento racional do uso dos recursos naturais que atenda às exigências e expectativas das comunidades envolvidas. Portanto o desenvolvimento sustentável é um ideal a ser alcançado, devendo compatibilizar eficiência econômica com justiça social e preservação ambiental. Nesse sentido, no meio rural, alguns aspectos devem ser observados (Bianchini,2000):

Aspectos ecológicos:

- eliminação do uso de insumos tóxicos ou nocivos ao meio ambiente;
- adoção de ações que preservem a fertilidade dos solos, melhorando as suas condições químicas, físicas e biológicas;
- uso racional dos recursos hídricos, com a manutenção das reservas e mananciais;
- conservação e aumento da biodiversidade;
- reutilização de materiais e reciclagem de nutrientes.

Aspectos sociais e culturais:

- distribuição equitativa da produção entre os diversos segmentos da sociedade;
- possibilidade equitativa de acesso a tecnologias entre os diversos segmentos da sociedade;
- valorização das habilidades e do saber local;
- controle local das formas de relacionamento da sociedade com o meio ambiente;
- produção e consumo de alimentos com qualidade, isentos de agrotóxicos e outros insumos nocivos às pessoas e ao meio ambiente;

Aspectos econômicos:

- obtenção de aumento de produção e produtividade;
- garantia da segurança alimentar;
- abastecimento dos mercados locais e regionais.

Aspectos éticos e políticos:

A sustentabilidade deve estar fundamentada, inicialmente, na visão clara da responsabilidade de todos os indivíduos com o uso racional e a preservação/conservação dos recursos naturais. Entretanto a questão ética pode também causar divergências. Valores referentes ao controle da contaminação do meio ambiente, ao uso racional da água, à reciclagem de materiais, etc. defendidos por alguns podem não ser entendidos por outros, que estão em busca da sobrevivência ou lutam contra a miséria, a fome, etc.

Nesse sentido, na busca de projetos sustentáveis, há que se estabelecer ou perseguir objetivos que estabeleçam acesso igualitário à terra e aos recursos naturais, respeitando diferenças e necessidades dos diversos indivíduos.

Politicamente, a participação em processos de decisão referentes à produção agrícola sustentável é fundamental. Organizações sociais, com perspectivas e ações de proteção dos recursos naturais, em que todos podem apresentar seus interesses e discutir alternativas de atendimento às suas necessidades e ao exercício pleno de cidadania, fazendo uso de políticas públicas e de processos tecnológicos, certamente terão oportunidades de construir modelos de desenvolvimento local sustentável, conciliando os aspectos social, econômico e ambiental.

Mantendo-se o enfoque na sustentabilidade, é importante admitir que há diferentes correntes que abordam o tema, com conceitos divergentes. Uma é a ecotecnocrática, que defende o desenvolvimento sustentável, considerando que há recursos naturais em quantidades infinitas, o que permite o crescimento da produção e do consumo indefinidamente. Outra corrente, a ecossocial, preconiza que os recursos naturais são limitados e finitos, devendo haver cuidados no consumo e na forma de utilização desses recursos (Costabeber e Caporal, 2003).

A corrente ecossocial (que defende princípios da agroecologia) tem como características principais: produção agrícola baseada em conceitos ecológicos, valorização do conhecimento local que pode ser integrado ao desenvolvimento tecnológico, participação da população rural nas decisões relativas ao manejo dos agrossistemas e preservação da biodiversidade. Ela trabalha no sentido da construção de um modelo verdadeiramente sustentável.

Embora existam imprecisões conceituais, dúvidas e contradições nas definições existentes para “agricultura sustentável”, todas, segundo Ehlers (1999, p.103), incorporam os seguintes aspectos:

- manutenção a longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola;
- mínimo de impactos adversos ao ambiente;
- retorno adequado aos produtores;
- otimização da produção das culturas com o mínimo de insumos químicos;
- satisfação das necessidades humanas de alimentos e de renda;
- atendimento das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais.

O Processo de Produção Mandalla, apresentado a seguir, insere-se nessa perspectiva, buscando conciliar aspectos ambientais, sociais e econômicos e tornando-se um modelo adequado para o pequeno produtor rural.

2.2 Processo de Produção Mandalla

Considerando o histórico, a situação atual, além de problemas, facilitadores e perspectivas, relativos à agricultura familiar, já apresentados, e o objetivo de contribuir com a busca de alternativas efetivas que possam ser úteis aos agricultores familiares no Brasil, criou-se o Processo de Desenvolvimento Holístico Sistêmico Ambiental MANDALLA (Agência Mandalla, 2005). Trata-se de um “exemplo de integração permacultural orientado pela busca da qualidade de vida aliada à produtividade econômica e ao equilíbrio ambiental com qualidade, produtividade, responsabilidade social e exercício da cidadania”. (Agência Mandalla, 2005).

Esse sistema produtivo nasceu da vivência e das experiências de Willy Pessoa, administrador de empresas residente no Estado da Paraíba, que, convivendo com as dificuldades e condições consideradas miseráveis de agricultores, inserido em movimentos sociais, passou a estudar maneiras de diminuir a fome e a pobreza. Curioso e criativo, trabalhou com processos simples, culminando no modelo da Mandalla. Com o apoio da família e de empreendedores sociais, fundou, na cidade de Cuité, um núcleo onde testa seus projetos e inventos.

Inicialmente difundiu o modelo na Paraíba. Com o sucesso obtido, repassou a idéia para outros Estados. Paralelamente à construção de Mandallas, diversas técnicas de produção de alimentos foram desenvolvidas ou resgatadas, complementando o processo produtivo.

Em 2003, segundo a Apostila Franquia Social, um grupo de jovens universitários que se conheceram no Movimento Empresa Júnior, na Paraíba, fundaram, orientados pelo pesquisador Willy Pessoa, a Agência Mandalla DHSA (Desenvolvimento Holístico e Sistêmico Ambiental).

Atualmente, todas as ações referentes ao planejamento, à difusão, ao desenvolvimento do Processo Mandalla, bem como à captação de recursos financeiros e à

busca de parcerias, estão centralizadas no Unicenter Mandalla, localizado na cidade de Cuité, Paraíba.

2.2.1 Modelo Processual e Estrutura da Agência Mandalla

Embora, aparentemente, a ênfase maior do Sistema Mandalla de Produção seja a implantação de canteiros circulares, construídos no entorno de um tanque, também circular, com a finalidade de produção de alimentos (hortaliças, grãos, ervas diversas e frutas), o processo consiste em uma ferramenta mais completa no sentido de satisfazer as necessidades de uma unidade familiar. Por ter nascido em uma das regiões mais pobres do Brasil, ele buscou desenvolver ações que possibilitassem a redução da fome no interior da Paraíba. Com medidas simples, custos baixos e, principalmente, devido a escassez de água, foram sendo desenvolvidas técnicas que atenderam aos objetivos iniciais, ou seja, alimentar as pessoas.

Diante do sucesso da primeira etapa, outras iniciativas foram incorporadas e dentre as quais a comercialização do excedente produzido, mas não consumido, prática vital para a manutenção do modelo implantado. Dessa maneira, além de proporcionar segurança alimentar, o Sistema de Produção Mandalla passou a proporcionar renda a diversas famílias, iniciativa que tem contribuído para resgate ou obtenção da dignidade de diversas famílias brasileiras.

O Sistema Mandalla de Produção tem como princípios básicos o uso racional de fontes energéticas (água, sol, solo), alinhando-se aos preceitos permaculturais e utilizando-se técnicas simples e perfeitamente assimiláveis pelas famílias, mesmo as mais incapacitadas tecnicamente e de baixo nível de escolaridade. Com a disseminação dessas técnicas, obstáculos decorrentes da desinformação podem ser atenuados ou eliminados pelos agricultores familiares, pelas oportunidades de desenvolvimento no próprio *habitat*.

Aliada ao processo de educação e incorporação de novas técnicas, a valorização das tradições e de conhecimentos específicos da comunidade constitui uma prática adotada, pois o respeito a usos, costumes, tradições e habilidades de cada indivíduo facilita a reestruturação econômica, social e ambiental da comunidade.

A preocupação com o meio ambiente é também um fator extremamente importante no Sistema Mandalla de Produção. Portanto o manejo da área a ser utilizada requer planejamento criterioso do uso dos recursos energéticos, visando à reestruturação do

equilíbrio ambiental e à preservação da biodiversidade. Assim, utilização de cobertura morta, controle da erosão do solo, captação de água (com um manejo adequado, utilizando-se para a irrigação volumes mínimos sem desperdício), controle biológico de pragas, produção sustentável das culturas sem insumos químicos, e culturas de maior porte, como barreiras contra os ventos são práticas adotadas nas Mandallas que certamente contribuem para a manutenção dos recursos naturais e promovem a interação dos indivíduos com o meio ambiente. Trabalha-se com técnicas de conservação do solo, preparação adequada do terreno (correção e adubação), escolha de variedades adequadas e técnicas de plantio, ênfase à consorciação e à rotação de culturas, com conseqüente controle de doenças e pragas.

Com o sucesso do Projeto iniciado na Região Nordeste do Brasil, os criadores da Mandalla, passaram a difundi-la em outras regiões do país. Contando com parceiros, foi possível estruturar um esquema de difusão que resultou na implantação, no período de quatro anos (2003 -2006), de mais de oitocentas Mandallas em doze Estados, beneficiando duas mil famílias (Agência Mandalla - Apostila Franquia Social Mandalla). Nessa empreitada, os parceiros principais foram: Organização das Nações Unidas (PNUD), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), SEBRAE MG e MA SUDEMA-PB, FUNASA, FUNAI, Pastoral da Criança e do Adolescente, ASHOKA, Bayer CropScience, PEPSICO do Brasil e outras organizações.

Embora o processo já existisse, a Agência Mandalla DHSA foi criada em 2003. Posteriormente, com os resultados alcançados, as parcerias realizadas e as projeções de expansão, foi criada a Franquia Social Mandalla. Em março de 2007, após a realização de um curso, em quatro módulos, na cidade de Uberaba, MG, foram firmados os primeiros contratos da Franquia com mais de trinta difusores do processo. Segundo diretores da Agência Mandalla, os objetivos iniciais da criação da Franquia visavam a selecionar difusores, com indicadores de avaliação bem definidos, isto é, com perfil e potencialidades de não só difundir o Projeto, mas se tornar capazes de buscar parcerias e consolidar a criação de uma marca para comercialização de todos os produtos gerados.

Centralizando as ações da Agência, foi criado o UNICENTER MANDALLA, na cidade de Cuité, PB, que funciona como um centro de planejamento, pesquisa e difusão de tecnologias sociais, atuando com uma equipe multidisciplinar, com especialistas em diversas

áreas que são encarregados de verificar e acompanhar metas e indicadores definidos pela própria Agência.

Afirmando ter como missão “transformar a agricultura familiar em um negócio, economicamente rentável, socialmente responsável e ambientalmente sustentável”, a Agência Mandalla tem conseguido, ano a ano, reconhecimento do seu trabalho, incluídas premiações diversas concedidas por entidades nacionais e internacionais que monitoram projetos sociais.

Com o estabelecimento da Franquia Social, conceito novo e possivelmente polêmico, a Agência Mandalla pode acompanhar e orientar iniciativas de multiplicação de técnicas que devem ter como objetivo principal o bem-estar social da população envolvida. Criando-se uma rede de difusores, questões relacionadas à produção e comercialização de produtos, podem ser trabalhadas em conjunto. Embora existam diversidades e peculiaridades, experiências bem sucedidas devem ser compartilhadas. Problemas devem, pois, ser externados e as soluções podem vir de difusores que tenham conseguido resolvê-los.

A construção de alianças estratégicas entre os difusores e a capacidade de enxergar potencialidades locais pode resultar em um sistema de produção que tenha otimização de investimentos, repasse de tecnologias, agilidade nos processos produtivos e garantia de comercialização dos produtos, dentre outros fatores necessários ao bom desempenho da agricultura familiar.

Segundo a Agência Mandalla, os franqueados também devem utilizar recursos que estimulem os agricultores familiares a buscar criatividade, trabalhar em grupo, cumprir prazos estabelecidos, apresentar produtos inovadores, perceber oportunidade, controlar os resultados e reformular estratégias, nas etapas de planejamento e gestão da produção. Portanto conceitos básicos de marketing e estratégias para enfrentar o mercado, determinando preços, buscando clientes, estabelecendo e organizando pontos de vendas, são elementos que também devem ser repassados aos agricultores optantes pelo processo Mandalla.

