

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO HENRIQUE MAYER

**FERTILIDADE DO SISTEMA AGRÍCOLA: ESTUDO EM TRÊS
COMUNIDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA- PR**

CURITIBA

2009

PAULO HENRIQUE MAYER

**FERTILIDADE DO SISTEMA AGRÍCOLA: ESTUDO EM TRÊS
COMUNIDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA- PR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos

Prof. Dr. Luciano de Almeida

Prof. Dr. Carlos Armênio Khatounian

Área de Concentração: Ruralidades, Ambiente e Sociedade.

CURITIBA

2009

Dedico este trabalho aos meus pais, Heitor Cândido Mayer e Therezinha Catharina Mayer, agricultores que me iniciaram numa caminhada de amor pela agricultura e pela natureza.

E aos meus filhos Guilherme e Luana.

AGRADECIMENTOS

Foram muitas as pessoas e instituições que de uma forma ou de outra colaboraram para que esta caminhada começasse e chegasse até esse momento, agradeço a todos, mesmo que não os cite aqui nominalmente.

Em primeiro lugar quero agradecer aos agricultores das comunidades estudadas que nos receberam com carinho, paciência e dedicação, respondendo aos questionários e ajudando na coleta de material para esta pesquisa.

Quero expressar minha gratidão aos agricultores familiares do Sudoeste do Paraná, com quem convivi por vários anos e muito aprendi sobre agricultura ecológica, organização e luta social. Da mesma forma, agradecer às organizações sociais que compartilham o sonho de uma agricultura mais sustentável, dentre as quais cito a Rede Ecovida de Agroecologia e em especial a Associação de Estudos, Orientação e Assistência Rural (ASSESOAR) e também a Associação para o Desenvolvimento da Agroecologia (AOPA); o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e a Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar da Região Sul do Brasil (FETRAF-SUL).

Aos professores da linha de pesquisa Ruralidades, Ambiente e Sociedade do MADE, Dr. Alfio Brandeburg, Dr^a. Ângela Duarte Damasceno Ferreira, Dr. Leonardo José cordeiro Santos e Dr. Luciano de Almeida que acreditaram que a fertilidade do sistema seria um bom tema para a tese de doutorado. Em especial ao professor Leonardo, que foi amigo e me orientou na hora certa.

Agradeço ao professor Carlos Armênio Khatounian que me instigou a investigar a categoria de fertilidade do sistema já nas primeiras conversas, cursos e discussões que tivemos ao longo de vários anos.

Também aos professores Manuel Baltasar Batista da Costa e Paulo Emílio Lovato pelo estímulo a cursar este doutorado.

Aos agricultores agroflorestais da COPERAFLORESTA de Barra do turvo, que comprovam todos os dias os benefícios do manejo adequado da biomassa para ampliar a fertilidade de seus sistemas produtivos biodiversos, fonte onde não me canso de procurar conhecimentos.

Tenho muita gratidão para com a Prof^a. Dr^a. Fabiane Machado Vezzani que colaborou especialmente na revisão e estudo de solos, cuja paciência e dedicação

me fez lembrar a definição que Paulo Freire elaborou sobre o que é ser mestre. Da mesma forma, agradecer a Prof^ª. Dr^ª. Celina Wisniewski que me orientou na coleta de biomassa e definição do método de análise.

Ao CNPq pela bolsa de pesquisa nos últimos dois anos deste trabalho.

Ao professor Dr. Volnei Pauletti por compartilhar a estufa do departamento de solos da UFPR.

A todos os colegas de doutorado, em especial os da linha de pesquisa Ruralidades, ambiente e sociedade, José Gustavo de Oliveira Franco, Douglas André Roesler e Karla Emmanuela Ribeiro Hora. Foi muito bom ter conhecido e convivido com vocês.

Ao Julian Casarino Perez e à Tatiana Suzin Lazeris pela ajuda na coleta de biomassa. E a Eng^ª. Agr^ª. MSc. Sandra Lins pelo apoio na definição da ferramenta estatística.

No âmbito de meu convívio pessoal, minha gratidão à minha família e ao José Antonio Marfil, Darli Benghi e seus filhos José, Manu, Fernanda e Amanda, que me receberam com filho e irmão. Vocês foram meus anjos da guarda.

Minha eterna gratidão à Rose, minha companheira, pela paciência e incentivo incondicional em todos os momentos deste trabalho e da minha vida.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar a contribuição da biomassa vegetal e das condições socioeconômicas e ambientais para a fertilidade do sistema agrícola, estudando a agricultura de três comunidades da Região Metropolitana de Curitiba-RMC. Conceituou e discutiu a fertilidade do solo localizando-a num contexto maior de uma nova categoria de fertilidade, denominada fertilidade do sistema, cujos principais indicadores são a biomassa vegetal produzida a partir das condições naturais e o manejo antrópico. Apresentou uma metodologia coletiva de pesquisa interdisciplinar como pressuposto necessário para uma melhor compreensão da complexidade da relação sociedade natureza e para a construção de uma agricultura mais sustentável social, econômica, ambiental e culturalmente. Caracterizou os aspectos socioeconômicos e ambientais determinantes à fertilidade do sistema nas dimensões sócio-demográfica, técnico-produtiva, físico-ambiental e sócio-ambiental. Nessas dimensões levantou e analisou dados referentes à composição da família, a estrutura fundiária, a condição da propriedade, acesso à assistência técnica agropecuária, canais de comercialização, diversidade de culturas produzidas e usadas para o consumo doméstico, diversidade dos sistemas produtivos, padrão tecnológico utilizado pelos agricultores, utilização da área nos estabelecimentos, sistemas de integração com a agroindústria, variação da biodiversidade animal, classes de solo, técnicas de uso e conservação de solo e o uso de recursos hídricos. Este trabalho também construiu uma caracterização geral dos sistemas de produção a partir das práticas de manejo da fertilidade, relacionando o preparo do solo, o uso de fertilizantes, corretivos, a produção e produtividade das culturas entre si, fundamentando cada item escolhido em função da sua relação com a fertilidade do sistema na perspectiva da construção de uma agricultura mais sustentável. Apresentou os dados da produção de biomassa vegetal nas culturas de milho, hortaliças e áreas de resteva, concluindo que o sistema de produção de milho é mais sustentável que o de hortaliças em função da maior produtividade de biomassa vegetal. Afirmou também que as plantas espontâneas, quando, apesar de serem controladas na fase inicial da cultura, desenvolvem-se na fase final da mesma, melhoram a fertilidade do sistema em função da sua significativa contribuição de biomassa vegetal. A análise estatística demonstrou que as propriedades que apresentaram maior produtividade de biomassa foram mais férteis considerando os diversos fatores analisados. Demonstrou também que não houve correlação positiva entre o uso de NPK, corretivos de acidez e saturação de bases e a produtividade de biomassa vegetal. Por fim, conclui que a biomassa vegetal é um bom indicador de fertilidade do sistema e que as condições socioeconômicas e ambientais, bem como os sistemas de manejo antrópico são mais determinantes à fertilidade do sistema do que as condições naturais. Conclui também que os agricultores que perceberam a importância da biomassa vegetal para a melhoria da fertilidade do sistema, adotaram práticas agrícolas que favoreceram uma maior produtividade da mesma, como adubação verde, pousio, descanso de áreas de cultivo e rotação de culturas.

Palavras-chave: Fertilidade do sistema. Biomassa vegetal. Manejo antrópico

RÉSUMÉ

Ce travail a pour but d'analyser la contribution de la biomasse végétale et des conditions sociales, économiques et d'environnement pour la fertilité du système agricole, par l'étude de l'agriculture de trois communautés de la Région Métropolitaine de Curitiba-RMC. On a établi des concepts et discuté la fertilité du sol, la placeant dans un contexte majeur d'une nouvelle catégorie de fertilité, dénommée la fertilité du système, dont les principaux indicateurs sont de la biomasse végétale produite à partir des conditions naturelles et du manège anthropique. On a présenté une méthodologie collective de recherche interdisciplinaire comme pressupposé nécessaire, pour une meilleure compréhension de la complexité de la relation société/nature et pour la construction d'une agriculture plus soutenable au point de vue social, économique, d'environnement et culturel. On a qualifié les aspects socioéconomiques et d'environnement déterminants à la fertilité du système dans les dimensions sociodémographique, technique et productive, physique et d'environnement et social et d'environnement. Par ces dimensions, on a relevé et analysé les données référants à la composition de la famille, la structure foncière, la condition de la propriété, l'accès à l'assistance technique agricole (agriculture et élevage), les chaînes de commercialisation, la diversité de cultures produites et utilisées pour la consommation domestique, la diversité des systèmes productives, le paradigme technologique utilisé par les agriculteurs, l'usage de l'aire dans les établissements, les systèmes d'intégration avec l'agroindustrie, la variation de la biodiversité animale, les classes de sol, les techniques d'usage et conservation du sol et l'usage des ressources hydriques. Ce travail a aussi recherché les caractéristiques générales des systèmes de production, à partir des pratiques du manège de la fertilité, faisant rapport entre la préparation du sol, l'usage des fertilisants, les correcteurs, la production et productivité des cultures entre eux, établissant les fondements de chaque article choisi en fonction de sa relation avec la fertilité du système sous la perspective de la construction d'une agriculture plus soutenable. On a présenté les données de la production de biomasse végétale dans les cultures du maïs, légumes et les aires de réserve, arrivant à la conclusion que le système de production du maïs est plus soutenable que celui des légumes, en fonction de la plus grande productivité de biomasse végétale. On a aussi affirmé que les plantes spontanées, malgré le fait d'être contrôlées dans la phase initiale de la culture, se développent à la phase finale d'elle, améliorent la fertilité du système en fonction de leur significative contribution de biomasse végétale. L'analyse statistique a démontré que les propriétés qui ont présenté la productivité plus importante de biomasse ont été les plus fertiles, considérant les divers facteurs analysés. On a aussi démontré qu'il n'y a pas eu de corrélation positive entre l'usage de NPK, des correctifs d'acidité et saturation de bases et la productivité de biomasse végétale. On a finalement conclut que la biomasse végétale est un bon indicateur de fertilité du système et que les conditions socioéconomiques et d'environnement, ainsi que les systèmes de manège anthropique sont plus déterminants pour la fertilité du système que les conditions naturelles. On a aussi conclut que les agriculteurs qui se sont aperçus de l'importance de la biomasse végétale pour l'amélioration de la fertilité du système ont adopté les pratiques agricoles à favoriser sa productivité plus importante, ainsi que le fumage vert, la pose, le repos des aires de culture et rotation de cultures.