Mas o lado financeiro do processo também deve ser devidamente trabalhado. A verificação e o entendimento de composição dos custos, formação de preços, cálculo de faturamento, definição de margens de lucros e apuração de resultados, sendo essenciais para o sucesso de qualquer empreendimento, devem constituir um mecanismo que possibilite aos envolvidos ter visão e estimular a atividade como um negócio que remunere adequadamente e se mantenha em funcionamento.

Com essa abordagem, é possível afirmar que o Processo Mandalla de Produção é uma alternativa que pode ser aplicada entre agricultores familiares de todo o Brasil, pois, além das características produtivas, trabalha com mecanismos que orientam outras questões necessárias à sobrevivência da agricultura familiar, ou seja, os aspectos financeiros, comerciais, etc.

2.2.2 Funcionamento do Processo Mandalla de Produção

Após estudos iniciais necessários à viabilidade de implantação da primeira Mandalla, mesmo que exista espaço para implantação de mais de um módulo, é conveniente iniciar com uma unidade, para conhecer todo o processo construtivo, efetivar a produção e comercialização dos produtos e, posteriormente, de posse do manejo adequado e de conhecimentos mais aprofundados, definir a construção e integração de outras Mandallas.

Inicialmente, devem-se verificar as condições topográficas do local, e definir a forma mais adequada, optando-se, sempre que possível, pela forma circular. Criada como modelo-piloto e posteriormente entendida como a mais adequada para o sistema, a forma circular tornou-se a opção mais favorável para o início do processo. Dependendo da topografia e da delimitação da área disponível, outras formas também funcionam, como elíptica, oval, semicircular.

Neste trabalho, apresenta-se, em termos gerais, a construção da Mandalla circular, seguindo o modelo padrão e informações obtidas durante curso realizado em 2005 e 2006, ministrado por técnicos da Agência Mandalla, na cidade de Uberaba, MG. Essas e outras informações estão presentes em Apostilas do curso e podem ser acessadas na página eletrônica da Agência (www.agenciamandalla.org.br).

Em uma área de 2500 m², constrói-se, a partir do centro, um tanque circular com diâmetro de 6m. O tanque tem profundidade central de aproximadamente 1,80 m, sendo escavado em forma de meia esfera, ou seja, a profundidade, ao se aproximar das bordas, vai diminuindo e chega a zero. O formato em meia esfera auxilia na redução de tensões provocadas pelo peso da água utilizada. O tanque é revestido com argamassa de cimento e areia, armado com tela fina e, posteriormente, impermeabilizado com três demãos de uma mistura de cola para madeira, água e cimento. No entorno do tanque, deixa-se uma faixa de terreno de 1,5 m de largura, cercada com tela até a altura de 1,5 m. No lado externo da cerca,

são construídos os canteiros, observando-se o espaçamento adequado, no total de nove círculos, ou seja, nove canteiros.

Considerando-se o diâmetro do tanque, a largura da faixa interna à cerca no entorno do tanque e a largura dos canteiros com o espaçamento, o modelo tem um raio de aproximadamente 25 m, tornando-se um círculo inserido em um quadrado de 50 m de lado ($A = 2500 \text{ m}^2$).

Como diferencial em relação a outros sistemas, deve ser montado o sistema de irrigação. Seis peças de madeira de seção 7 cm x 7 cm, formando uma pirâmide, são instaladas sobre o tanque e servem para sustentar as mangueiras de irrigação (6 ramais), que são distribuídas dividindo os canteiros em 6 faixas principais. Nesses ramais principais de irrigação são conectados os sub-ramais, um para cada canteiro. Para alimentar os ramais e sub-ramais, instala-se uma bomba de $\frac{1}{2}$ CV em uma das bordas do tanque, conectada aos ramais principais, no centro do tanque. Os ramais principais, oriundos do tanque, ficam no próprio terreno e os sub-ramais são fixados em estacas de madeiras com altura aproximada de 75 cm.

Para distribuir a água de irrigação nos canteiros, utilizam-se hastes flexíveis (usadas em limpeza de ouvido), devidamente trabalhadas e fixadas espaçadamente nos sub-ramais, havendo dispersão uniforme de água nos canteiros. Os ramais e sub-ramais são montados com uma mangueira apropriada, flexível, com registros nas ligações que permitem controlar quais canteiros devem receber água, consumindo-se somente o necessário e evitando-se o desperdício presente em alguns modelos de irrigação. Os custos dos produtos utilizados são baixos e a montagem da estrutura, em seu conjunto, não depende de mão de obra especializada. Concluída a estrutura apresentada, testa-se o sistema de irrigação e deve-se iniciar o plantio.

Paralelamente à fase de concepção da estrutura física, deve-se planejar o início da produção, escolhendo as variedades a ser inicialmente cultivadas e construindo as sementeiras com bastante antecedência para iniciar a produção de compostos naturais (adubo orgânico), empregados no solo. A análise do solo é fundamental e, se for necessário, o emprego de corretivo calcário é aceito pelo processo.

A finalidade primeira do tanque é fornecer água para a irrigação dos canteiros, mas se recomenda que sejam criados patos e marrecos no local. Esses animais podem alimentar-se

de restos dos produtos cultivados e de outros alimentos, produzindo dejetos que servem de alimentos para peixes, que também podem ser criados no tanque, constituindo uma cadeia alimentar natural e enriquecendo organicamente a água utilizada na irrigação.

As instruções repassadas pela Agência Mandalla e por seus franqueados devem conter outros elementos, como mecanismos de oxigenação da água do tanque, montagem de sementeiras, gotejadores específicos para plantas que não suportam quantidade exagerada de água nas folhas e outras técnicas. Também fazem parte do processo atividades de educação e de repasse de pequenas tecnologias aos produtores, principalmente rurais, mas acessíveis também a agricultores urbanos, em virtude da simplicidade e do tamanho do sistema.

Segundo os criadores da Mandalla, os três primeiros, em plena produção, do total de nove canteiros, são suficientes para alimentar uma família com seis pessoas. Os demais são utilizados para a produção que pode ser comercializada.

Sugere-se que, nos oito primeiros canteiros, sejam cultivadas hortaliças diversificadas e culturas complementares, como milho, feijão, abóbora, etc, e que, no último, sejam cultivadas frutíferas ou outras espécies que sirvam de proteção ambiental e quebra-vento. É recomendável também a criação de minhocas, responsáveis pela transformação de resíduos animais e vegetais em compostos enriquecidos, produzindo húmus e adubos naturais.

Complementando o modelo, deve-se trabalhar com a criação de animais domésticos. No entorno da Mandalla, é possível montar um pequeno curral para bovinos ou caprinos, viveiro com galinhas ou codornas, pocilga e outras espécies que se adaptem à região. Além de renda, esses animais produzem material para fertilização do solo.

Integrando o conjunto de informações referentes à estrutura física da Mandalla, devem ser seguidos conceitos fundamentais inerentes à produção de alimentos com qualidade e à responsabilidade social, cidadania e ética, incorporados ao processo e difundidos.

Ao se iniciar o trabalho de estruturação de uma Mandalla, deve ser feito um trabalho de conscientização inicial, informando o teor do método utilizado, as obrigações e regras seguidas e a importância social do processo, pois, conforme informações do criador da Mandalla, Willy Pessoa, o sucesso de uns tem atraído a atenção e a incorporação de outros, principalmente vizinhos, permitindo a criação de pequenas associações produtivas e cooperativas, em pequenos municípios do Nordeste brasileiro.

Paralelamente ao processo de conscientização, diversas informações são repassadas. Importância das hortaliças, escolha de variedades, preparo do terreno, adubação orgânica básica, correção e adubação do solo, produção de mudas, colheita, rotação e consorciação de culturas, principais pragas e doenças, estratégias para o manejo e controle de pragas e doenças, emprego de biofertilizantes e defensivos naturais são práticas apresentadas e cobradas no manejo das Mandallas.

Não sendo somente um processo produtivo e comercial, a filosofia Mandalla procura disseminar noções sobre nutrição, importância dos nutrientes e vitaminas contidas nos alimentos, técnicas de higiene e manuseio dos alimentos, culminando com uma relação de receitas para o uso adequado ao melhor aproveitamento desses alimentos.

2.3 Políticas Públicas para a Agricultura Familiar no Brasil

Durante muitos anos, a agricultura familiar brasileira conviveu com dificuldades e cenários desfavoráveis marcados, principalmente, pela ausência de políticas públicas que possibilitassem desenvolvimento e sustentabilidade.

Alguns programas de crédito agrícola, surgidos na década de 1960, não foram disponibilizados de maneira generalizada aos agricultores. Políticas vinculando a concessão de crédito agrícola a condições pré-fixadas em favor de ações para a modernização da agricultura brasileira foram estabelecidas e amarravam o uso de insumos químicos e sementes que possibilitassem a produção em grande escala.

Segundo Bianchini (2000), a partir da década de 1970, o crédito rural com valores crescentes também foi subsidiado e teve um aumento acumulado, em dez anos, de 3228%, chegando a 23 bilhões de dólares em 1979. Ainda segundo Bianchini (2000), em 1979, “90% do valor das vendas de tratores e fertilizantes e mais de 75% dos agrotóxicos adquiridos, foram financiados com o crédito rural”. Com essa medida, agricultores de regiões mais desenvolvidas foram privilegiados, modernizando a produção e acumulando capital e terra. Como os pequenos agricultores ficaram à margem do processo, o custo social dessa política foi altamente prejudicial para o País.

Tal modelo não se sustentou e, em meados da década de 1980, em função da alteração de políticas externas e da crise na economia brasileira, a política agrícola, com

créditos subsidiados e abundantes, foi arruinada com acentuada redução dos recursos financeiros destinados a financiamentos rurais. O cenário ultrapassou a década e a consequência foi o endividamento crescente dos agricultores, resultado das altas taxas de juros e da incapacidade dos preços dos produtos de cobrir despesas financeiras.

Embora à margem desse processo, os pequenos agricultores também sofreram impactos decorrentes dessa crise e o êxodo rural foi uma das consequências mais importantes. Na década de 1990, iniciou-se uma pressão de agricultores familiares e, com o I Grito da Terra Brasil, em 1994, e o II Grito da Terra Brasil, em 1995, surgiu o Programa de Valorização da Pequena Produção Rural e, posteriormente, Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), que substituiu o PROVAP.

O PRONAF foi criado com o objetivo de fortalecer a agricultura familiar, financiando atividades agrícolas e a capacitação e profissionalização dos agricultores familiares, além de apoiar o desenvolvimento de municípios correspondentes. Mas, no primeiro ano de existência, problemas e entraves diversos dificultaram o acesso dos agricultores a essa modalidade de crédito, regulamentado pelo Conselho Monetário Nacional. Critérios de classificação dos agricultores, altos encargos financeiros, taxas de juros e dificuldades impostas pelos bancos para liberação dos recursos resultaram em benefício de um número reduzido de agricultores, sendo 75% dos beneficiados da Região Sul do Brasil.

Em 1996, houve alterações no Programa, com a entrada dos recursos pelo Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) e estabelecimento de novas regras referentes a juros e mudança na classificação dos beneficiários. O Programa evoluiu com o passar dos anos e, atualmente, são várias as modalidades e grupos, com finalidades específicas de financiamentos e juros diferenciados entre os diversos grupos e tetos de créditos, também específicos. Assim, há grupos formados por assentados da Reforma Agrária e por produtores classificados por renda bruta anual e classificados em linhas especiais: agroindústria, PRONAF Jovem, PRONAF Mulher, Semi-Árido, Agroecologia, Floresta e outras.

Quanto aos resultados ou impactos do PRONAF, desde a sua criação, há discussões e diversos estudos, mas deve-se ressaltar que o Programa, criado como uma das primeiras tentativas de se estabelecer políticas públicas voltadas para a agricultura familiar, tem permitido o acesso ao crédito a grande número de agricultores. Verifica-se que o aumento dos recursos de 89 milhões de reais em 1995 para 15 bilhões de reais em 2009, a diminuição dos

juros, a criação de novos grupos com linhas específicas de financiamento, o estabelecimento de seguros de preços, etc. mostram que ocorreram avanços, com benefícios incontestáveis para a agricultura familiar. Entretanto a falta de informação de diversos agricultores sobre o Programa, dificuldades de definição e apresentação de projetos, falta de assistência técnica e outras questões têm impedido o acesso e obtenção desse crédito à maioria dos agricultores familiares distribuídos por todo o país.

2.4 Energias Alternativas

Um tema estratégico que atualmente tem gerado preocupações e conflitos no mundo todo é a questão energética.