Mots-clé: Fertilité du système. Biomasse végétale. Manège anthropique

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

APA- Área de Proteção Ambiental

AEIT- Área especial de Interesse Turístico

ATP- Adenosina Tri-fosfato

BM- Biomassa Microbiana

CEASA- Central de Abastecimento do Paraná S/A.

CTC- Capacidade de Troca de Cátions

COMEC- Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba

COT – Carbono Orgânico Total.

COD- Carbono Orgânico Dissolvido

EMATER- Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural

IPARDES- Instituto Paranaense de Desenvolvimento econômico e Social

IBGE- Instituto Brasileiro de geografia e estatística

INCRA- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia

MADE- Meio Ambiente e Desenvolvimento

MDA- Ministério do Desenvolvimento agrário

MOL- Matéria Orgânica Leve.

MO- Matéria Orgânica

MOS- Matéria Orgânica do Solo

NADP- Nicotinamida Adenina Dinucleotido Fosfato

ONU- Organização das Nações unidas

PAA- Programa de Aquisição de Alimentos

PUCPR- Pontifícia Universidade Católica do Paraná

RMC- Região Metropolitana de Curitiba

UPVFs- Unidade de Produção e Vida Familiar

UFPR- Universidade Federal do Paraná

UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina

UFPA- Universidade Federal de Lavras

UFG- Universidade Federal de Goiás

SPD- Sistema de plantio direto

SPC- Sistema de plantio convencional

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DISTRIBUIÇÃO EM COMPARTIMENTOS DO CARBONO EM UM SISTEMA AGRÍCOLA CONSTITUÍDOS PELO SOLO E COBERTURA VEGETAL, PRINCIPAIS FUNÇÕES E FATORES DE CONTROLE DA MAGNITUDE DE CADA COMPARTIMENTO.....	35
QUADRO 2 - TIPOLOGIA DA DIVERSIDADE DE CULTURAS PRODUZIDAS E UTILIZADAS PARA O CONSUMO DOMÉSTICO.....	95
QUADRO 3 - DIVERSIDADE DOS SISTEMAS PRODUTIVOS.....	98
QUADRO 4 - TIPOLOGIA DO PADRÃO TECNOLÓGICO.....	100
QUADRO 5 - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES ESTUDADOS.....	111

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA E DOS MUNICÍPIOS DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, MANDIRITUBA E TIJUCAS DO SUL.....	17
FIGURA 2- DESGASTE E RECUPERAÇÃO DA FERTILIDADE CONFORME O CULTIVO.....	60
FIGURA 3- PRANCHA DE FOTOS 1: ILUSTRAÇÃO DA COLETA E MENSURAÇÃO DA BIOMASSA DO MILHO E PLANTAS ESPONTÂNEAS.....	81
FIGURA 4- PRANCHA DE FOTOS 2: ILUSTRAÇÃO DA COLETA E MENSURAÇÃO DA BIOMASSA DO MILHO E PLANTAS ESPONTÂNEAS.....	82
FIGURA 5- FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DA PESQUISA.....	87
FIGURA 6: PRANCHA DE FOTOS 3- USO DO GADO PARA TRAÇÃO ANIMAL E CAMINHOS DESVEGETADOS.....	120
FIGURA 7: PRANCHA DE FOTOS 4- SISTEMAS DE CONSORCIAMENTO E POLICULTIVOS	127
FIGURA 8: PRANCHA DE FOTOS 5- MÉTODOS DE PREPARO E PLANTIOS EM SOLOS REVOLVIDOS.....	130
FIGURA 9: PRANCHA DE FOTOS 6- CONTROLE DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS	136
FIGURA 10: PRANCHA DE FOTOS 7- PRESENÇA DE MINHOCAS E ÁREAS DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS....	140
FIGURA 11: PRANCHA DE FOTOS 8- ÁREAS DE PERDA DE FERTILIDADE....	144
FIGURA 12: PRANCHA DE FOTOS 9- BIOMASSA PRODUZIDA NA CULTURA DE MILHO.....	153
FIGURA 13: PRANCHA DE FOTOS 10 – RESTOS CULTURAIS E PRESENÇA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM HORTALIÇAS.....	159
FIGURA 14: PRANCHA DE FOTOS 11- PLANTAS ESPONTÂNEAS EM ÁREAS ESTUDADAS.....	164

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- COMPOSIÇÃO DA FAMÍLIA.....	89
TABELA 2- ESTRUTURA FUNDIÁRIA DAS COMUNIDADES.....	90
TABELA 3- CONDIÇÃO DA PROPRIEDADE.....	91
TABELA 4 - TIPOLOGIA E UTILIZAÇÃO DA ÁREA NAS PROPRIEDADES.....	101
TABELA 5 - CLASSIFICAÇÃO DOS GRAUS DE CONFLITOS SEGUNDO TÉCNICAS DE USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO.....	106
TABELA 6 - QUANTIDADE DE FAMÍLIAS EM CONFLITO NO USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	108
TABELA 7 - BIOMASSA MÉDIA DOS GRÃOS DE MILHO NAS PROPRIEDADES AVALIADAS.....	147
TABELA 8 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DE GRÃOS DE MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹).....	149
TABELA 9 - BIOMASSA DA PARTE AÉRIA DAS PLANTAS DE MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹)...	150
TABELA 10 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DA PARTE AÉRIA DAS PLANTAS DE MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹).....	151
TABELA 11 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹).....	152
TABELA 12 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹).....	152
TABELA 13 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA TOTAL NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹).....	154
TABELA 14 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA TOTAL NA ÁREA DE MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹).....	155
TABELA 15 - RESUMO COM TODAS AS VARIÁVEIS DE BIOMASSA NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS.ha ⁻¹).....	155
TABELA 16 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	156
TABELA 17- RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	156
TABELA 18 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA DOS RESTOS DA	

CULTURA DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	157
TABELA 19- RESUMO ESTATÍSTICO DA VARIÁVEL “RESTOS DA CULTURA” DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	158
TABELA 20 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	160
TABELA 21 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	160
TABELA 22 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA TOTAL PRODUZIDA NAS ÁREAS DE HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	161
TABELA 23 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA TOTAL NAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	161
TABELA 24 - RESUMO ESTATÍSTICO COM TODAS AS VARIÁVEIS NAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	161
TABELA 25 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTANEAS EM TODAS AS ÁREAS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	162
TABELA 26 - RESUMO ESTATÍSTICO COM TODAS AS VARIÁVEIS (Kg.MS.ha ⁻¹).....	162
TABELA 27- ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN.....	166

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE FERTILIDADE.....	21
2.1 O CONCEITO DE FERTILIDADE DO SOLO.....	21
2.2 FERTILIDADE DO SISTEMA.....	23
2.3 O SOLO E SUA CONSTITUIÇÃO.....	30
2.3.1 A fase sólida do solo.....	31
2.3.1.1 Os minerais do solo.....	32
2.3.1.2 A matéria orgânica do solo.....	34
2.3.1.2.1 A matéria orgânica viva do solo.....	41
2.3.1.2.2 A matéria orgânica não viva.....	45
2.3.2 A fase líquida do solo.....	47
2.3.3 A fase gasosa do solo.....	51
2.4 AS PLANTAS E SUA RELAÇÃO COM A FERTILIDADE DO SISTEMA.....	53
2.5 O MANEJO ANTRÓPICO DA FERTILIDADE DO SISTEMA.....	56
3 BASES METODOLÓGICAS.....	66
3.1 A PESQUISA INTERDISCIPLINAR EM MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.....	66
3.2 SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E A CONSTRUÇÃO DE UMA PROBLEMÁTICA COLETIVA E INDIVIDUAL DA PESQUISA.....	66
3.3 METODOLOGIA DO TRABALHO DE CAMPO.....	71
3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS DE CAMPO DA PESQUISA INDIVIDUAL.....	73
3.5 METODOLOGIA DA PESQUISA INDIVIDUAL.....	75
3.5.1 Delimitação amostral.....	75
3.5.2 Local e período.....	77
3.5.3 Coletas de dados, parâmetros avaliativos e mensuração.....	78
3.5.4 Tratamentos, análise e interpretação dos dados.....	85
4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DETERMINANTES A FERTILIDADE DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS.....	88
4.1 A DIMENSÃO SÓCIO-DEMOGRÁFICA.....	88

4.1.1 Composição da família.....	89
4.1.2 Estrutura fundiária.....	90
4.1.3 Condição da propriedade.....	91
4.2. DIMENSÃO TÉCNICA-PRODUTIVA.....	92
4.2.1 Acesso à assistência técnica agropecuária.....	93
4.2.2 Canais de comercialização.....	94
4.2.3 Diversidade de culturas produzidas e utilizadas para o consumo doméstico.....	95
4.2.4 Diversidade de sistemas produtivos.....	98
4.2.5 Padrão tecnológico.....	99
4.2.6 Utilização da área nos estabelecimentos.....	101
4.2.7 Sistemas de integração.....	102
4.3 DIMENSÃO FÍSICO-AMBIENTAL.....	103
4.3.1 Variação da biodiversidade animal.....	103
4.3.2 Classes de solo.....	105
4.4 DIMENSÃO SÓCIOAMBIENTAL.....	105
4.4.1 Técnicas de uso e conservação do solo.....	106
4.4.2 Uso de recursos hídricos.....	107
5 CARACTERIZAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE MANEJO À FERTILIDADE DO SISTEMA.....	109
5.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DE CAMPO.....	109
5.1.1 Caracterização dos sistemas de produção dos agricultores familiares estudados.....	109
5.1.2 Uso de NPK.....	112
5.1.3 Uso de corretivos de acidez.....	115
5.1.4 Manejo do gado.....	117
5.1.5 Rotação de culturas.....	121
5.1.6 Consócio de culturas ou policultivos.....	123
5.1.7 Diversidade de culturas cultivadas na propriedade.....	128
5.1.8 Método de preparo do solo.....	129
5.1.9 A compreensão de fertilidade dos agricultores familiares.....	131
5.1.10 Estado da fertilidade das UPVFs.....	132
5.1.11 Manejo das plantas espontâneas.....	133
5.1.12 Importância da biomassa para a fertilidade da propriedade.....	138

5.1.13 Práticas utilizadas para produzir, manter ou ampliar a biomassa na propriedade.....	139
5.1.14 Áreas de perda de fertilidade na propriedade.....	141
5.1.15 Limites para manter ou ampliar a fertilidade da propriedade.....	145
6 DISCUSSÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	146
6.1 ANÁLISE DA CULTURA DE MILHO.....	146
6.1.1 Biomassa dos grãos de milho.....	146
6.1.2 Biomassa da parte aérea das plantas de milho.....	149
6.1.3 Biomassa das plantas espontâneas na cultura do milho.....	151
6.1.4 Biomassa total na cultura do milho.....	153
6.2 ANÁLISE DA CULTURA DE HORTALIÇAS.....	155
6.2.1 Análise da variável “hortaliças”.....	156
6.2.2 Análise da variável “restos da cultura” de hortaliças.....	157
6.2.3 Análise da variável “plantas espontâneas” nas hortaliças.....	158
6.2.4 Análise da variável “total” de MS produzida nas áreas de hortaliças.....	160
6.3 ANÁLISE DA VARIÁVEL “PLANTAS ESPONTANEAS” EM TODAS AS ÁREAS ESTUDADAS.....	161
6.4 TESTE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS ESTUDADAS.....	165
CONCLUSÕES.....	167
REFERÊNCIAS.....	172
ANEXOS.....	179

1. INTRODUÇÃO

O processo de modernização da agricultura e a tecnociência limitaram a compreensão de fertilidade ao solo e ao universo da produção. Nessa concepção, considerou-se o solo como elemento central da fertilidade e o mesmo para ser fértil deveria ter boas propriedades físicas e químicas, fornecendo às plantas os nutrientes minerais em quantidades razoáveis e convenientemente balanceados para possibilitar boas produtividades.

Construiu-se uma racionalidade a partir de um conceito mineralista de fertilidade que instrumentalizou a natureza e concebeu o solo apenas como um substrato para as plantas se fixarem. No entanto, esse conceito tem sido insuficiente para explicar as dinâmicas da natureza e para a construção de sistemas sustentáveis de produção e vida.

O estudo da fertilidade relacionando matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas, a qualidade do solo numa perspectiva mais sistêmica e a influência determinante do ser humano sobre a mesma, passou a ter uma importância significativa num período histórico recente, principalmente a partir da interação entre as ciências sociais e as ciências da natureza.

O modelo exportador de produção da agricultura brasileira, baseada no latifúndio com exploração de mão-de-obra escrava e dos recursos naturais até o esgotamento, esteve durante séculos exportando também a fertilidade de nossos solos nos produtos agrícolas. Atualmente, a racionalidade instrumental da agricultura e do manejo da fertilidade ainda está presente nas práticas agrícolas usadas, o que praticamente destruiu toda a Mata Atlântica, o Cerrado e está destruindo Amazônia (COSTA, 2004).

A agricultura moderna apresenta muitas contradições socioeconômicas e ambientais que poderiam ser tratadas numa perspectiva de construção de uma relação sociedade-natureza mais sustentável.

A necessidade de se construir sistemas de produções agrícolas sustentáveis é importante para a sobrevivência da humanidade. Dentre os diversos fatores que condicionam a sustentabilidade, a manutenção da capacidade produtiva dos agroecossistemas tem sido tema de preocupações e de estudos, pois a forma predominante de manter a fertilidade do solo tem custo energético alto, depende na

maioria dos casos de fontes não renováveis de matéria prima e energia, e tem alto potencial poluidor do ambiente.

Este trabalho de pesquisa se propôs a estudar a fertilidade analisando sistemas de produção agrícola na Região Metropolitana de Curitiba - RMC (FIGURA 1). Seu objeto direto de investigação é a contribuição da biomassa vegetal e das condições sócio-econômicas e ambientais dos agricultores familiares para a fertilidade do sistema agrícola, em três comunidades da RMC.

Este estudo emergiu da necessidade de se repensar os métodos de manutenção e ampliação da fertilidade de forma sustentável, o qual foi fortalecido durante as oficinas do Curso de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento-MADE. O interesse de aprofundar o estudo sobre esse tema advém da necessidade que a maioria dos agricultores familiares e as organizações da sociedade que trabalham com agricultura sustentável, tem de manter seus sistemas produtivos e vivos numa escala de tempo indeterminada. Também da necessidade pessoal de uma melhor compreensão das dinâmicas de manutenção e ampliação da fertilidade na natureza, sentida ao longo de vários anos de acompanhamento de agricultores familiares no Brasil.

Nesta investigação foi usada a categoria de análise de fertilidade denominada "Fertilidade do Sistema" (KHATOUNIAN, 2001) nas Unidades de Produção e Vida Familiar (UPFVs), em três comunidades distintas, nos municípios de São José dos Pinhais, Mandirituba e Tijucas do Sul. Foram analisadas as produções de biomassa vegetal das culturas de milho, hortaliças e de plantas espontâneas que ali ocorrem, relacionando-as à fertilidade do sistema.

A área de pesquisa deste trabalho foi a Região Metropolitana de Curitiba, criada em 1973 pela Lei Complementar Federal Nº 14, junto com outras oito regiões metropolitanas. Seu território situa-se, na sua maioria, no Primeiro Planalto Paranaense, limitando-se a leste com a serra do mar e a oeste com as bordas do Segundo Planalto. Formada inicialmente por 14 municípios ocupando uma área de 9.140 km², é atualmente composta por 26 unidades municipais¹ abarcando um

¹ Curitiba, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Colombo, Contenda, Mandirituba, Piraquara, Quatro Barras, Rio Branco do Sul, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Tunas do Paraná, Itaperuçu, Pinhais, Cerro Azul, Doutor Ulysses, Quitandinha, Tijucas do Sul, Adrianópolis, Campo Magro, Agudos do Sul e Lapa (COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. Disponível em:<<http://www.pr.gov.br/comec/>>. Acessado em: 06/07/2007).

contingente populacional de 2,7 milhões de habitantes (IBGE, 2000), dos quais 91% são denominados urbanos, ocupando uma área de 15.400 km².

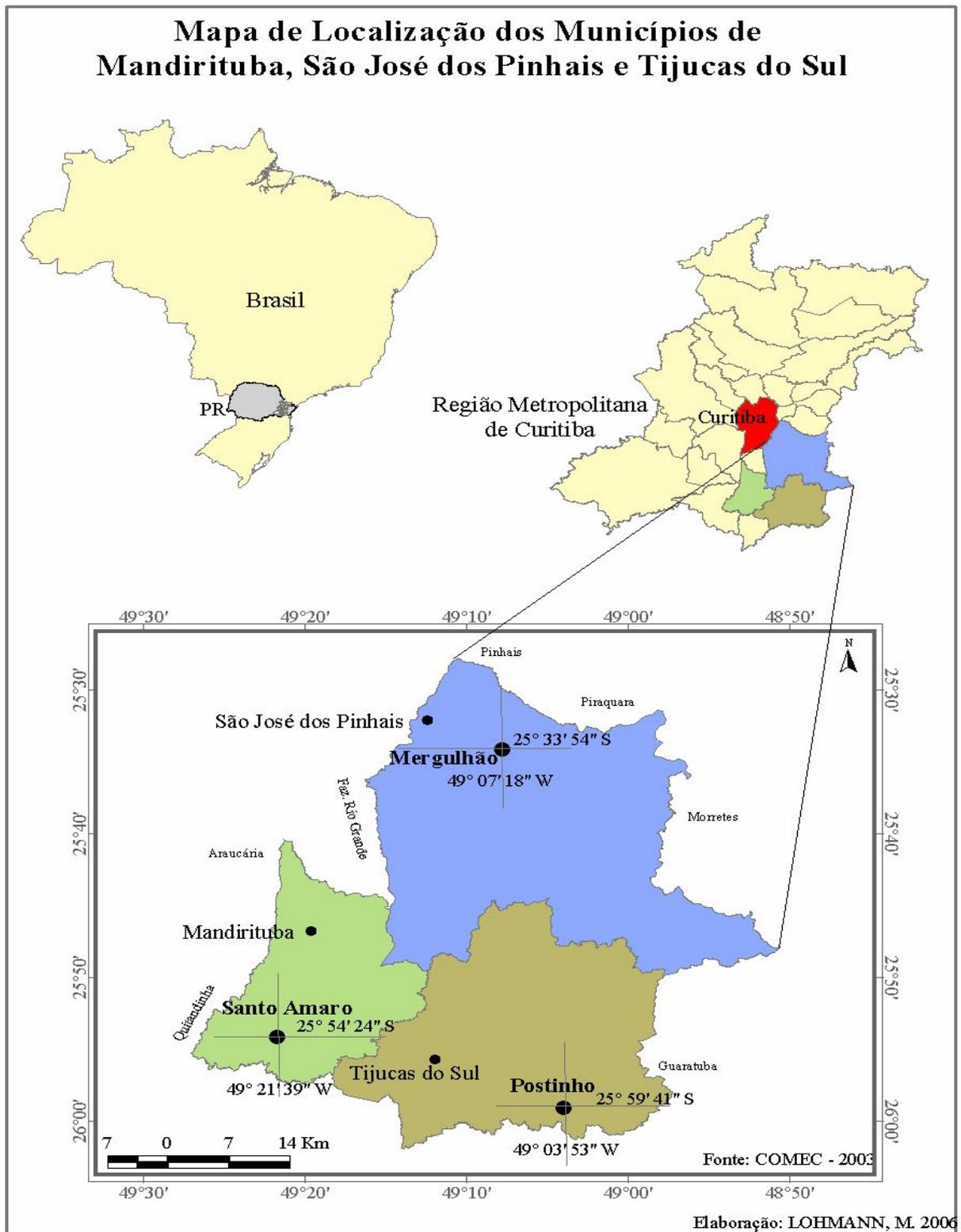


FIGURA1- LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA E DOS MUNICÍPIOS DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, MANDIRITUBA E TIJUCAS DO SUL
FONTE: COMEC (2003)

O novo Censo Agropecuário do IBGE (2006) contabiliza cerca de 370 mil estabelecimentos rurais, número semelhante ao levantado no censo de 1996.