Mas promover desenvolvimento econômico e social tem um custo, sendo a sustentabilidade energética condicionante de importância que influencia diretamente no sucesso de iniciativas que visam ao bem-estar da população.

No Brasil, o histórico do consumo de energias apresenta um quadro que se alterou substancialmente a partir da década de 1970, em conjunto com o aumento considerável da população. Segundo Tolmasquim et al. (2007), em 1970, a demanda por energia primária (energia como é extraída da natureza: petróleo, carvão mineral, gás natural, energia hidráulica, urânio, produtos da cana, etc) era inferior a 70 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo), para uma população de 93 milhões de habitantes. Em 2000, para uma população de 170 milhões de habitantes, o consumo foi de 190 milhões de tep, ou seja, quase triplicou. Nesse mesmo período, o crescimento econômico foi instável, com interferências de crises e com taxas anuais de crescimento irregulares.

Ainda segundo Tolmasquini et al. (2007), a taxa média anual de crescimento, de 1970 a 1980. foi de 5,5% e de 2,2% a 3% nas décadas seguintes. Mesmo nos períodos de queda na economia, quando se intercalaram ilhas de maior crescimento, ocorreu maior demanda por energia. Assim, fica evidente que, em épocas de maior crescimento econômico, há o correspondente aumento na demanda por energia. E, nessa perspectiva, estudos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão ligado ao Ministério das Minas e Energia, indicam forte demanda de energia para os próximos anos, estimando-se para 2030 demanda nacional de energia de 550 milhões de tep.

Conforme dados dos Resultados Preliminares do Balanço Energético Nacional – BEN- 2009, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética, mesmo com a crise econômica verificada no Brasil nos dois últimos meses de 2008, não houve alteração significativa no consumo de energia. Segundo os dados do BEN-2009, houve expansão do consumo de todas as principais formas de energia primária, com exceção do consumo de energia hidráulica. No setor de combustíveis, a maior expansão foi no consumo de etanol, com crescimento de 17,7% e aumento de 28,2% no consumo de álcool hidratado. Dados apurados preliminarmente mostram que 54,7% da energia consumida em 2008 são oriundas de fontes não renováveis, com 36,7% referentes ao petróleo e derivados. Energias renováveis contribuíram com 45,3% da matriz energética e a energia hidráulica e a eletricidade, com 13,8% da energia do país em 2008.

A Tabela 3, elaborada por Machado (2009), mostra a participação percentual de cada fonte de energia conforme os resultados preliminares citados.

TABELA 3: Crescimento do consumo de energia primária em 2008 no Brasil

Crescimento do consumo de energia primária em 2008			
Fonte	Crescimento sobre 2007		Participação no aumento
	%	Milhões tep	
Gás natural	16,9%	3,7	27,8%
Cana-de-açúcar e derivados	9,1%	3,5	26,3%
Petróleo e derivados	3,7%	3,3	24,8%
Carvão mineral e derivados	9,5%	1,3	9,8%
Outras fontes renováveis	14,5%	1,1	8,3%
Lenha e carvão vegetal	2,2%	0,6	4,5%
Urânio e derivados	13,1%	0,4	3,0%
Energia hidráulica	-1,7%	-0,6	-4,5%
Total	5,6%	13,3	100,0%

Fonte: Machado, 2009.

É possível, pois, constatar que o Brasil apresenta considerável capacidade de produzir energias a partir de fontes renováveis, cuja concentração está vinculada, substancialmente, a três modalidades: energia hidráulica e eletricidade, lenha e carvão vegetal e produtos da cana-de-açúcar. Outras fontes, de potencial elevado, como a energia eólica e a solar, se encaixam no percentual restante de 3,5%.

Segundo Pacheco (2006), a média mundial de utilização de energias renováveis é de 14%, não passando de 6% nos países desenvolvidos. O Brasil destaca-se no cenário mundial, pela grande biodiversidade, sendo capaz de gerar energia pelas diversas fontes citadas, principalmente as renováveis. Entretanto mais de 50% da oferta interna de energia ainda é proveniente de fontes não renováveis, com destaque para petróleo e derivados (36,7%), gás natural (10,3%) e carvão mineral (6,2%) (BEN, 2009). Esse consumo tem gerado preocupações, pois, além da certeza do esgotamento das reservas, devem ser considerados os problemas ambientais, os danos ambientais. De acordo Goldemberg (2002), “cerca de 85% do enxofre lançado na atmosfera (principal responsável pela poluição urbana e chuva ácida) origina-se na queima de carvão e petróleo, bem como 75% das emissões de carbono responsável pelo efeito estufa”.

Nessa conjuntura, o Brasil se encontra em uma situação conflitante. Está em processo de crescimento econômico, que demanda maior consumo de combustíveis fósseis, com agravamento de problemas ambientais. Na busca de saída para esse dilema, é preciso dar mais eficiência à utilização dos combustíveis fósseis. Segundo Goldemberg (2002), investimentos tecnológicos estão sendo feitos, mas não têm conseguido diminuir suficientemente essa taxa de crescimento.

Para Tolmasquim et al. (2007), o consumo *per capita* de energia no Brasil sempre foi muito baixo. Entretanto, com crescimento e redistribuição da renda, deve aumentar, havendo projeções, para 2030, de consumo de energia primária de cerca de 560 milhões de tep, para uma população de 238 milhões de habitantes. Assim, a demanda *per capita* de energia deve aumentar de 1.190 para 2.345 tep/1000 habitantes entre 2005 e 2030, deixando o consumo inferior ao de Portugal, Grécia, Hungria e África do Sul e igual ao da Venezuela.

Para um processo de crescimento econômico sustentado, espera-se grande aumento da demanda de energia. Assim, Tolmasquim et al (2007) afirmam que o aumento da participação de fontes mais eficientes de energia é questão estratégica, justificando a crescente preocupação mundial com as questões ambientais, especialmente o aquecimento da Terra e as emissões de gases causadores do efeito estufa..

A autosuficiência em geração de energia, com diversificação da matriz energética e diminuição dos impactos ambientais, tem suscitado pesquisas e estudos técnicos e econômicos, na tentativa de desenvolver alternativas de produção que utilizam a força dos

ventos, o sol, combustíveis oriundos da biomassa (etanol, biodiesel e outros), pequenas centrais hidrelétricas, economia do hidrogênio, biogás e outras formas não poluentes.

Nesse sentido, o Brasil encontra-se em vantagem em relação a outros países, pois possui altas taxas de insolação, grandes extensões territoriais favoráveis à produção de biomassa, programas de incentivo à produção de biodiesel e etanol, tecnologia de veículos bicomcombustíveis, parque hidrelétrico estruturado, viabilidade de instalação de pequenas centrais hidrelétricas e um grande rebanho de animais produtores de dejetos utilizáveis em processos de biodigestão, principalmente suínos.

Diante do fato de que algumas dessas fontes alternativas de energia podem ser integradas em sistemas produtivos de agricultura familiar, busca-se neste trabalho verificar a viabilidade da adoção de um sistema de biodigestão anaeróbia que inclui a construção dos elementos componentes desse sistema. O Processo Mandalla, particularmente, integrado à pecuária, pode fornecer biomassa passível de ser utilizada em biodigestores, gerando benefícios à propriedade na qual está instalado.

2.4.1 Biogás

Segundo Teixeira (2003), a biodigestão anaeróbia apresenta, como principais vantagens, produção de gás combustível, controle da poluição das águas, controle de odores, resíduos com valor fertilizante e remoção ou eliminação dos agentes patogênicos da matéria orgânica.

A mistura gasosa resultante do processo de fermentação anaeróbia é denominada biogás. É incolor, altamente combustível, dependendo a proporção de cada gás do tipo de digestor e do substrato a ser digerido, com predominância de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), conforme mostra a Tabela 4. Quanto maior o teor de metano, maior o poder calorífico do biogás, sendo o gás sulfídrico (H_2S), um dos gases da mistura, responsável pelo odor pútrido, quando é liberado sem ser queimado (Teixeira, 2003).

O biogás tem densidade igual a 0,617, sendo, portanto, mais leve que o ar, não se acumulando facilmente e proporcionando menores riscos de explosão, se for comparado a outros gases, como o butano e o propano.

Tabela 4: Composição média da mistura gasosa – biogás

COMPOSIÇÃO MÉDIA DA MISTURA GASOSA	
METANO (CH ₄)	50 a 75 %
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)	25 a 40 %
HIDROGÊNIO (H ₂)	1 a 3 %
NITROGÊNIO (N ₂)	0,5 a 2,5 %
OXIGÊNIO (O ₂)	0,1 a 1 %
ÁCIDO SULFÍDRICO (H ₂ S)	0,1 a 0,5 %
AMÔNIA (N ₃)	0,1 a 0,5 %
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	0 a 0,1 %
ÁGUA (H ₂ O)	variável

Fonte: Ruas et al. (2002)

Conforme apresentam Ruas et al. (2002), 1 m³ de biogás (6000kcal) equivale a:

- 1,7 m³ de metano
- 1,5 m³ de gás de cidade
- 0,8 l de gasolina
- 1,3 l de álcool
- 2 kg de carboneto de cálcio
- 7 kwh de eletricidade
- 2,7 kg de madeira
- 1,4 kg de carvão vegetal
- 0,2 m³ de butano
- 0,3 m³ de propano

A produção de biogás ocorre por meio de um processo biológico de digestão de biomassa que é feito por algumas espécies de bactérias que atuam na ausência de oxigênio. No interior do digestor, a matéria prima sofre deslocamento físico e paralelamente passa por transformação biológica. As bactérias que promovem a digestão não sobrevivem na presença

de oxigênio, mas os resquícios que ficam na mistura são usados pelas bactérias microaeróbias chamadas “Oxygen-loving bactérias” (Teixeira, 2003). Depois de consumido o oxigênio, inicia-se o processo de biodigestão, com a atuação de várias espécies de bactérias anaeróbias. Essas bactérias, tornando-se ativas, provocam uma cadeia de degradações sucessivas, servindo os produtos transformados de alimento para outras bactérias.

O processo de digestão inicia-se com a transformação de substâncias complexas em substâncias mais simples, pela atuação de bactérias que possuem capacidade enzimática de decompor carboidratos, gorduras e proteínas. Nessa fase, denominada de *liquefação*, ocorre hidrólise e formação de ácidos. Matéria orgânica insolúvel ou sólidos voláteis são convertidos em matéria orgânica solúvel. Em seguida, na *fase ácida*, as substâncias mais simples obtidas na fase anterior servem de substratos para as bactérias saprófitas (facultativas) que produzem ácidos orgânicos mais simples, chamados de voláteis (ácido fórmico, ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico), além de acetatos e hidrogênio, havendo liberação de CO_2 e H_2O . Na terceira fase, denominada de *gaseificação*, os ácidos voláteis produzidos na fase ácida são metabolizados por bactérias anaeróbias (metanogênicas), ocorrendo, principalmente, a produção de gás metano (CH_4) e CO_2 . São formados também outros produtos, como H_2S , H_2O , NH_3 . A mistura desses gases é denominada *biogás* (Teixeira, 2003).

Alguns fatores influenciam diretamente no funcionamento e, conseqüentemente, na produção do biogás: tipos de resíduo, relação carbono-nitrogênio, concentração de sólidos voláteis, temperatura, tempo de retenção, pH da biomassa, presença de materiais tóxicos.

Com relação aos tipos de resíduo, deve-se considerar que a matéria orgânica a ser digerida se constitui no alimento utilizado pelas bactérias. Segundo Teixeira (2003), uma das melhores fontes de carbono para os animais e bactérias são os resíduos vegetais. Com alto teor de carboidratos, esses resíduos, se a sua estrutura for fracionada, são mais rapidamente digeridos pelas bactérias, acelerando o processo de digestão. A quantidade de bactérias que age na decomposição da matéria orgânica, no interior do digestor, é determinada pela composição dos substratos orgânicos presentes na mistura e a produção de gás é definida pela

maior quantidade de sólidos voláteis, dos teores de nitratos, fosfatos e sulfatos disponíveis nessa mistura. (Teixeira, 2003).

Alguns tipos de resíduos que podem ser usados:

- Restos de culturas:

Frutas, algas, cactos e outros vegetais, sendo mais produtivos os mais suculentos.

O teor de lignina de alguns vegetais influencia negativamente, pois se trata da fração do vegetal que é insolúvel em água, álcool, éter, etc. Segundo Teixeira (2003), em termos volumétricos, os restos culturais (vegetais) têm maior valor energético que os esterco.