Nesse contexto de relações entre o meio urbano e rural, com forte pressão do mercado exercido pela proximidade do grande centro urbano e com a presença de uma agricultura familiar expressiva numa região metropolitana, foi que este trabalho de pesquisa se desenvolveu tendo como objetivo geral estudar a contribuição da biomassa vegetal e das condições sócio-econômicas e ambientais para a fertilidade do sistema agrícola em três comunidades da RMC.

A Hipótese geral deste trabalho foi estabelecida a partir da premissa de que a biomassa vegetal produzida no ecossistema é a base para a reprodução de todas as formas de vida e que o manejo antrópico é decisivo na produção da fertilidade do sistema, podendo reduzi-la, mantê-la ou ampliá-la.

Nesse sentido foram estabelecidas quatro hipóteses que orientam a base da investigação, abaixo elencadas:

- Os sistemas que produzem maior quantidade de biomassa vegetal são mais férteis e tem maior possibilidade de reprodução da vida de forma sustentável.
- Nos agroecossistemas, a biomassa vegetal é originária das culturas e das plantas espontâneas. Nos sistemas em que as plantas espontâneas não foram totalmente controladas pelo manejo antrópico na fase final da cultura, há uma melhoria da fertilidade do sistema.
- As condições sócio-econômicas dos agricultores familiares das comunidades estudadas são determinantes à fertilidade do sistema tanto quanto as condições naturais.
- Os agricultores que percebem a importância da biomassa vegetal para a melhoria da fertilidade do sistema adotam práticas de manejo que permitem a produção de quantidades maiores de biomassa de plantas espontâneas e das culturas.

Com base nessas hipóteses, esta pesquisa estabeleceu os seguintes objetivos específicos que orientaram a coleta de dados:

- a) mensurar a biomassa vegetal acima do solo, das culturas principais e das plantas espontâneas, que efetivamente permanecem no sistema e que são exportadas da área.

- b) medir a produtividade e a população de plantas das culturas principais por unidade de área e identificar as práticas gerais de manejo dos agroecossistemas.
- c) Estimar a quantidade de fertilizantes utilizada pelos agricultores pesquisados, convertendo em nitrogênio, fósforo e potássio (NPK).
- d) caracterizar os aspectos determinantes a fertilidade do sistema das comunidades nas dimensões sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais.
- e) identificar, segundo a visão dos agricultores familiares, qual a importância da biomassa vegetal no manejo da fertilidade e quais as práticas de manejo adotadas por eles para manter ou ampliar a produção de biomassa.

No sentido de confirmar ou não as hipóteses estabelecidas, foram realizadas dois estudos específicos: um sobre as condições sócio-econômicas e ambientais das três comunidades, considerando questões sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais e; outro sobre os métodos de manejo dos sistemas de produção e da produção de biomassa vegetal nas áreas de cultivo de parte das propriedades das comunidades estudadas.

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

A primeira parte trata da introdução trazendo logo em seguida o capítulo 2 que aborda os fundamentos teóricos sobre fertilidade, conceituando fertilidade do solo e do sistema, a partir dos fundamentos da ciência de solo e da ecologia aplicada.

O terceiro capítulo aborda as bases metodológicas que fundamentam a pesquisa. A metodologia é composta de dois momentos específicos, um relacionado ao trabalho coletivo desenvolvido pela linha de pesquisa do Rural, que serviu de base para as pesquisas individuais dos quatro pesquisadores do MADE, conforme o texto “Limites e potencialidades para o desenvolvimento do rural numa perspectiva socioambiental: um estudo em comunidades no sul da Região Metropolitana de Curitiba – RMC” (HORA *et al.*, 2007), e outro que descreve os procedimentos de coleta de dados referentes à pesquisa individual relacionada à fertilidade do sistema. Como o pressuposto teórico estabelecido é de que a biomassa vegetal é o principal

indicador da fertilidade do sistema, buscou-se uma forma de mensurá-la para posterior análise.

O quarto capítulo refere-se à caracterização dos aspectos determinantes da fertilidade do sistema das comunidades em quatro dimensões distintas, sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais. Esses parâmetros avaliativos serviram de base para considerações da realidade das comunidades e da fertilidade do sistema.

O quinto capítulo aborda à discussão dos dados sobre o manejo geral dos sistemas de produção que os agricultores familiares desenvolvem. Nesse capítulo foram analisados como itens específicos os métodos de preparo do solo, uso de NPK e de corretivos de acidez, manejo do gado, rotação e consórcio de culturas, diversidade de espécies cultivadas, manejo das plantas espontâneas, compreensão e estado da fertilidade nas UPVFs, importância e métodos para manter e ampliar a produção de biomassa na propriedade, identificação de áreas de perda de fertilidade e limites para manter ou ampliar a fertilidade nas UPVFs.

O sexto capítulo apresenta os dados e a discussão da produção de biomassa vegetal medida nas áreas cultivadas. Nesse capítulo procurou-se também fazer uma discussão desses dados na sua relação com a fertilidade do sistema e com o manejo antrópico.

Por fim, a última parte deste trabalho refere-se às conclusões.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE FERTILIDADE

O conhecimento científico sobre fertilidade na agricultura tem sido, historicamente, desenvolvido a partir do estudo do solo. A fundamentação teórica deste capítulo foi um esforço de ampliar a fronteira de conhecimento sobre esse tema. Considerou-se a importância do solo, mas localizou-o num contexto mais amplo de fertilidade do sistema que valoriza também a fase líquida e gasosa do solo, pouco contempladas nos estudos tradicionais de fertilidade, e o papel das plantas e do manejo antrópico como elementos centrais para manter e ampliar a capacidade de reprodução da vida dos ecossistemas.

2.1 O CONCEITO DE FERTILIDADE DO SOLO

Conceituar fertilidade do solo é uma tarefa difícil e um conceito, por mais completo que possa ser, estará sempre limitado à compreensão histórica e à forma de se ver o mundo, à racionalidade utilizada e aos sentimentos que as pessoas ligadas a terra nutrem. Relatos antigos escritos na Mesopotâmia há cerca de 2500 anos, mencionam a relação entre a fertilidade da terra e a produtividade da cevada. A fertilidade era atribuída em partes às cheias dos rios Tigre e Eufrates que deixavam sedimentos e material orgânico sobre o solo. Há vários relatos que relacionam a fertilidade da terra à produtividade das culturas e descrevem técnicas de melhoria da mesma, que vão desde o uso de sangue, corpos de animais mortos, ao uso de esterco e de plantas, particularmente leguminosas, como feijão, trevo, tremoço e ervilhaca (LOPES; GUILHERME, 2007).

Para esses autores, o estudo da fertilidade segue a história e o avanço do conhecimento da humanidade até a descoberta da química, que aplicada na agricultura, demonstrou a importância da nutrição mineral para as plantas. Nesse aspecto, o químico Justus von Liebig teve papel importante ao descrever a origem dos elementos minerais das plantas e estabelecer leis de fertilidade, entre elas, a

mais conhecida, a lei do mínimo², que dominou e ainda domina o pensamento dos pesquisadores na agricultura, tendo importância universal no manejo da fertilidade do solo.

Contudo, o estudo dos solos e das dinâmicas que acontecem no seu interior, bem como no seu entorno, tem contribuído muito para o avanço na compreensão da fertilidade. Há um consenso científico de que o solo é um elemento importante para a mesma. “Um solo fértil deve ter boas propriedades físicas e fornecer às plantas os nutrientes que dele são absorvidos em quantidades razoáveis e convenientemente balanceados” (MELLO *et al*, 1987, p. 13).

Quando um solo não contém substâncias tóxicas prejudiciais ao desenvolvimento dos vegetais e está localizado em uma região climática com luz, temperaturas adequadas e umidade suficiente, pode-se afirmar que é produtivo e fértil. Tedesco e Bissani (2004, p. 9) acrescentam ainda que “um solo fértil proporciona obter altas produtividades”. Para eles, a produtividade depende de um conjunto de fatores de produção como o clima, as plantas e outras propriedades do solo.

A evolução do conceito de fertilidade está intimamente ligada ao solo e nesse sentido, Lopes e Guilherme (2007, p. 42) afirmam que “o solo é o principal meio de crescimento das plantas, pois é uma camada biologicamente ativa resultante de complexas transformações que envolvem intemperismo de rochas e minerais, ciclagem de nutrientes e a produção e decomposição de biomassa”.

Para Meurer (2000), o solo apresenta um conjunto de características morfológicas, físicas e químicas e atividade biológica que são fundamentais para o seu estudo e compreensão.