- Esterco

Os dejetos animais são facilmente dissolvidos em água e digeríveis. Ricos em nitrogênio, produzem bom fertilizante e boa quantidade de gás. Apresentam teor de umidade que varia entre 75% e 95% e possuem teor orgânico maior do que o de resíduos domésticos.

- Fezes

Importantes no processo anaeróbio, apresentam, porém, dificuldades no manuseio.

A relação carbono/nitrogênio na matéria orgânica (Tabela 5) é um parâmetro importante, pois esses elementos são os principais alimentos das bactérias. O carbono é usado como energia e o nitrogênio, na construção das estruturas celulares. Deve haver uma relação ideal de carbono/nitrogênio na mistura, situando-se na faixa de 20 a 30 partes de carbono para uma de nitrogênio. A baixa relação carbono/nitrogênio, devido à presença de esterco de animais, pode ser corrigida com a inclusão de resíduos vegetais (Teixeira, 2003).

Outro fator importante é a concentração de sólidos voláteis da biomassa. Isso porque, quanto maior for sua concentração, maior a produção de gás, considerando-se a eficiência do sistema digestor. Esses sólidos voláteis, queimados para produzir o biogás, são componentes da mistura de água e matéria seca presentes na mistura. Essa matéria seca, chamada de *sólidos totais* (Tabela 6), contém duas frações: os sólidos fixos ou cinzas, que sobram após a queima da matéria orgânica, e os sólidos voláteis, que correspondem à fração queimada (Teixeira, 2003).

TABELA 5: Relação Carbono/Nitrogênio em diversos tipos de matéria orgânica

Materiais	Nitrogênio (% peso seco)	C/N
Urina	15 – 18	0,8
Urina humana	18	15
Sangue	6,3	3,0
Farinha de osso	-----	3,5
Peixe seco	-----	5,1
Fezes humanas	5,5 – 6,5	5,0 – 10,0
Galinha	10 – 14	15
Equinos	2,3	25,0
Bovinos	1,7	18,0
Palha de aveia	1,1	4,0 – 8,0
Palha de trigo	0,5	150,0
Serragem	0,1	200,0
Ovinos	3,8	22
Suínos	3,8	20
Feno	4,0	12

Fonte: Lenz S.D., Nogueira 1986, Prakasan 1984 (in: Teixeira, 2003)

TABELA 6: Quantidade de sólidos totais e voláteis nos resíduos animais

Animais	Sólidos totais (%)	Sólidos voláteis % dos sólidos totais
Bovinos	20	80
Equinos	22	72
Suínos	18	94
Caprinos	30	60
Humanos	28	93
Aves	30	80

Fonte: adaptado de Prakasan 1984 (in: Teixeira 2003)

O desenvolvimento e a atividade enzimática das bactérias, no interior do digestor, dependem intimamente da temperatura, sendo definida a temperatura ótima de funcionamento em função do grupo de bactérias que se pretende trabalhar. Há grupos (saprófitas) que se desenvolvem melhor em temperaturas mais baixas, de 20 a 25°C, e grupos (metânicas) que se desenvolvem em temperaturas mais altas, cerca de 35°C. Em temperaturas acima de 45°C, desenvolvem-se as bactérias termofílicas, com maior velocidade de digestão. O rendimento máximo das bactérias termofílicas processa-se em temperatura em torno de 54°C e o das metânicas, em torno de 35°C. (Teixeira, 2003)

A opção por dada temperatura de trabalho depende da definição do volume de gás a produzir, do grau de fermentação e do tempo de retenção da mistura no digestor. Segundo Teixeira (2003), a faixa ideal de temperatura está entre 30 e 35°C, pois combina as melhores condições para o crescimento das bactérias mesofílicas e para a produção de metano com o mínimo de retenção da matéria orgânica no biodigestor.

O tempo decorrido entre a entrada dos materiais no digestor, e a saída, denominado *tempo de retenção*, varia em função de tipo, granulometria, temperatura e pH da biomassa, recomendando-se tempo de retenção entre 4 e 60 dias. (Teixeira, 2003)

Outro parâmetro que influencia a digestão é o pH do meio. É desejável que ele se mantenha entre 6,0 e 8,0, sendo ideal o pH 7,0. Em meio ácido, a atividade enzimática das bactérias é anulada; em meio alcalino, a fermentação produz anidrido sulfuroso e hidrogênio. A queda do pH, no início da fermentação, devido à presença de bactérias acidogênicas da fase anterior, é normalizada quando os ácidos voláteis e compostos de nitrogênio são digeridos e se formam compostos de amônia, estabilizando o pH.

Além dos fatores citados, a presença de materiais tóxicos interfere no funcionamento do digestor e na produção do biogás. Assim, detergentes, desinfetantes, pesticidas e outros produtos químicos devem ser evitados, pois, mesmo em baixas concentrações, podem provocar a intoxicação e morte das bactérias metanogênicas.

2.4.2 Benefícios do Biodigestor

Determinadas atividades agropecuárias apresentam carga poluente que exige soluções que diminuam os impactos, com consumo mínimo de energia. Nesse sentido, a instalação de biodigestor pode contribuir para o desenvolvimento da agricultura familiar, na medida em que proporciona geração de energia, controle da poluição, redução de odores, produção de biofertilizante e remoção de agentes patogênicos.

- Controle da Poluição:

Algumas atividades agrícolas apresentam grande quantidade de resíduos orgânicos que, lançados diretamente no solo ou em cursos d'água, certamente provocam poluição. Para que seja decomposto, esse material orgânico necessita da ação de bactérias saprófitas, que

também absorvem o oxigênio da água. Ao absorver o oxigênio da água, durante o trabalho de degradação de matéria orgânica, essas bactérias causam sérios danos nos rios, lagos, represas, etc, pois comprometem a sobrevivência dos organismos aquáticos.

Para evitar essa degradação provocada pela diminuição do teor de oxigênio em cursos d'água, é fundamental que se faça a decomposição da matéria orgânica dos resíduos que serão descartados. Os resíduos de menor potencial poluente determinam menor demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e também menor demanda química de oxigênio (DQO).

Segundo Teixeira (2003), esses dois parâmetros avaliam o teor orgânico da água:

A DBO é a quantidade de oxigênio requerida pelas bactérias para decompor a porção biodegradável da matéria orgânica, em um período prefixado de tempo, usualmente, cinco dias. A DQO é a quantidade de oxigênio requerida para oxidar de forma total, quimicamente, a matéria orgânica.

Ainda conforme Teixeira (2003), um dos métodos que podem ser empregados para tratamento de resíduos poluidores de origem orgânica é a biodigestão anaeróbia, com produção de biogás e biofertilizante, havendo redução de 70 a 90% da carga de DBO e de 60% da DQO do efluente. Mesmo assim, o efluente do sistema anaeróbio ainda é altamente poluidor, mas, como há eliminação de grande parte da matéria orgânica, há também redução na capacidade poluente. Ainda, segundo Teixeira (2003), se o material do efluente do biodigestor passar por outro tratamento aeróbio, a capacidade poluidora será reduzida ao máximo.

- Biofertilizante

O efluente do biodigestor, denominado de biofertilizante, é rico em nutrientes orgânicos e inorgânicos (Tabela 7) e mantém a capacidade de fertilização do substrato empregado na digestão anaeróbia. No processo de ação microbiana, os compostos orgânicos, após digestão apresentam 50% de nitrogênio sob a forma de amônia, pronto para ser assimilado pelas plantas. O biofertilizante mantém o teor de fosfato, com disponibilidade de aproximadamente 50%, apresentando ainda outros nutrientes: potássio, cálcio, magnésio, zinco, ferro, níquel. E sua qualidade depende do material utilizado como substrato.

Segundo Teixeira (2003), o biofertilizante é mais rico em húmus e tem granulação mais fina que o substrato, facilitando a mistura no solo, o que contribui para a recuperação e conservação da fertilidade. O biofertilizante apresenta pH entre 7,5 e 8,5, funcionando como corretivo de acidez. Tendo pH mais elevado, dificulta a propagação de fungos patogênicos. Pode ser facilmente bombeado e não deve ser usado em excesso: a quantidade a ser aplicada pode variar, situando-se entre 20-60m³ por hectare.

Há diversas vantagens no uso do biofertilizante: economia em comparação ao preço dos adubos químicos industrializados e outros insumos, melhoria da estrutura e textura do solo, aumento da capacidade de retenção da umidade do solo devido à incorporação de matéria orgânica, diminuição de ervas daninhas e outras pragas em função da decomposição das sementes no biodigestor, eliminação do odor exalado por matéria orgânica em decomposição, redução da presença de coliformes fecais dos dejetos, diminuição dos danos ao meio ambiente, etc.

Tabela 7: Quantidades de N, P₂O₅, K₂O e H₂O no esterco.

Estercos	Nutrientes			
	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	H ₂ O (%)
Bovinos	0,60	0,15	0,45	86
Eqüinos	0,70	0,35	0,55	78
Suínos	0,50	0,35	1,00	87
Ovinos	0,95	0,35	1,00	68
Avícolas	2,50	1,80	1,50	55

Fonte: Nogueira 1986 (in: Teixeira, 2003)

- Produção de Gás Combustível

A obtenção do biogás, um dos produtos da biodigestão anaeróbia, e sua utilização como fonte de energia podem resultar em economia e preservação ambiental no meio rural. A utilização dele como gás de cozinha, em substituição à lenha em fogões domésticos, pode contribuir para a preservação de matas e evitar a emissão de gases, como dióxido de carbono, monóxido de carbono, poluentes e contribuintes para o efeito estufa.

Em outra vertente, o biogás pode ser utilizado em equipamentos adaptados, como lampiões, motores de combustão interna, chocadeiras, lampiões, geladeiras e outros.

- Controle de Odores

A decomposição de resíduos de matéria orgânica provoca a fermentação e liberação de gases com odores, que incomodam bastante as pessoas. Atividades rurais, como criação de aves e de suínos, também exalam cheiro desagradável, que deve ser evitado. Utilizando-se o processo de biodigestão anaeróbia, os gases exalados na decomposição da matéria orgânica ficam retidos no biodigestor e seu efluente, ao ser liberado, apresenta um odor ameno, que desaparece em contato com o ar.

- Remoção de agentes patogênicos

Resíduos agrícolas, humanos e animais possuem grande quantidade de bactérias, vírus, vermes e fungos, sendo muitos deles agentes patogênicos que, lançados diretamente no solo ou em cursos d'água, podem causar risco de contaminação de animais, seres humanos e plantas. Como exemplos aparecem a *Escherichia coli*, salmonellas, ovos de helmintos, como de *Taenia solium* e *Taenia saginata*, *Ascaris lumbricóides*, etc.

A biodigestão anaeróbia trata os resíduos da agricultura, do homem e dos animais, reduzindo a presença de moscas e de organismos patogênicos e quebrando um ciclo que poderia contaminar até outras áreas.

Segundo Jorge (2004), ocorre a redução bacteriana e de ovos de vermes (Tabela 8), devido ao fato de existir no biodigestor um ambiente de ausência de luz e oxigênio e pH ácido, onde esses microorganismos competem com as bactérias anaeróbias desenvolvidas no próprio substrato, reduzindo a população. O tempo de retenção do material no biodigestor também influencia no resultado final.

Tabela 8: Porcentagem de redução de alguns organismos através da biodigestão anaeróbia

Organismo	Temperatura (°C)	Tempo de digestão (dias)	Redução (%)
Polivírus	35	2	98,5
<i>Salmonella</i> SSP	22 – 37	6 – 20	82 – 98
<i>Salmonella typhosa</i>	22 – 37	6	99
<i>Mycobacterium tubérculo</i>	30	-----	100
<i>Ascaris Lumbricóides</i>	29	15	90
Cistos de parasitas	30	10	100

Fonte: Nogueira 1986 (in: Teixeira, 2003)

2.4.3 Modelos de Biodigestor

O biodigestor é constituído de uma câmara de fermentação fechada, onde bactérias realizam a digestão anaeróbia de biomassa, e de uma câmara acumuladora do gás, liberado no processo. Pode ser também um tanque revestido e coberto por uma manta ou lona impermeável, com tubos de entrada e saída, devendo ser totalmente vedado, para criar um ambiente sem a presença de oxigênio.

Quanto à forma de abastecimento, o biodigestor é classificado em: batelada e contínuos.

- Biodigestor em batelada

Recebe o carregamento do material orgânico a ser digerido de uma só vez, sendo mantido fechado. Após determinado tempo, a produção de gás se inicia, prosseguindo até consumir todo o material. Terminado o processo, o material fermentado é descarregado e o biodigestor é novamente carregado com material orgânico. Este tipo de biodigestor pode ser construído com uma única câmara de fermentação e um gasômetro ou com várias câmaras de fermentação independentes, que são carregadas sequencialmente.