Segundo Ruellan (1994;1988), é possível demonstrar que a fertilidade e as condições de utilização do solo podem estar relacionadas com as características morfológicas do mesmo, como a cor, as estruturas de agregados, a porosidade, a distribuição vertical e horizontal de suas camadas.

Com base no exposto acima, é possível definir o conceito mineralista de fertilidade do solo proposto por Liebig, de que fertilidade é a capacidade que um solo tem de, em estando numa região climática favorável e não contendo elementos

² A lei do mínimo pode ser enunciada do seguinte modo: “As produções das culturas são reguladas pelas quantidades do elemento disponível que se encontra no mínimo em relação às necessidades das plantas” (MELLO *et al.*, 1987, p. 15).

tóxicos, proporcionar às plantas o fornecimento de nutrientes para serem absorvidos em quantidades razoáveis e convenientemente balanceados, proporcionando a obtenção de altas produtividades.

Contudo, diversos cientistas que estudam fertilidade do solo identificam limites profundos no conceito mineralista de fertilidade desenvolvido por Liebig, conforme será abordado a seguir.

2.2 FERTILIDADE DO SISTEMA

O conceito mineralista de fertilidade do solo, que é amplamente utilizado há mais de um século e meio é, essencialmente, um conceito restrito às condições químicas do solo, pois estabelece uma relação direta entre os teores de nutrientes no solo e o rendimento das culturas, quando outros fatores de crescimento são adequados (NICOLODI *et al.*, 2008).

Lembrando que a lei do mínimo de Liebig condiciona o rendimento das culturas às quantidades mínimas dos nutrientes presentes no solo, Nicolodi *et al.* (2008) concluem que a avaliação e, conseqüentemente, o conceito mineralista de fertilidade utilizado para definir a capacidade de um solo produzir abundantemente, são insuficientes para explicar os resultados obtidos por longos períodos com diferentes rotações de culturas e que a importância dos indicadores tradicionais de fertilidade do solo é menor em solos cultivados no sistema de plantio direto (SPD) do que no sistema convencional (SC).

Os autores afirmam que, no SC, as produtividades mais elevadas geralmente são obtidas com valores de pH em água entre 5,5 e 6,5 e na ausência de $Al^{tróc}$. Isso não foi verificado e o rendimento médio de grãos de milho não diminuiu com o aumento do $Al^{tróc}$ e a diminuição do pH. A relação entre pH e saturação de bases (V) em solo cultivado em SC e no SPD foi semelhante, porém, o valor de V foi maior no SPD do que no SC, para um mesmo pH, o que contraria os fundamentos tradicionais de fertilidade do solo.

Para Khatounian (2001), a idéia predominante entre técnicos e agricultores de que a fertilidade está fundamentalmente ligada ao solo colaborou para a construção de um conceito de fertilidade sinônimo de química do solo, porém a

noção puramente química de fertilidade apresenta debilidades, pois há solos quimicamente favoráveis, mas com baixa produção, devido a problemas físicos, hídricos e sanitários. Nesse sentido observam-se na natureza alguns fatos intrigantes como, por exemplo, a existência de florestas pluviais tropicais, tidas como os ecossistemas biologicamente mais produtivos, sobre solos quimicamente pobres, ou ainda, existir sistemas agrícolas produtivos em solos quimicamente pobres.

Khatounian (2001) afirma que para contornar essa debilidade na concepção de que fertilidade é sinônimo de química de solo, criou-se um conceito auxiliar de “solo produtivo”, que inclui além da fertilidade química, características favoráveis à obtenção de boas produtividades, como clima adequado.

O avanço tecnológico e o desenvolvimento de estudos nas áreas da ecologia permitiram ampliar os conhecimentos sobre o tema colaborando para a elaboração do conceito de fertilidade do sistema.

O conceito de fertilidade do sistema que será desenvolvido a seguir refere-se à interpretação da obra de Khatounian (2001), que foi o primeiro autor no mundo a tratar desse tema. Esta abordagem sistêmica permite valorizar as interações e dinâmicas do solo, aliadas ao manejo antrópico da produção vegetal, como por exemplo, o aporte energético aos ecossistemas através da biomassa vegetal. Também considera o manejo animal e suas relações com a natureza, especialmente no que diz respeito ao consumo de biomassa.

Segundo esse autor a fertilidade do sistema deve ser entendida como um instrumento conceitual para a construção de agroecossistemas mais sustentáveis. Tem como objetivo central facilitar o desenho e o manejo de sistemas sustentáveis em ambiente tropical e subtropical. Seu conceito conduz a uma nova visão e interpretação dos fatos agrícolas, com ferramentas que possibilitam uma abordagem mais holística, considerando a evolução da vegetação ao largo do planeta ou de sua sucessão desde a rocha nua até a floresta.

A fertilidade não está no solo, também não está nas plantas, nem nos animais. A fertilidade do sistema é um conjunto dinâmico que se reflete em boas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo proporcionando abundante desenvolvimento vegetal e da vida (KHATOUNIAN, 2001).

Para esse autor, a fertilidade do sistema pode ser definida como a capacidade de um ecossistema gerar vida de forma sustentável. Abrange um conjunto de fatores que condicionam a reprodução da vida e configura-se numa

visão integradora necessária para a sustentabilidade em longo prazo. Ela difere em quatro aspectos do conceito de fertilidade do solo. O foco está no sistema de produção, incluindo o solo, mas não apenas o solo; abrange o conjunto dos fatores que definem a produção de biomassa; o indicador privilegiado é a produção total de biomassa; e nos sistemas agrícolas, a fertilidade do sistema é predominantemente antrópica, pois inclui a interferência humana como fator central de sua evolução.

O indicador mais adequado da fertilidade do sistema é a biomassa produzida, primordial e predominantemente vegetal, mas parte dela pode ser convertida em biomassa animal. Nos agroecossistemas, parte dessa biomassa será o produto colhido pelo agricultor.

As bases científicas que fundamentam o conceito de fertilidade do sistema são as mesmas necessárias ao desenvolvimento da vida, pois a mesma é condicionada pelo suprimento de luz, de água, de temperatura adequada, de ar e nutrientes minerais.

A luz, a água e a temperatura são mais determinantes na fertilidade de sistemas agrícolas do que os nutrientes minerais. Há culturas que podem se desenvolver em ambientes quimicamente muito pobres, mas não há culturas que se desenvolvam com restrições análogas de luz, de temperatura e de água. Isso é evidente em ecossistemas naturais onde, mesmo sob condições químicas do solo extremamente desfavoráveis, a vegetação poderá ser exuberante, desde que a luz e a água sejam abundantes e a temperatura seja favorável (KHATOUNIAN, 2001).

Na natureza, os seres vivos são condicionados pelo habitat, mas também participam da construção de seu habitat (LOVELOCK, 1988). Não existe harmonia no sentido estático e sim, dinâmicas constantes onde há perturbação e recuperação. No reino vegetal a sucessão tem um papel importante na construção do conceito de fertilidade do sistema. Portanto, a abordagem a seguir mostra os principais processos que ocorrem na natureza para produção e acúmulo de biomassa no ecossistema.

Os ecossistemas naturais que não sofrem perturbações, ou sofrem perturbações com uma frequência muito baixa, apresentam uma tendência de evoluírem aumentando a sua maturidade, os quais diferem claramente daqueles que sofrem perturbações freqüentes, e se mantêm em estágios de desenvolvimento imaturo.

No início do processo de sucessão ecológica dos ecossistemas ocorre uma maior produtividade líquida de biomassa em relação aos sistemas maduros e há uma tendência da mesma se acumular. A produtividade líquida de biomassa diminui com o aumento da maturidade do sistema, podendo ser semelhante ou igual à respiração.

Nos ecossistemas maduros o incremento de biomassa é praticamente nulo, pois a maior parte da energia é usada para manter o sistema. Portanto, a diferença entre esses sistemas ocorre, principalmente, em relação ao aumento da biomassa, à diversidade específica e a estratificação ou heterogeneidade espacial. Nos ecossistemas maduros há um grau maior de organização e de estrutura de comunidade, refletindo numa maior complexidade de estrutura trófica do que nos ecossistemas imaturos (ODUM, 2004).

Num sentido mais amplo, a sucessão ecológica é o processo de desenvolvimento do ecossistema pelo qual acontecem mudanças distintas na estrutura e função da comunidade. Há dois tipos básicos de sucessão, a primária e a secundária. A sucessão primária acontece em locais que não foram previamente ocupados por organismos vivos, ou que não sofreram modificações geradas pelos componentes bióticos, enquanto a sucessão secundária é o desenvolvimento de ecossistemas em locais previamente ocupados por organismos vivos, mas que foram perturbados por algum acontecimento, como incêndios, desmatamento, vento severo, pastoreio excessivo.

O impacto na estrutura e função do ecossistema e o tempo necessário para a recuperação vão depender da intensidade, frequência e duração da perturbação. O processo de sucessão secundária é objeto de maior interesse para a fertilidade do sistema, pois a perturbação e o processo de recuperação que ocorrem na agricultura, geralmente acontecem em locais onde antes havia outros componentes bióticos (GLIESSMAN, 2000).

Para esse autor, a recuperação de um ecossistema após uma perturbação obedece a um processo relativamente ordenado de sucessão vegetal, pois os ecossistemas naturais estão em constante estado de perturbação, sofrendo alterações em escalas diversas. Perturbações provocadas por incêndios, ventanias, enchentes, erosão, queda de árvores, entre outros, matam organismos, destroem e modificam habitats, e mudam as condições abióticas. Qualquer um destes eventos pode modificar a estrutura de um ecossistema natural e causar alterações nos níveis

de população dos organismos presentes e na biomassa que estocam. As perturbações podem variar em três dimensões: intensidade, frequência e escala.