- Biodigestor contínuo

É construído de tal forma que pode ser abastecido diariamente. A cada entrada de substrato orgânico a ser digerido deve haver a correspondente saída de material tratado. Cada carga necessita de tempo de retenção, que varia de 30 a 50 dias, dependendo do meio onde o biodigestor foi construído. É conveniente triturar os resíduos vegetais e diluir a matéria orgânica, para evitar entupimentos e formação de crostas.

Existem diversos modelos de biodigestor contínuo, podendo ser citados:

Modelo indiano – o material se movimenta verticalmente em duas câmaras de fermentação;

Modelo chinês – tem uma câmara de fermentação, sem necessidade de uso do gasômetro;

Modelo paquistanês;

Modelo tailandês;

Modelo coreano.

No Brasil, os mais utilizados em propriedades rurais são o indiano, o chinês e o em batelada. Na construção de qualquer desses modelos, são necessários alguns cuidados e observações locais, devendo-se precisar a finalidade principal do biodigestor: produção de energia, controle de poluição ou produção de biofertilizante. Os principais fatores que devem ser considerados, ao se projetar um biodigestor, são:

- Tipo e quantidade de resíduos disponíveis, verificando-se condições de transporte e preparo;
- Tamanho, definido em função da disponibilidade de substrato e das necessidades da propriedade familiar;
- Tipo de solo e presença de lençol freático;
- Valores máximos e mínimos da temperatura local, pois a temperatura média influencia na produção do biogás e no tempo de retenção hidráulica, definindo até se há necessidade de utilizar sistema de aquecimento do material na câmara do biodigestor;
- Mão de obra no manejo do biodigestor, o que pode determinar o modelo a ser construído, em função da qualificação dos operadores do sistema;
- Localização, com aproveitamento de declives do terreno, para facilitar a descarga do material digerido, devendo a proximidade da fonte de consumo do biogás também ser verificada e facilitada;
- Condições de remoção e utilização do biofertilizante.

Verificadas as condições anteriores e os dados referentes à produção diária de resíduos animais, vegetais e humanos, é possível projetar a produção de biogás.

A Tabela 9 mostra dados referentes à produção diária de resíduos de algumas espécies animais e as Tabelas 10 e 11 apresentam dados sobre a produção de biogás a partir de vários tipos de resíduos, sendo úteis para se realizarem os cálculos e dimensionar o biodigestor que se deseja construir.

Tabela 9: Produção diária de resíduos de algumas espécies animais

Fonte	Produção	Unidade	Observação
Bovino	10	Kg/cabeça	animal estabulado
Bovino	26 – 36	kg/454 kg de animal	fezes + urina
Suíno	5,23	kg/animal de 73 kg	fezes + urina
Suíno	2,55	kg/animal entre 18 e 36 kg	fezes + urina
Ganso e peru	0,23	kg/dia	
Frango de corte	0,05	kg/dia	
Galinha postura	0,14	kg/dia	
Eqüino	27	kg/454 kg de animal	
Humano	0,23	kg/dia	fezes
Humano	1,23	kg/dia	fezes + urina

Fonte: Benincasa et al., 1991 (in: Teixeira, 2003)

Tabela 10: Produção de biogás a partir de alguns resíduos agropecuários

Tipos de Resíduo	l/kg resíduo fresco	l/kg resíduo seco	l/kg ST	l/kg SV
Bovino	26-43	270-360	170-260	
Suíno	39-70	460-560		
Eqüino		260-380		490
Aves		520-620		
Humanos				500
Vegetais	26,4 – 52,1			
Palhas	26,4 – 43,1	336-364		
Palha de Arroz		105		
Baronesa (aquapé)		374		

Fonte: Benincasa et al 1991 (in: Teixeira, 2003)

2.4.4 Utilização do Biogás

As possibilidades de uso do biogás podem significar economia de consumo de combustíveis fósseis, equilíbrio ambiental no meio rural, além de evitar a utilização de lenha de matas nativas.

Como fonte de energia, o biogás pode ser empregado em equipamentos que sejam adaptados ao seu uso, como fogões, lampiões, geladeiras, chuveiros, chocadeiras, campânulas

para pintinhos, secadores diversos, motores de combustão interna, geradores de energia elétrica e conjunto moto-bomba. A Tabela 12 mostra os potenciais usos do biogás.

Tabela 11: Produção de biogás a partir de alguns resíduos orgânicos e agroindustriais

Material Orgânico	m ³ Biogás/kg material seco
Esterco bovino	0,27 – 0,36
Esterco bubalino	0,27 – 0,36
Esterco suíno	0,46 – 0,56
Esterco eqüino	0,26 – 0,38
Esterco ovino	0,25 – 0,35
Esterco avícola	0,52 – 0,62
Palha de arroz	0,300
Palha de trigo	0,300
Palha de feijão	0,380
Palha soja	0,300
Haste de linho	0,359
Restos de girasol	0,300
Folhas de parreira	0,270
Folhas de batateira	0,270
Folhas de árvores	0,245
Barroesa (aguapé)	0,35 – 0,41
Lixo urbano	0,05
Vinhoto	15m ³ /m ³

Fonte: Nogueira, 1986 (in: Teixeira, 2003)

A condução do biogás pode ser feita por tubos metálicos ou plásticos, devendo ser tomados alguns cuidados operacionais:

- Verificação da pressão entre o digestor e o ponto de consumo;
- Verificação do diâmetro da tubulação de condução do gás;
- Instalação de dispositivo corta-fogo que impeça a penetração de fogo pela tubulação até o gasômetro;
- Instalação de drenos para o vapor d'água que pode se acumular na tubulação de condução do gás;
- Instalação de descarregador de pressão;
- Instalação de filtro de gás sulfídrico (H₂S).

Tabela 12: Necessidade e uso do biogás

Uso	Consumidor	Razão de Consumo Pressão: 15 Cca
Cozimento	Queimador com 0,5 mm de diâmetro	0,32 m ³ /hora
Cozimento	Queimador com 1,0 mm de diâmetro	0,46 m ³ /hora
Cozimento	Queimador com 1,5 mm de diâmetro	0,63 m ³ /hora
Cozimento	Por pessoa	0,33 a 0,42 m ³ /dia
Cozimento	Fervura de água (100 °C)	0,74 m ³ /litro
Iluminação	Uma Lâmpada de camisinha	0,07 a 0,08 m ³ /hora
Iluminação	Duas lâmpadas de camisinha	0,14 m ³ /hora
Iluminação	Três lâmpadas de camisinha	0,16 m ³ /hora
Refrigerador	Queimador	0,008 m ³ /Litro do espaço interno/dia
Incubador	Queimador	0,49 a 0,71 m ³ /m ³ / do espaço do incubador/hora
Potência do freio	Motor de combustão interna	0,45 m ³ /HP/hora
Campânula para pintos	Queimador	0,250 m ³ /hora
Chuveiro queimador	Queimador	0,74 m ³ /banho-pessoa

Fonte: Teixeira, 2003

3 METODOLOGIA

O presente estudo foi estruturado tendo como referência um estabelecimento familiar (Fazenda Lessa – município de Ouro Preto/MG), na perspectiva da produtividade da área de forma sustentável e capaz de prover parte das necessidades alimentares da família, bem como trazer retorno econômico. Nesse contexto, a implantação do Sistema Mandalla de Produção constituiu-se na primeira ação, pautada no conceito de sustentabilidade socioambiental e econômica. Esse trabalho foi estruturado no final de 2008 e coordenado por mim ao longo de 2009, culminando com produtividade e comercialização dos produtos, além de viabilizar perspectivas de integração de novos projetos.

Partindo dessa infraestrutura existente e levando em consideração a dinâmica da propriedade, buscou-se agregar uma fonte alternativa de energia, como forma de minimizar custos, reciclar fontes de energia e atender às demandas da propriedade e seus moradores: a produção de biogás pelo sistema de biodigestão.

A integração dessa forma alternativa de energia ao Sistema Mandalla de Produção, parte do pressuposto de que cada local tem características próprias e de que sua transposição para outros locais deve ser adequada à realidade. Assim, o presente estudo é composto de duas partes: descrição da implantação da Mandalla na Fazenda Lessa e estudo da viabilidade econômica da construção de biodigestor integrado ao Sistema Mandalla de Produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Breve Histórico da Fazenda Lessa

A área atualmente denominada Fazenda Lessa foi adquirida pela família do Sr. José Marques de Oliveira, em meados dos anos de 1960. Desde essa época, as atividades desenvolvidas restringiram-se basicamente à criação de gado bovino, de raças não definidas ou mistas, com padrão de qualidade baixo, destinado ao abate e à venda em açougues do município de Ouro Preto/MG, pois o proprietário da fazenda, juntamente com filhos, trabalhava no comércio de carne.

Após abandonar esse comércio, na década de 1990, a atividade de criação de gado bovino teve continuidade e, paralelamente foi estruturada uma área para produção de hortaliças, comercializadas também em Ouro Preto/MG.

Há aproximadamente seis anos a produção de hortaliças foi abandonada e foram construídos três tanques para peixes, com o objetivo de comercialização, no sistema chamado pesque-e-pague, que funciona até os dias atuais. A criação de bovinos, em sistema precário, ainda prevalece, com os objetivos de engorda dos animais para abate e produção de pequeno volume de leite.

A horta que havia ocupou área aproximada de um hectare e, segundo informações dos proprietários, era mantida com adubos naturais, sem a utilização de herbicidas e defensivos químicos. Ainda segundo eles, a produção de hortaliças não prosperou devido à grande concorrência com produtos oriundos de outras cidades, cultivados em maior escala. Embora estes não apresentassem cuidados em relação à utilização de agrotóxicos, tinham preços competitivos.

4.2 Caracterização da Área de Estudo

O estabelecimento familiar Fazenda Lessa tem a área de 60,50 hectares, com localização bastante privilegiada, pois está situada no km 84 da BR 356, principal rodovia de acesso à cidade de Ouro Preto/MG, a 12 km da sede. A Figura 1 permite visualizar a localização da Fazenda Lessa em relação a Belo Horizonte (capital) e alguns municípios vizinhos.

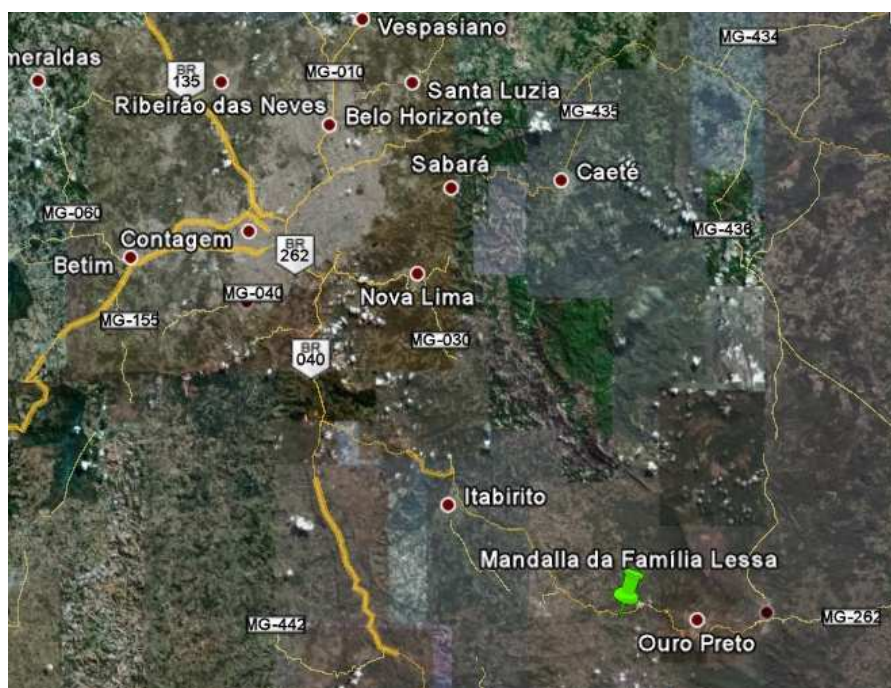


Figura 1: Localização da Fazenda Lessa (Mandalla da Família Lessa)

Fonte: <http://maps.google.com.br/> Acesso: 30/09/2009 – mapa adaptado.