A intensidade da perturbação pode ser medida pela quantidade de biomassa removida ou pela quantidade de indivíduos mortos. A frequência da perturbação refere-se à média de tempo entre cada evento. Quanto mais longo o período entre perturbações, maior é a habilidade do ecossistema de recuperar-se plenamente após cada uma delas. A escala da perturbação refere-se ao efeito espacial, que pode variar desde uma área reduzida, localizada, até toda a paisagem. Com frequência essas três características estão entrelaçadas de forma complexa (GLIESSMAN, 2000).

O processo de recuperação de um ecossistema começa logo após o mesmo sofrer perturbações através da ação combinada de diversas dinâmicas do ecossistema, como: a) a ação da comunidade biótica que modifica o ambiente físico; b) a competição e a coexistência entre organismos individuais e populações alteram a diversidade e a abundância das espécies; e c) o fluxo de energia desloca-se da produção para a respiração, à medida que aumenta a necessidade de energia do sistema, para sustentar a quantidade crescente de biomassa viva. É a interação desses processos que guia o ecossistema em recuperação através dos diversos estágios em desenvolvimento, até uma estrutura e nível de complexidades similares às que existiam antes de ocorrer a perturbação.

Várias são as mudanças que ocorrem na estrutura e funcionamento do ecossistema no decorrer da sucessão secundária, após uma perturbação intensa. Para a fertilidade do sistema que tem a biomassa como indicador principal, algumas mudanças e estruturas de funcionamento são estratégicas, como por exemplo: biomassa total; massa de matéria orgânica não viva; produtividade primária líquida; eficiência no uso geral de nutrientes e energia; ciclagem de nutrientes e retenção de nutrientes.

Quando comparadas essas características estratégicas para a fertilidade do sistema, entre estágios de sucessão iniciais, intermediários e maduros, é possível afirmar que a biomassa total e a matéria orgânica não viva são baixas, com rápido aumento, nos estágios iniciais de sucessão; média com aumento moderado, nos estágios intermediários e; alta, com lenta taxa de aumento, na maturidade. Já a produtividade primária líquida aumenta rapidamente nos estágios iniciais de sucessão e diminui levemente no estágio de maturação. A eficiência no uso geral de

energia aumenta nos estágios iniciais e permanece eficiente no estágio maduro de sucessão.

A ciclagem de nutrientes apresenta um fluxo através do sistema, em ciclos abertos, enquanto que nos estágios maduros de sucessão, a ciclagem é interna em ciclo fechado. Em estágios iniciais de sucessão a retenção de nutrientes é baixa, com tempo curto para a reposição. Em estágios maduros de sucessão a retenção de nutrientes é alta, com longo tempo de reposição (GLIESSMAN, 2000; ODUM, 2004).

Os estágios primários ou pioneiros de sucessão são dominados por espécies espontâneas de crescimento rápido que se dispersam facilmente e, gradativamente, vão sendo substituídas por outras espécies. Um dos fatos mais importantes durante os estágios pioneiros de sucessão é o fato de que a fotossíntese bruta, normalmente excede em muito à respiração total, resultando em alta produtividade primária líquida e, conseqüentemente, alto potencial de colheita. À medida que o estande vegetal aumenta com a sucessão, uma maior proporção da produtividade é usada na manutenção, criando a impressão de maior estabilidade.

Nos estágios iniciais da sucessão há um aumento da biomassa e da matéria orgânica viva. Quando essa biomassa é convertida em detritos e húmus, à medida que sofre ação dos decompositores, resulta indiretamente em aumento de matéria orgânica do solo. Durante os estágios pioneiros de recuperação de um ecossistema a disponibilidade de nutrientes é normalmente alta e a sua conservação é relativamente ineficiente. Plantas de crescimento acelerado tornam-se dominantes e a interação de populações fica limitada a poucas espécies presentes. Na medida em que a sucessão avança, melhora a retenção e ciclagem de nutrientes (ODUM, 2004).

Espécies colonizadoras começam a ocupar uma maior diversidade de nichos no sistema, intensificam-se as interações das populações e a estrutura do ecossistema torna-se mais complexa e interconectada (GLIESSMAN, 2000). Para esse autor existem ecossistemas cuja freqüência, escala e intensidade da perturbação faz com que eles nunca atinjam a maturidade total, mas apesar disso, são capazes de manter a diversidade de espécies, a estabilidade e a eficiência no uso de energia, que são características de um ecossistema maduro.

A hipótese da perturbação intermediária é proposta por ecologistas que estudam esses ecossistemas e afirmam que, em ecossistemas naturais, onde as perturbações ambientais não são tão freqüentes nem tão raras, tanto a diversidade

quanto a produtividade podem ser altas. A perturbação que ocorre nesses sistemas retém a característica de alta produtividade do estágio pioneiro, enquanto a estabilidade geral do sistema permite a alta diversidade de espécies, mais característica de ecossistemas maduros.

Essas duas características são desejáveis em práticas de agricultura sustentável e permitem uma maior fertilidade do sistema, a partir de uma maior produtividade da biomassa e alta diversidade de espécies.

Outro atributo importante da natureza e relacionado à fertilidade do sistema é o fato de que, em regiões de clima tropical, as altas taxas de decomposição da matéria orgânica são compensadas por altas taxas de produção de resíduos vegetais que retornam ao solo. Nessas regiões, os solos em geral apresentam um elevado intemperismo com predominância na fração argila, de minerais filossilicatados e óxidos de ferro e alumínio que apresentam uma elevada área de superfície específica, com grande interação desses minerais com a matéria orgânica do solo. Essa interação determina uma maior estabilidade da matéria orgânica à decomposição pelos microorganismos e, conseqüentemente ocorre aumento da matéria orgânica no solo, melhorando a fertilidade do sistema (BAYER; MIELNICZUK, 2008).

O processo de geração de fertilidade na perspectiva sistêmica depende da fotossíntese e da produção de biomassa vegetal do ecossistema. Na natureza as plantas retiram do solo pequenas quantidades de minerais e a partir do processo de fotossíntese produzem grandes quantidades de biomassa, por isso a importância da fotossíntese e dos processos relacionados a ela.

A diferença entre a quantidade de minerais extraídos do solo e a biomassa produzida em termos de matéria seca é o ganho de fertilidade. Esse ganho de fertilidade refere-se sempre a um balanço positivo entre a biomassa produzida e os minerais extraídos do solo, medida em peso de matéria seca por unidade de área. Se para produzir 1000 Kg de matéria seca vegetal as plantas utilizam 80 Kg de minerais, a diferença de 920 Kg é o ganho efetivo de fertilidade. É nesse sentido que Khatounian (2001) afirma que a “biomassa é o indicador privilegiado da fertilidade”, pois ela é a matéria-prima para a reprodução da vida dos ecossistemas, além dela própria ser em algum momento viva.

Sob essa compreensão, a fertilidade deixa de ser um atributo somente do solo e passa a ser um atributo do ecossistema. De certa forma, escapa do mundo da

produção e passa a ser um atributo sistêmico do mundo da reprodução da vida, cuja mensuração pode ser relacionada e medida através da biomassa.

Nesta abordagem, a fertilidade do sistema é predominantemente antrópica, e este fato implica no entendimento da interferência do ser humano no manejo da fertilidade. Agricultores vizinhos que partem do mesmo status de fertilidade natural podem chegar a estados diferentes de fertilidade nos agroecossistemas, devido às práticas culturais distintas e ao manejo adotado (KHATOUNIAN, 2001).

A fertilidade do sistema considera o solo através da valorização das dinâmicas e das relações que acontecem no seu interior e entorno, entre os elementos minerais, biota, plantas, animais e o ser humano. Nesse sentido, é importante compreendê-lo a partir do conhecimento científico que existe sobre o mesmo, incluindo a influência das plantas e do manejo antrópico. Por esta razão, a seguir serão abordados o solo e sua constituição a partir da fase sólida, líquida e gasosa e o papel das plantas, a fim de compreender os elementos básicos que compõe a fertilidade do sistema. Após será elaborada uma reflexão sobre o manejo antrópico nos agroecossistemas.

2.3 O SOLO E A SUA CONSTITUIÇÃO

O solo apresenta características físicas, químicas e biológicas que são fundamentais para a sua compreensão e estudo. É possível considerá-lo no ambiente natural e manejado como um sistema e defini-lo da seguinte forma:

[...] corpo natural da superfície terrestre, constituído de materiais minerais e orgânicos resultantes das interações dos fatores de formação (clima, organismos vivos, material de origem e relevo) através do tempo, contendo matéria viva e em parte modificada pela ação humana, capaz de sustentar plantas, de reter água, de armazenar e transformar resíduos e suportar edificações (MEURER, 2000, p. 14).

O solo é constituído por uma fase sólida, uma líquida e uma gasosa que estão em constante interação, determinando suas características morfológicas. A fase sólida é composta por uma fração mineral e outra orgânica. A fração mineral do solo em contato com a fase líquida é responsável pelo fornecimento de parte dos minerais às plantas, a partir da entrada desses na solução do solo para posterior absorção.

A fração mineral sólida do solo é responsável em grande parte pela composição da sua solução enquanto que a fase gasosa é regulada pela fase líquida e pelas práticas de manejo antrópico (KLAMT; MEURER, 2000).

O entendimento das diferentes fases do solo e da sua dinâmica contribui para o manejo da fertilidade do sistema, conforme será abordado a seguir.

2.3.1 A fase sólida do solo

A primeira função da fase sólida do solo é dar suporte físico ao estabelecimento das plantas de forma que possam se desenvolver de forma adequada. Um solo com boa estrutura e com condições físicas ótimas para o desenvolvimento das plantas tem, em média, uma composição volumétrica com 50% de espaço poroso e 50% de partículas sólidas. O espaço poroso é composto normalmente por 25% de água e 25% de gases. A fase sólida é composta por 45 a 48% de sólidos minerais e 2 a 5% de matéria orgânica. A fase sólida é formada por agregados que por sua vez são formados por partículas individuais cimentadas entre si pela matéria orgânica, filossilicatos e pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e sílica, principalmente (NOVAIS; MELLO, 2007).

As partículas minerais e componentes bióticos têm tamanho de 10^{-10} a 10^{-2} m com formas e arranjos diferentes que se organizam em estruturas agregadas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Os limites de tamanho definem as partículas como pertencentes a diferentes frações conforme uma classificação internacional que vai de 0 (zero) a 2 (dois) milímetros. Todo o solo enquadrado nesse limite é considerado “terra fina” e acima desse limite de tamanho, ou seja, maior que dois milímetros, é considerado cascalho (NOVAIS; MELLO, 2007).

As partículas mais finas do solo constituem o sistema coloidal que podem ser de origem mineral ou orgânica ou organominerais. É no sistema coloidal que ocorrem diversas reações químicas, físico-químicas e microbianas, em função das cargas elétricas e da alta área de superfície específica, o que é diretamente relacionado à fertilidade do sistema.

2.3.1.1 Os minerais do solo

Os minerais constituem parte da fase sólida e correspondem de 45 a 48% do seu volume total. Entre os minerais encontrados no solo, os filossilicatos e os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio apresentam propriedades especiais como grande superfície específica, presença de carga elétrica e movimento das partículas dispersas em meio líquido, promovido pela energia cinética das mesmas.

As cargas elétricas dos filossilicatos podem ser negativas ou positivas, dependendo do pH do solo. A presença das cargas elétricas possibilita a adsorção de íons de cargas opostas, promovendo a retenção dos mesmos no solo, armazenando os elementos minerais para as plantas. Em regiões tropicais e subtropicais, objeto desse trabalho, os filossilicatos apresentam predominância de cargas negativas, enquanto os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio possuem predominância de cargas positivas.

Os solos apresentam grandes variações de suas superfícies específicas devido a fatores como textura, mineralogia e teor de matéria orgânica contida no mesmo.

A adsorção é um processo de retenção eletrolítica de cátions e a troca iônica é um processo de troca de íons que ocorre entre a fase sólida (minerais e matéria orgânica) e a solução do solo. Os processos de adsorção e troca iônica são devidos principalmente aos filossilicatos, aos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e à matéria orgânica, ou seja, às partículas de elevada área de superfície específica, que detém cargas negativas e positivas.

A retenção de cátions na forma trocável confere ao solo a sua capacidade de troca catiônica, ou CTC. Os cátions mais envolvidos quantitativamente no processo de troca iônica são o Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , K^+ , H^+ , Na^+ e NH_4^+ e alguns micronutrientes também estão sujeitos ao mesmo processo, porém em quantidades bem menores (NOVAIS; MELLO, 2007).

Esses cátions trocáveis são nutrientes para as plantas e ajudam a desenvolver a vida nas suas diversas manifestações. A manutenção dos nutrientes minerais no solo depende, em grande parte, dos minerais e da matéria orgânica, pois são os responsáveis em reter os cátions no sistema.

Para esses autores, os filossilicatos mais comuns nas regiões tropicais e subtropicais são os de camada 1:1 e 2:1. Os filossilicatos são constituídos de lâminas alternadas de tetraedros de sílica e octaedros de alumina, ligados entre si por átomos de oxigênio. A quantidade de lâminas de tetraedros de sílica para as lâminas de octaedros de alumina por unidade de um filossilicato é a base de identificação do grupo a qual pertence. Assim, quando um filossilicato apresenta uma lâmina de tetraedros de sílica para uma lâmina de octaedros de alumina, é denominado filossilicato 1:1.

A Caulinita, por exemplo, é um filossilicato tipo 1:1 com formato hexagonal de tamanho grande, portanto com uma pequena superfície de contato e menor reatividade, se comparada com filossilicatos tipo 2:1. Na Caulinita as unidades cristalográficas são unidas entre si por ligações de hidrogênio que as tornam não expansivas.

Ainda, segundo esses autores, quando duas lâminas de tetraedros de sílica estão dispostas com uma lâmina de octaedros de alumina, temos um filossilicato 2:1. Nos filossilicatos 2:1 as unidades cristalográficas são frouxamente ligadas por moléculas d'água e cátions da solução do solo, o que permite que a distância entre elas seja variável, conferindo a estas a característica de expansividade e de maior atividade química, já que cátions e moléculas podem mover-se com maior facilidade entre as unidades cristalográficas.

Existe também filossilicatos com a mesma organização estrutural do tipo 2:1, como, por exemplo, a illita, porém com as ligações entre as unidades cristalográficas apresentando um déficit de carga positiva na camada de tetraedro, o que confere ao material um excesso de cargas negativas que são neutralizadas, em sua grande maioria, por íons de K^+ fortemente retidos entre duas unidades cristalográficas. Esse tipo de ligação diminui muita a capacidade expansiva desse mineral na presença de água, conferindo uma menor superfície de adsorção catiônica se comparada com a montmorilonita. A illita tem maior capacidade de adsorver cátions trocáveis que a caulinita e menor que a montmorilonita (MELLO *et al.*, 1987).

Os filossilicatos tipo 2:1 são de tamanho menor que os 1:1 e conseqüentemente com uma maior superfície de contato e maior atividade química (NOVAIS; MELLO, 2007).

Os minerais não silicatados são constituídos por óxidos e hidróxidos de Fe e Al e predominam em solos tropicais misturados com minerais silicatados,

principalmente a caulinita, e são os principais responsáveis pela adsorção aniônica. Esses materiais também fazem parte da fração coloidal do solo.

Os óxidos e hidróxidos de Fe e Al também adsorvem cátions em forma trocável, porém em quantidades menores. Os óxidos de ferro ocorrem em maiores quantidades na fração argila dos solos. Eles são originários da decomposição de minerais primários ferro-magnesianos encontrados em rochas magmáticas básicas, como o basalto. A goethita (FeOOH) é a forma de mineral mais estável dos óxidos de ferro em solos, ocorrendo em quase todas as regiões e clima, mas sua formação é favorecida em regiões de baixas temperaturas, elevados teores de umidade, de matéria orgânica, de pH ácido e de teores de Al trocável elevado. A hematita (Fe_2O_3), a goethita, a lepidocronita (FeOOH), a ferrihidrita ($\text{Fe}_{10}\text{O}_{15}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$), a magnetita, maghemita são exemplos de óxidos de ferro nos solo tropicais (KLAMT; MEURER, 2000).

Segundo esses autores, os óxidos de alumínio mais encontrados no Brasil são a bayerita, boehmita, a diáspora e a gibsitita $\text{Al}(\text{OH})_3$ que é o mais importante óxido de alumínio no Brasil, encontrado com frequência em solos intemperizados de áreas tropicais. Os óxidos de manganês estão, na sua maioria, na forma não cristalizada, podendo absorver metais pesados e são oxidantes naturais dos metais, como o As^3 e o Cr^3 . Há também óxidos de titânio que são muito resistentes ao intemperismo.

Os minerais do solo são de extrema importância para a fertilidade do sistema, pois constituem as superfícies reativas onde a matéria orgânica e os nutrientes ficam retidos. As propriedades dos minerais, como dimensões, área superficial e cargas elétricas, afetam importantes processos e reações do solo. Parte da fertilidade do sistema provém da presença e ação dos minerais do solo.

2.3.1.2 A matéria orgânica do solo

A abordagem da matéria orgânica do solo (MOS) será feita tratando de suas especificidades, mas principalmente das relações que ela mantém e determina nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de forma integrada e como fonte de energia e nutrientes para o ecossistema.

A MOS também faz parte da fase sólida do solo e é constituída basicamente por C, H, O, N, S e P. Em torno de 58% da MOS é composta pelo carbono (C), 6% pelo hidrogênio (H), 33% pelo oxigênio (O) e o nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) contribuem com 3% da MOS total, individualmente. A entrada de C no solo depende principalmente dos resíduos da biomassa aérea e radicular das plantas, liberação de exsudatos radiculares, lavagem de constituintes solúveis da planta pela chuva e transformação desses materiais carbonados pelos macro e microorganismos do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007).

A MOS influencia vários processos complexos como a estabilidade dos agregados e da estrutura do solo, a infiltração e retenção de água, a resistência à erosão, a capacidade de troca catiônica, a atividade biológica, lixiviação, disponibilidade de nutrientes para as plantas, liberação de CO₂ e outros gases da atmosfera (MIELNICZUK, 2008).

A matéria orgânica é um fator determinante à qualidade do solo, pois exerce funções intimamente associadas com propriedades emergentes que promovem a qualidade do solo como capacidade de servir como meio de crescimento das plantas regular e compartimentalizar os fluxos de água no ambiente, estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera e funcionar como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente (VEZZANI, 2001; VEZZANI *et al.*, 2008).

O teor de matéria orgânica no solo é muito sensível às práticas de manejo, sobretudo em regiões tropicais e subtropicais. E as perdas de matéria orgânica do ecossistema ocorrem, na sua maioria, pela decomposição microbiana e pelos processos erosivos (MIELNICZUK, 2008).

O manejo do solo e das plantas determina a magnitude dos processos de adição ou perdas de matéria orgânica em um agroecossistema, mas, normalmente, causa mais perdas do que ganhos e isso promove, ao longo do tempo, a degradação da qualidade do solo.

Para um melhor entendimento do resultado do manejo antrópico e da dinâmica da MOS, o C contido no sistema pode ser dividido em compartimentos que são dinâmicos, mutuamente dependentes e controlados por fatores climáticos,

edáficos e antrópicos. Mielniczuk (2008), baseado em Duxbury *et al.* (1989)³, propõe uma divisão do C em 4 compartimentos, A, B, C e D, que podem ser esquematicamente representados na QUADRO 1.