A BR 356 divide a propriedade em duas áreas bastante distintas. A primeira, situada, em nível mais elevado em relação à rodovia, apresenta topografia bastante irregular, com morros apresentando cotas acima de mais de 100m do nível da estrada (Figura 2). As construções existentes no terreno situam-se a 200m da estrada, com acesso semipavimentado. Existem duas construções que servem para moradia (em condições precárias), um curral improvisado, porém utilizado, e uma área destinada ao comércio de peixes, no sistema denominado pesque-e-pague, além de uma construção adaptada para o comércio de bebidas e refeições, que atende aos frequentadores.

A vegetação era típica do cerrado, com predominância de candeia e outras espécies, mas sofreu diversas queimadas. Atualmente está em processo de recuperação, não sendo agredida por queimadas há mais de quatro anos.



Figura 2: Localização da Fazenda Lessa em relação à rodovia Br 356

Fonte: <http://maps.google.com.br/> Acesso: 30/09/2009 - adaptado

A segunda área, com mais ou menos 40 hectares, situada em nível abaixo da estrada, pode ser considerada como mais propícia para aproveitamento em atividades agropecuárias e até em turismo e lazer. Com topografia menos acidentada, apresenta trechos quase planos e outros com maior declividade, embora sejam adequados para atividades de agricultura e pecuária.

Na área mais plana, existem três tanques para criação de peixes, com área aproximada de 500 m², sendo atualmente explorados de maneira incipiente (Figura 3). As construções citadas estão nessa segunda área, em estado precário de conservação.



Figura 3: Tanques de criação de peixe para comercialização no sistema pesque-e-pague da Fazenda Lessa

Fonte: arquivo do autor

Embora a propriedade tenha 60,5 hectares, podem-se considerar, como área aproveitável para atividades de agropecuária, aproximadamente 40 hectares. O restante é uma área de difícil manejo, servindo, entretanto, como área de preservação.

Na propriedade existe um microtrator Agrale, com carretinha de madeira, implementos agrícolas, um conjunto moto-bomba que pode ser utilizado para irrigação ou bombeamento de biofertilizante e uma máquina para beneficiamento de capim.

4.3 Construção da Mandalla

Na área mais propícia às atividades de lavoura, que pode se referida como o centro geográfico da propriedade, foi construída a primeira Mandalla (Figura 4). As condições topográficas permitem a construção de mais dois módulos, que, segundo o proprietário, devem ser implantados após a concretização do primeiro.



Figura 4: Localização da Área da Mandalla na Fazenda Lessa

Fonte: <http://maps.google.com.br/> Acesso: 30/09/2009 -adaptado

Após o repasse das informações sobre o Projeto Mandalla, verificada a pertinência da instalação de um modelo piloto na área citada, foi feito o orçamento referente ao investimento. Diante da limitação financeira do proprietário, a Agência do Banco do Brasil em Ouro Preto concedeu Crédito Rural ao Amparo do PRONAF – Grupo D, conforme Declaração de Aptidão ao PRONAF Nº MG1/200935356151, para implantação do exemplar inicial da Mandalla.

O modelo construído é a forma circular, nas dimensões apresentadas anteriormente (2500 m²). Após a montagem física da estrutura, a fase de produção passou a ser orientada e

acompanhada por um técnico da EMATER-MG. Todas as orientações de manejo foram seguidas e a produção teve início em meados de 2009.

Por definições do proprietário e pela experiência produtiva do passado, as primeiras espécies plantadas foram alface comum, alface americana, almeirão, cebolinha, salsa, mostarda e brócolis (Figuras 5 e 6). O manejo e colheita ocorreram sem transtornos e foi necessária a contratação de um lavrador para trabalhar diretamente na Mandalla, pois a família não tem disponibilidade para atuar diariamente nos trabalhos necessários à produção das variedades escolhidas.

A comercialização foi iniciada em bancas de feiras livres na cidade de Ouro Preto, três vezes por semana, sendo feita por integrantes da própria família, sem intermediários. Essa possibilidade de atuar contou com apoio direto da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Agricultura do Município. Mas tem havido fornecimento a restaurantes da cidade de Ouro Preto, por solicitação. Os produtos estão sendo ofertados com preços, em média, 20% superiores ao de produtos similares comercializados nas mesmas feiras, com a justificativa de que são isentos de defensivos químicos e produzidos com adubos naturais, além de apresentar maior peso.

Na segunda fase foram plantadas outras variedades, principalmente cenoura e beterraba, com o objetivo de diversificar a produção (atendendo aos princípios da Mandalla), e também visando ao atendimento de demanda manifestada por clientes.

Segundo integrantes da Família Lessa, as vendas e conseqüentemente a arrecadação, ainda não estão no padrão esperado. Portanto outras iniciativas de comercialização têm que ser empreendidas. Nesse aspecto, o empreendimento está sendo acompanhado por técnicos da Agência de Desenvolvimento de Ouro Preto (ADOP), entidade financiada por empresas da cidade, que atua visando à implantação e ao desenvolvimento de iniciativas que promovam geração de renda no Município.



Figura 5: Vista panorâmica da Mandalla construída na Fazenda Lessa
Fonte: arquivo do autor (agosto/2009)



Figura 6: Vista panorâmica do tanque do Sistema Mandalla da Fazenda Lessa

Fonte: arquivo do autor (agosto/2009)

Entretanto, mesmo atingindo um padrão de arrecadação que cobre as despesas e remunere a Família Lessa com o modelo de Mandalla implantado, outras iniciativas de

produção devem ser incorporadas. E essa integração de fontes produtivas faz parte do Sistema Mandalla de Produção apresentado neste trabalho.

Nessa linha são apresentadas alternativas que podem ser incorporadas à Mandalla da propriedade Fazenda Lessa e que devem elevar a renda almejada no início do processo que originou essa Mandalla. Assim, além de incorporar criação de animais, está sendo proposta a construção de um sistema de biodigestão, que deve atuar como fonte de energia e agente de conservação do meio ambiente na propriedade.

4.4 Construção de um Biodigestor

Conforme foi afirmado anteriormente, o Sistema Mandalla de Produção tem também preocupação constante com o meio ambiente e com o uso racional das fontes energéticas disponíveis, visando à reestruturação do equilíbrio ambiental e preservação da biodiversidade.

Como processo produtivo, integra às hortaliças, culturas complementares (milho, feijão, etc), espécies frutíferas e outras, criação de animais domésticos (bovinos, suínos, caprinos, aves), que geram resíduos que devem ser utilizados como insumos. Ricos em matéria orgânica e nutrientes, esses insumos podem ser tratados e incorporados ao solo, contribuindo para a melhoria da produção vegetal e geração de gás aproveitável como fonte de energia.

Nessa perspectiva, a construção de um biodigestor, na propriedade em estudo, integrado ao Sistema Mandalla de Produção, pode contribuir para que ocorra redução dos impactos ambientais, com possibilidade de obtenção e uso de energia renovável e barata e benefícios econômicos, atendendo ao conceito de desenvolvimento sustentável e de produção, sem agressão ao meio ambiente.

4.4.1 Produção Agropecuária da Fazenda Lessa

Na Mandalla de 2500 m² estão sendo cultivados alface comum, alface americana, almeirão, cebolinha, salsa, mostarda, rúcula, beterraba, brócolis e cenoura. A produtividade

varia em função da rotação de culturas e da área específica plantada de cada vegetal. Outras culturas devem ser incorporadas: tomate, batata doce, alho, cebola, etc.

No tanque central, com volume aproximado de 30 m³, estão sendo criadas tilápias, com linhagem adaptada para a temperatura média da região, em torno de 18 °C.

Em um local fechado, adaptado como galinheiro, existem aproximadamente 200 aves, entre frangos, galos, galinhas e filhotes. Em regime semiestabulado, há atualmente 20 cabeças de gado bovino, que se alimentam de ração feita com capim processado na propriedade, resíduos oriundos do manejo dos vegetais da Mandalla e, em pequena escala, pastagens existentes na Fazenda.

Deve ser incorporada ao sistema uma criação de suínos, com o objetivo de produzir leitões a ser vendidos com mais ou menos 60 dias e aproximadamente 20 kg. Os dejetos animais abastecerão o biodigestor, pois os restos de vegetais são utilizados para alimentar aves, suínos e bovinos.

Com os investimentos na aquisição de animais e adequação da estrutura física para recebê-los, pretende-se trabalhar na Fazenda com o seguinte plantel:

- Suínos de raça a ser definida: 12 matrizes, 1 macho e 40 leitões com até 25 kg. A perspectiva é que o plantel suíno atinja esse número, no período de 12 meses e os quantitativos podem variar em função do manejo, de perdas ou de rendimentos mais elevados, nos partos das matrizes. A previsão média é de dois partos por matriz por ano, com nascimento de dez leitões por parto.
- Bovinos: 20 cabeças (entre machos e fêmeas), para produção de leite e engorda, em regime de semiconfinamento. Pretende-se que o número de animais aumente.
- Ovinos: 5 cabeças (entre machos e fêmeas), em regime de semiconfinamento.
- Aves: galinhas caipiras para postura (60 cabeças), frangos caipiras para abate (90 cabeças), frangas para reposição de matrizes e também para abate (90 cabeças), galos (6 cabeças), pintinhos (180 cabeças), perus (5 cabeças).

As aves devem ficar confinadas, pois podem danificar as plantações. E os números previstos devem ser completados em doze meses e variar em função do manejo e da qualidade das aves. A recria deve ser feita em chocadeira elétrica. Foi considerada a postura de 65 ovos/ano para cada galinha caipira e a venda dos frangos aos 70 dias de vida, aproximadamente. Havendo melhoramento na raça, a produção de ovos pode aumentar, com o conseqüente aumento do plantel.

4.4.2 Modelo do Biodigestor

Foi definida a implantação de um biodigestor no modelo indiano. As condições topográficas favorecem a construção, não havendo dificuldades técnicas na execução das paredes curvas do corpo do digestor. Possíveis dificuldades na construção do gasômetro devem ser atenuadas, pois na propriedade há sucatas de chapas que podem ser aproveitadas e a disponibilidade de caldeirarias na região facilita a montagem do gasômetro.

4.4.3 Dimensionamento do Biodigestor

Considerando-se os dados das Tabelas 4, 5 e 6, apresentadas anteriormente, e o plantel de animais definido como fornecedor de biomassa para alimentar o biodigestor, foi possível calcular o volume de biogás que pode ser produzido diariamente: 26,60 m³ (Figuras 7 e 8). Com esse volume, definiu-se em quais equipamentos ou instalações o gás pode ser utilizado:

- 1 fogão de cozinha residencial para uso de quatro pessoas em três períodos: das 5h às 7h, das 8h às 12h e das 17h às 19h, com consumo dividido igualmente nos três períodos;
- 1 geladeira de 310 litros, funcionando 24 horas;
- 1 chuveiro a gás, utilizado para o banho de quatro pessoas, no período das 17h às 19 h;
- 1 motor de combustão interna de 5 HP, a ser utilizado no período das 13h às 15h;

- 6 campânulas para aquecimento de pintinhos, funcionando no período das 24h às 6 h;
- 1 incubadora para trezentos ovos, funcionando 24h;
- 6 lampiões a gás, funcionando nos seguintes períodos: 3 unidades das 5h às 7 h; 6 unidades funcionando das 18 h às 22 h; 1 unidade funcionando das 22 h às 5 h.

Computados os gastos específicos de cada instalação e/ou equipamento, calcula-se o volume de gás de 26,46 m³ necessário para atender à demanda. Abaixo, porém próximo do que pode ser produzido pelo biodigestor e do volume adotado para o seu dimensionamento e da caixa de carga.

Seguindo o método apresentado por Teixeira (2003), são as seguintes as dimensões para o biodigestor:

- $D_i = 4,70$ m (Diâmetro interno do biodigestor)
- $H = 5,20$ m (Altura do biodigestor)
- $D_g = 4,80$ m (Diâmetro interno do gasômetro)
- $h_2 = 0,24$ m (Altura útil do gasômetro)
- $h_1 = 0,20$ m (Pressão no biodigestor igual a 0,20 kgf/cm²)
- $h = 4,96$ m (Altura útil do biodigestor)
- $D_s = 5,00$ m (Diâmetro do gasômetro mais 20 cm - selo do gasômetro)
- $P_g = 3617$ kg (Peso do gasômetro)
- $D_e = 5,18$ m (Diâmetro externo do biodigestor)
- $D_b = 5,38$ m (Diâmetro da base do biodigestor)
- $\sigma = 0,60$ kgf/cm² (Resistência mínima do terreno à compressão)
- $V_c = 1,69$ m³ (Volume da caixa de entrada do biodigestor)
- $h_c = 0,75$ m (Altura da caixa de entrada do biodigestor)
- $l_c = 0,75$ m (Dimensão do lado da caixa de entrada do biodigestor)
- $e = 0,30$ m (Distância da entrada ao fundo do biodigestor)
- $a = 0,50$ m (Distância do fundo da caixa de entrada ao solo)
- $b = 0,20$ m (Altura da caixa de saída do biodigestor)

Observações:

- O biodigestor deve ser abastecido com 4 cargas diárias
- Tempo de retenção – 50 dias
- Espessura da chapa do gasômetro – 2 mm
- O volume de biofertilizante produzido deve ser precisado durante o funcionamento do sistema.

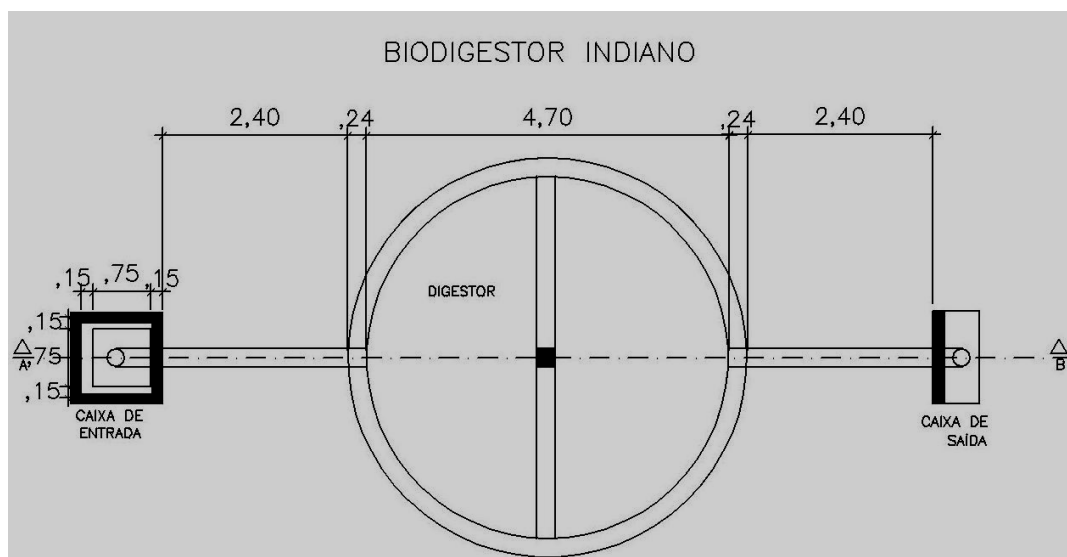


Figura 7: Planta do biodigestor: sem escala

Fonte: Teixeira (2003)

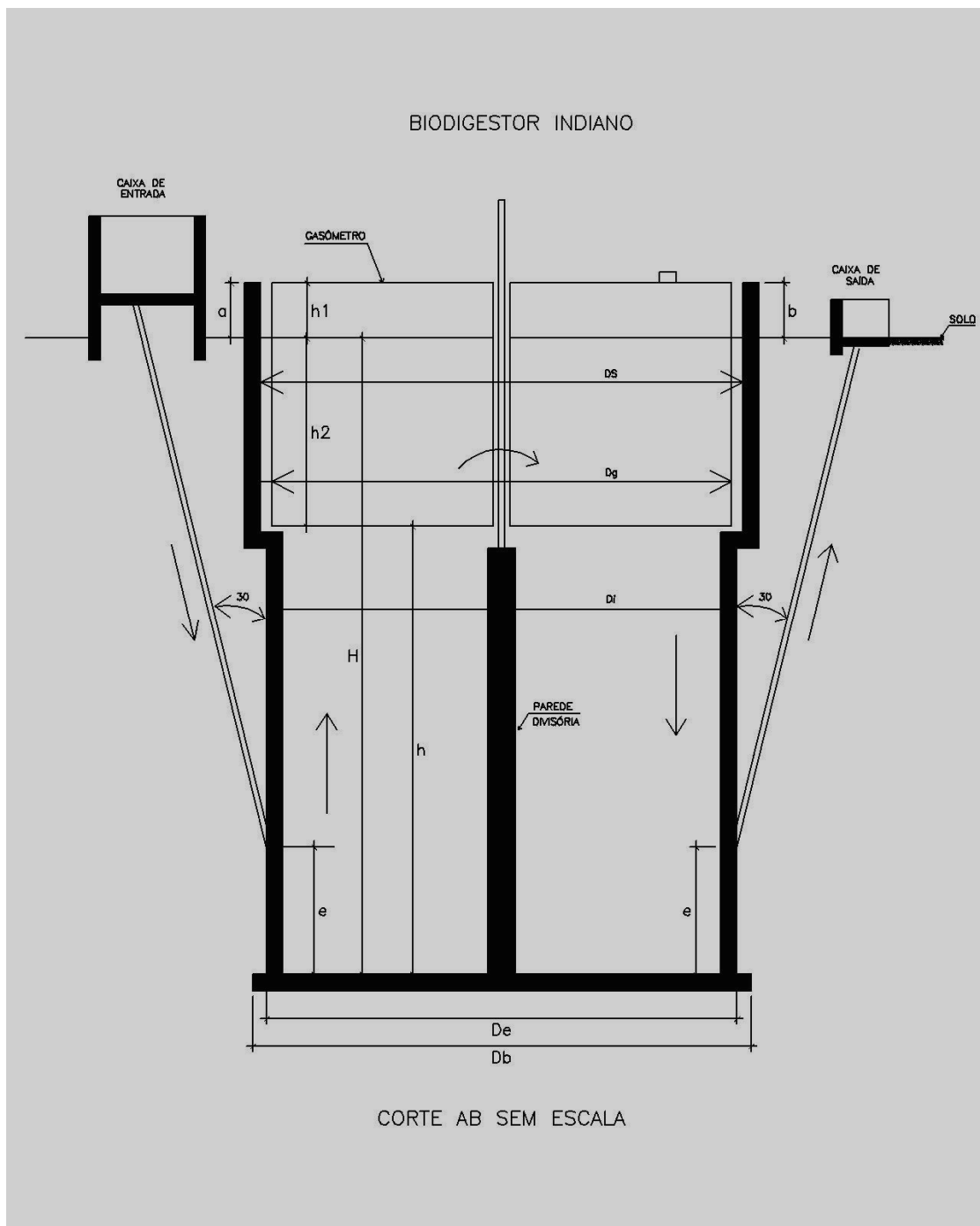


Figura 8: Biodigestor - Corte A-B: sem escala
Fonte: Teixeira (2003)

4.4.4 Custo Estimado do biodigestor

O biodigestor projetado para a Fazenda Lessa, conforme o desenhado e o apresentado, terá um custo total estimado no valor de R\$15.400,00(quinze mil e quatrocentos reais):

- Custo estimado para os serviços de escavação e alvenaria, incluída mão de obra e material: R\$10.200,00 (dez mil e duzentos reais).
- Custo estimado para a montagem do gasômetro, incluída a aquisição do material e a mão de obra de montagem da estrutura: R\$5.200,00 (cinco mil e duzentos reais).

Existem na propriedade alguns materiais necessários à montagem do gasômetro, podendo haver redução de gastos de aproximadamente 15%, nos custos do material. O valor citado contempla, além de outros, custos com registro de esfera, válvula para gás, tubos de carga e de descarga, mangueira flexível apropriada para a condução do gás em uma extensão de 30 metros, do biodigestor até a moradia mais próxima.

Os passos da construção do biodigestor (modelo indiano) na Fazenda Lessa podem ser baseados nas orientações constantes em Teixeira (2003).

Embora o custo estimado para a construção do biodigestor seja elevado (cerca de R\$ 15 mil reais), não se pode ignorar a série de benefícios que vai trazer a atividade produtiva iniciada. Uma comparação com os investimentos relativos à construção da Mandalla (valor dos animais existentes, tanques de piscicultura, construções e outras benfeitorias da propriedade e equipamentos existentes) permite afirmar que a implantação agregará benefícios importantes para a atividade produtiva que está se iniciando no local.

4.4.5 Possíveis Usos do Biogás e Biofertilizante na Fazenda Lessa

A produção do biogás e sua utilização nos equipamentos propostos ou em outros que possam ser definidos, juntamente com a produção de biofertilizante, traz benefícios importantes, agregando valores econômicos às atividades produtivas existentes e a outras que devem ser implantadas na Fazenda Lessa.

O esquema mostrado na Figura 9 sintetiza a produção de biogás integrada ao Sistema Mandalla de Produção e os potenciais benefícios advindos desta proposta, que se apresenta viável no contexto da agricultura de âmbito familiar.

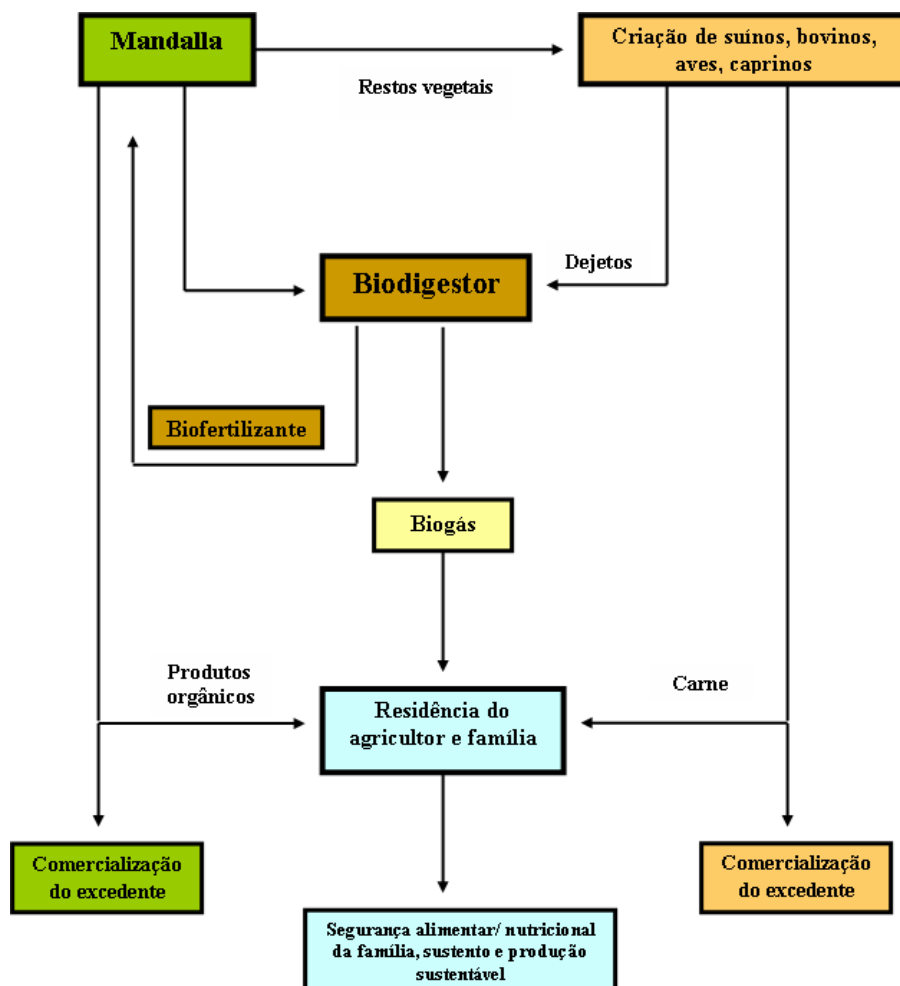


Figura 9: Biodigestor integrado ao Sistema Mandalla de Produção

Especificamente quanto ao biogás, o uso, conforme foi destacado neste trabalho, traz dividendos financeiros imediatos, pois elimina parte das despesas atuais com combustíveis convencionais (gasolina e óleo diesel) e energia elétrica. Quanto ao biofertilizante, cujos benefícios vêm em curto prazo, pode ser utilizado da seguinte maneira: na adubação do tanque central de peixes no centro da Mandalla, enriquecendo a água que é utilizada para irrigar as áreas plantadas; diretamente em áreas da Mandalla; nas plantações de capim ou áreas de pastagens; nos tanques de piscicultura; em áreas delimitadas por piquetes, que podem ser construídos para a criação de aves, diminuindo os gastos com alimentos do confinamento atual, mas mantendo a produção de dejetos para uso no biodigestor.

5. CONCLUSÃO

Conforme foi definido inicialmente, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo da viabilidade econômica da integração do Sistema Produtivo Mandalla com formas alternativas de energias, no âmbito da agricultura familiar.

Entendendo que a propriedade abordada se enquadra nos padrões da propriedade familiar e que, historicamente, tem enfrentado dificuldades para se manter produtiva, a implantação do Sistema Produtivo Mandalla consiste em alternativa capaz de torná-la economicamente viável, possibilitando geração de renda suficiente ao atendimento das necessidades básicas da família e melhoria na qualidade de vida.

Considerando a infra-estrutura existente na propriedade, cujos correspondentes valores financeiros são razoáveis, a viabilidade de instalação do biodigestor proposto certamente contribuirá para agregar, além dos valores financeiros, outros à propriedade e ao processo produtivo instalado.

Em relação ao Sistema Produtivo Mandalla, atualmente com um módulo, a perspectiva de construção de mais dois exemplares, com um aumento do plantel de animais, pode possibilitar, além de uma maior produção econômica, resíduos para aumentar a oferta de biogás e conseqüentemente os benefícios financeiros. Com uma maior disponibilidade de dejetos e o biodigestor implantado no modelo indiano, poderá haver alteração na altura do gasômetro, possibilitando aumento na produção de gás, com um mínimo de gasto financeiro.

A missão manifestada pela Agência Mandalla, “de transformar a agricultura familiar em um negócio, economicamente rentável, socialmente responsável e ambientalmente sustentável”, encaixa-se perfeitamente no caso em estudo, pois, além de favorecer a questão econômica, o funcionamento do biodigestor produzirá os benefícios ambientais já destacados anteriormente.

Assim, o tratamento dos resíduos agropecuários, com tecnologia adequada e barata, diminuindo impactos ambientais, aliado à utilização em um processo produtivo de alimentos saudáveis, também vem justificar o investimento financeiro necessário à sua instalação. Como conceito de sustentabilidade, essa integração pode significar um exemplo para outros produtores familiares da região de Ouro Preto.

A localização da Fazenda Lessa, na principal estrada de acesso à cidade de Ouro Preto, com alta visibilidade, certamente pode justificar investimentos e atitudes que, além de produzir alimentos e renda, possam mostrar que as atividades são diferenciadas de outras, ou seja, o sistema produtivo emprega técnicas baratas, eficientes e ambientalmente corretas.

Isso pode servir, até de incentivo a órgãos públicos, principalmente municipais, possibilitando o acesso ao crédito ou a outras medidas que viabilizem a inclusão ou a reinserção de agricultores familiares no sistema produtivo agrícola do Município, que apresenta uma produção muito pequena.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.Universidade/UFRGS, 2001. 110 p.

ANJOS, F. S. D.; GODOY, W. I.; C ALDAS, N. V.; GOMES, M. C.; Agricultura familiar e políticas públicas: o impacto do Pronaf no Rio Grande do Sul. **RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n3, p.529-548, jul/set 2004.

ARAÚJO, G. C. M. de. **Permacultura; princípios, técnicas e experiências exitosas**. 2008. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Formas Alternativas de Energia), Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

BIAGIONI, P. F. **Agricultura familiar e comércio justo: uma parceria socialmente justa,ologicamente correta e econom icamente viável**. 2008. 39 p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

BIANCHINI, V. **Políticas Públicas Para a Agricultura Familiar: Desenvolvimento Local Rural Sustentável**. Curitiba: Deser (Departamento de Estudos Sócio-econômicos Rurais), 2000.

Disponível em : <http://www.deser.org.br/pub_read.asp?id=23> Acesso: 06 jul. 2009.

BLUM, R. Agricultura Familiar. Estudo Preliminar da Definição, Classificação e Problemática. In: Tedesco, J. C.(org) **Agricultura Familiar. Realidades e Perspectivas**. 2 ed. Passo Fundo. EDIUPF, 1999. p.57-104.

BRANDENBURG, A. **Agricultura Familiar, ONGs e Desenvolvimento Sustentável**. Curitiba: Editora da UFPR, 1999. 326 p.

BRUMER, A. Qual a “vocação” produtiva da agricultura familiar? Globalização, produção familiar e trabalho na agricultura gaúcha. In: Tedesco, J. C.(org) **Agricultura Familiar: Realidades e Perspectivas**. 2 ed. Passo Fundo. EDIUPF, 1999. p. 223-254.

BRUNDTLAND, Gro H. et al. **Nosso futuro comum**. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1991. 430p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: Alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24 p.

CARNEIRO, M. J.; Política pública e agricultura familiar: uma leitura do Pronaf. In: **Estudos Sociedade e Agricultura**, 8, abril 1997, p. 70-82. Disponível em: <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/Brasil/cpda/estudos/crono.htm#N%FAmer%208>> Acesso em 08 jul.2009.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL F. R. **Possibilidades e Alternativas do Desenvolvimento Rural Sustentável**. Disponível em:

<[http://www.agroecologia.uema.br/possibilidades e alternativas do DRS.pdf](http://www.agroecologia.uema.br/possibilidades_e_alternativas_do_DRS.pdf)> Acesso em 08 jul. 2009.

DENARDI, R. A. Agricultura familiar e políticas públicas: alguns dilemas e desafios para o desenvolvimento rural sustentável. **Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, v.2, n.3, p.56-62, jul/set. 2001.

DHSA. Agência Mandalla. **Curso de Formação de Agentes Multiplicadores** Módulo III, s.d. Apostila.

DHSA. Agência Mandalla. **Filosofia Processual, Levantamento do Potencial, Montagem da Mandalla**. Módulo I, s.d. Apostila.

DHSA. **Agencia Mandalla. Franquia Social Mandalla/Gestão e Empreendedorismo/Linhas de Financiamento PRONAF**. Módulo IV, s.d. Apostila.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2 ed. (rev. e atual.) Guaíba: Agropecuária, 1999, 157p.

GOLDEMBERG, J. Artigo-Base Sobre Energia. In: Camargo, A.; Capobianco, J. P. R. & Oliveria, J. A. P. **Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002. p. 306-315.

GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M.; SABBATO, A. D. BITTENCOURT, G.; **Agricultura Familiar e Reforma Agrária no Século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001. 284 p.

GUILHOTO, J. J. M.; ICHIHARA, S. M.; SILVEIRA, F. G.; DINIZ, B. P. C.; AZZONI, C.R.; MOREIRA, G. R. C. **A Importância da agricultura familiar no Brasil e em seus estados**. In: Encontro Nacional de Economia, 35, 2007, Recife: Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia, Niterói: ANPEC, 2007, 18p. Disponível em: <<http://anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A089.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2009.

HARDOIM, P. C.; GONÇALVES, D. M. A. **Avaliação do potencial do emprego do biogás nos equipamentos utilizados em sistemas de produção de leite**. Disponível em: <http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2008/8_4.pdf> Acesso em: 27 out.2009.

JORGE, L. C. **Estudo de viabilidade de implantação de biodigestores anaeróbios no município de Paty do Alferes-RJ, uma contribuição para minimizar a degradação ambiental na área rural**. 2004. 76 p. Dissertação (mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. D. **Biodigestores: avanços e retrocessos**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo...cod.>> Acesso em: 27 out. 2009.

MACHADI, O. **Consumo de energia no Brasil cresceu 5,6% em 2008. Resultados preliminares – BEN 2009.** Disponível em:

<http://www.dataenergia.com.br/exibe_agenciadataenergia.asp?id=447> Acesso em: 28 ago. 2009.

MARCONATO, M. S.; SANTINI, G.A.; **Alternativas para a geração de energia renovável no Brasil: a opção pela biomassa.** Disponível em:

<<http://www.ecodesenvolvimento.org.br/./energias../Energia- Renovável-no-Brasil>> Acesso em: 20 set. 2009.

NUNES, S.P. **Censo Agropecuário Demonstra Aumento das Escalas de Produção e Redução das Ocupações Agrícolas.**

Disponível em: <<http://www.deser.org.br/boletins/AnaliseCensoAgrp.pdf.htm>> Acesso em: 17 set. 2009.

PÁDUA, J. A. Agricultura Sustentável. In: Camargo, A.; Capobianco, J. P. R. & Oliveria, J. A. P. **Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002. p. 190-207.

PALHARES, J. C. P. **Biodigestão anaeróbia de dejetos suínos: aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro.** Disponível em:

<http://www.infobios.com/Artigos/2008_1/Biodigestão/Índex.htm> Acesso em 25 set. 2009.

PORTUGAL, A.D. **O Desafio da Agricultura Familiar.** Disponível em:

<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/artigo_2004-12-07.htm>. Acesso em: 09 jul. 2009.

RUAS, A. O.; LAENDER, A. T.; OLIVEIRA, G. B. D.; RAMIRES, J. C. M.; MOREIRA, R. C. J. **Biogás.** Disponível em:

<<http://www.demec.ufmg.br/disciplinas/ema003/gaosos/biogás/substitu.htm>> Acesso em 22 set. 2009.

SCHWARZ, D. & SCHWARZ, W. **Ecologia: alternativa para o futuro.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990, 195p.

SILVA, E. R. A. **Programa Nacional da Agricultura Familiar – PRONAF: Uma avaliação das ações realizadas no período 1995/1998.** Disponível em:

<http://www.gipaf.cnptia.embrapa.br/artigos_e_trabalhos/pronaf-03-99.pdf>. Acesso em 08 jul. 2009.

TEDESCO, J. C. (org.). **Agricultura Familiar: Realidades e Perspectivas.** 2 ed. Passo Fundo. EDIUPF, 1999. 406 p.

TEIXEIRA, V. H. **Biogás.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2003, 93 p. Apostila.

TEODORO, P. A. V. B.; NAZZARI, R. K.; BERTOLONI, G. R.F.; MIYAZAKI, J.; GAFFURI, J.; SCHMIDT, R. M. **Agricultura Familiar: Uma Alternativa Para o Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em:

<<http://cac-hp.unioeste.br/projetos/gpps/midia/seminario2/trabalhos/economia/meco05.pdf>>
Acesso em 08 jul. 2009.

TOLMASQUIM, M.T.; GUERREIRO, A. GORINI, R. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000300003&script=sci_arttext> Acesso em 26 set. 2009.

VENDRAME, A.; BATISTI, M. F.; ANGONESE, C. A. **Produção de biogás e biofertilizante a partir de lagoas de tratamento de dejetos suínos: experiência da Granja Vendrame.** Disponível em:< <http://www.emater.tche.br/site/arquivos/serviços>.> Acesso em 22 set. 2009.

WINROCK International Brasil. **Manual de treinamento em biodigestão.** Disponível em: <<http://www.winrock.org.br>> Acesso em 25 set.2009.

ANEXOS

ANEXO I

DECLARAÇÃO

Eu, José Augusto Nunes Nogueira, estudante de pós-graduação Lato Sensu da UFLA, com número de matrícula FAE 208030 no curso “Fontes Alternativas de Energia”, declaro, para os devidos fins e efeitos, e para fazer prova junto à Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade de Lavras, que **sob as penalidades previstas no art. 299 do Código Penal Brasileiro**, que é de minha criação o trabalho de monografia que ora apresento, conforme exigência expressa no parágrafo único do art. 11 da Resolução nº 1, de 3 de abril de 2001, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação.

Art. 299 do Código Penal Brasileiro, que dispõe sobre o crime de Falsidade Ideológica:

“Omitir, em documento público ou particular, declaração que dele devia constar, ou nele inserir ou fazer inserir declaração falsa ou diversa da que devia estar escrita, com o fim de prejudicar direito, criar obrigação ou alterar verdade sobre fato juridicamente relevante:

Pena – reclusão, de 1 (um) a 5 (cinco) anos, e multa, se o documento é público, e reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, e multa, se o documento é particular.

Parágrafo único: Se o agente é funcionário público, e comete o crime prevalecendo-se do cargo, ou se a falsificação ou alteração é de assentamento de registro civil, aumenta-se a pena de sexta parte.”

Este crime engloba plágio e compra fraudulenta de documentos científicos.

Por ser verdade, e por ter ciência do referido artigo, firmo a presente declaração.

Ouro Preto, 11 de novembro de 2009.

ANEXO II
REVISÃO DO TEXTO

DECLARAÇÃO

Eu, Elinor de Oliveira Carvalho, mestre em Língua Portuguesa pela UFMG, professora aposentada da UFOP, declaro, para os devidos fins e efeitos, e para fazer prova junto à Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras, que fiz a revisão de texto da Monografia/Trabalho de Conclusão intitulada “VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE UMA FORMA ALTERNATIVA DE ENERGIA (BIOGÁS) COM O SISTEMA MANDALLA DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO”, de autoria José Augusto Nunes Nogueira.

Por ser verdade, firmo a presente declaração:

Ouro Preto, 3 de dezembro de 2009.