Compartimentos	Residência (anos)	Função principal	Fatores principais de controle
A- Biomassa vegetal viva	0,25	<ul style="list-style-type: none"> - Reciclagem de nutrientes - Proteção do solo contra erosão - Produção de fibras e alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de cultura - Fertilidade e acidez do solo - Disponibilidade de água - Temperatura e radiação solar
B- Resíduos vegetais, raízes e exsudatos	0,25	<ul style="list-style-type: none"> - Fonte de alimento para a biota do solo - Proteção do solo contra a erosão - Fonte de nutriente às plantas 	<ul style="list-style-type: none"> - Magnitude do compartimento A - Tipo de resíduo (relação C/N) - Grau de trituração e incorporação dos resíduos - Temperatura e umidade
C- MO não protegida 1- Biomassa microbiana	0,25	<ul style="list-style-type: none"> - Decomposição dos resíduos - Agregação temporária - Fontes de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo e magnitude do compartimento B - Fertilidade e acidez do solo - Temperatura e umidade - Grau de revolvimento do solo
2- Lável (<50µm)	2 a 5	<ul style="list-style-type: none"> - Fonte de energia aos microrganismos - Agregação temporária - CTC - Fonte de nutrientes para as plantas 	<ul style="list-style-type: none"> - Magnitude dos compartimentos A, B - Temperatura e umidade - Grau de revolvimento do solo
D- Matéria orgânica protegida (>50µm) 1- Estrutural	-----	<ul style="list-style-type: none"> - Agregação permanente - CTC 	<ul style="list-style-type: none"> - Magnitude dos compartimentos A, B, e C - Grau de revolvimento do solo - Destruição dos agregados - Textura
2- Proteção Coloidal	1000	<ul style="list-style-type: none"> - Agregação permanente - CTC 	<ul style="list-style-type: none"> - Magnitude dos compartimentos A, B, e C - Grau de revolvimento do solo - Mineralogia e textura

QUADRO 1- DISTRIBUIÇÃO EM COMPARTIMENTOS DO CARBONO EM UM SISTEMA AGRÍCOLA CONSTITUÍDOS PELO SOLO E COBERTURA VEGETAL, PRINCIPAIS FUNÇÕES E FATORES DE CONTROLE DA MAGNITUDE DE CADA COMPARTIMENTO

FONTE: MIELNICKZUK (2008)

NOTA: ADAPTADO DE DUXBURY *et al.* (1989)

³ DUXBURY, J.M.; SMITH, M.S.; DORAN, J.W. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. In: COLEMAN, D.C. *et al.* (Eds) **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: Nifal Project, 1989. p.33-67

O compartimento A é composto de biomassa vegetal viva e tem como função principal a reciclagem de nutrientes, a proteção do solo e a produção de fibras e alimentos.

O compartimento B é composto de resíduos vegetais, raízes e exsudatos. Tem uma residência em torno de 0,25 anos e tem como função principal, a de servir como fonte de alimento para a biota do solo, proteção do solo contra erosão e fonte de nutrientes às plantas.

O C é composto por MO não protegida (C1- biomassa microbiana e C2-lábil). O C1 tem uma residência em torno de 0,25 anos no solo e sua função é a decomposição dos resíduos, a agregação temporária e fornecer nutrientes. O C2 tem uma residência de 2 a 5 anos no solo e é fonte de energia aos microrganismos, atua na agregação temporária, apresenta CTC e também serve como fonte de nutriente às plantas.

O compartimento D é composto por MO protegida (D1-proteção estrutural e D2-proteção coloidal). O D1 tem como função principal a agregação permanente e CTC. O D2 pode ter uma residência de 1000 anos e sua função é de promover a agregação permanente e CTC.

As adições primárias do carbono no solo ocorrem nos compartimento A e B e a magnitude do compartimento B é diretamente dependente do A e do manejo que for dado aos resíduos. O compartimento B é muito dinâmico, sendo que 80% desse carbono serão liberados como CO₂ pela ação de microrganismos em um curto período de tempo (3 a 4 meses) e apenas 20% farão parte de compostos mais estáveis nos compartimentos C e D. Em um sistema estável, pressupõe-se que as adições líquidas de carbono ao solo pelos compartimentos A e B sejam iguais às perdas nos compartimento C e D.

Essas perdas do carbono orgânico total (COT) do solo podem ser superiores a 50% nos primeiros anos de cultivo. As reduções ocorrem nos compartimentos da MO lábil (compartimento C2), mas também nos compartimentos MO protegida (compartimento D), mesmo em solos argilosos que contém alta quantidade de minerais reativos.

Da mesma forma, em sistemas de manejo onde as adições superam as perdas, há um aumento do COT e do N total (NT) do solo, refletindo nos compartimentos C2, D1, e D2 (MIELNICZUK, 2008).

As alterações para mais ou para menos, nos compartimentos D1 e D2, superam em quantidades as perdas ou ganhos de carbono nos compartimentos C2 nos solos com elevados teores de argila e óxidos, pois nesses solos mais de 80 % do COT e NT encontram-se nesses compartimentos (BAYER⁴, 1996, *apud* MIELNICZUK, 2008).

A importância de se compreender os compartimentos da MOS está relacionada às funções que cada um deles exerce. Estas são diferenciadas e importantes na definição de práticas agrícolas visando a fertilidade do sistema e a elaboração de sistemas sustentáveis. A ausência ou a redução do compartimento A, por exemplo, quando as práticas de pousio, solo descoberto, remoção ou queima de resíduos são utilizadas, comprometem o compartimento B que tem a função de repor as perdas de carbono que ocorrem nos compartimentos C e D. Além disso, o compartimento A é responsável pela manutenção da biota do solo e pela proteção da superfície do solo contra a erosão.

Outra prática agrícola que interfere na dinâmica do COT é o revolvimento do solo, que promove a oxidação de compostos orgânicos e rompe mecanicamente os agregados. Além disso, essa prática expõe a superfície do solo às gotas de chuva e à variação de temperatura e umidade, tornando-se um fator de controle dos compartimentos C e D, diminuindo a fertilidade do sistema.

A MOS pode ser usada como indicador de sustentabilidade, definindo-se seu teor crítico, a partir do qual a qualidade do solo fica comprometida. O acompanhamento do teor de MOS pode ser importante para identificar erros no sistema de manejo adotado, como baixa fertilidade, baixa produção de resíduos, excesso de revolvimento e erosão acelerada, bem como acompanhar a evolução da fertilidade do sistema (MIELNICZUK, 2008).

Embora o carbono possa ser um indicador de estabilidade do sistema, se monitorado a longo tempo, outros indicadores mais simples e mais facilmente detectados podem ser utilizados. Entre eles, destacam-se os sistemas de cultivo quanto à intensidade de ocupação de solo, a produção e permanência de resíduos sobre o solo, o balanço adequado entre espécies vegetais e o grau de revolvimento do solo. “Seriam esses atributos de qualidade dos sistemas de manejo que

⁴ BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo do solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 240f. Tese (Doutorado em Agronomia- Ciência de Solo)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996

conduziriam à preservação da matéria orgânica, à qualidade do solo e à sustentabilidade da produção agrícola” (MIELNICZUK, 2008, p. 4).

Quando o solo, nas regiões tropicais e subtropicais, é submetido ao uso agrícola baseado em práticas convencionais de manejo, há um rápido declínio no teor da MOS, podendo chegar à metade do estoque original em períodos de 10 a 15 anos, enquanto que em regiões temperadas pode levar de 50 a 100 anos para que ocorra a mesma perda. Nesse sentido, a quantidade de resíduos vegetais necessária para a manutenção dos estoques de matéria orgânica do solo em regiões tropicais é muito superior do que em regiões temperadas. Porém, é possível manter e ampliar o teor de MOS com técnicas de manejo conservacionistas e de cultivo, como plantio direto, adubação verde e sistemas agroflorestais (BAYER; MIELNICZUK, 2008), ampliando a fertilidade do sistema.

Segundo esses autores, em relação às propriedades químicas do solo afetadas pela matéria orgânica, é possível destacar a disponibilidade de nutrientes para as culturas, como o nitrogênio, fósforo e enxofre, a capacidade de troca catiônica e a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes. As substâncias húmicas atuam diretamente na complexação de metais e os ácidos orgânicos de baixo peso molecular, na diminuição de elementos tóxicos e no aumento da disponibilidade de micronutrientes.

A MOS é tão importante para a fertilidade do sistema que nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina é critério básico para a recomendação de nitrogênio para as culturas (SBCS, 2004).

A fração húmica da matéria orgânica apresenta também uma alta capacidade de troca catiônica (CTC), podendo situar-se entre 150 a 800 cmol.kg⁻¹, sendo que esses valores podem variar em função da quantidade de MO (NOVAIS; MELLO, 2007; BAYER; MIELNICZUK, 2008).

Em amostras de diversos solos no Estado de São Paulo, a contribuição da matéria orgânica para a CTC total a pH 7,0 variou de 56 a 82% da CTC total nas camadas superficiais e de 6 a 59% da CTC total em camadas profundas (NOVAIS; MELLO, 2007).

Em solos tropicais a CTC da matéria orgânica pode representar grande parte da CTC total do solo e, nesses solos, a manutenção ou aumento dos teores de matéria orgânica é fundamental para a retenção de nutrientes e diminuição da lixiviação.

Silva e Mendonça (2007) consideram que, apesar dos minerais serem fundamentais para a CTC do solo, a MOS também é muito importante, podendo chegar de 20 a 90% da CTC das camadas superficiais de solos minerais e praticamente toda a CTC de solos orgânicos. Em solos tropicais, com baixos teores de argila, com cargas variáveis dependentes do pH, em estados avançados de intemperismo, a contribuição da MO para a CTC do solo é maior. Conhecer essas propriedades da MOS é fundamental para a fertilidade do sistema, pois a MO pode ser manejada antropicamente nos agroecossistemas, visando uma agricultura mais sustentável.

Em relação às características físicas do solo, a agregação é a mais afetada pela MOS, e a agregação, por sua vez, afeta outras características físicas como a densidade, a porosidade, a aeração, a capacidade de retenção e infiltração de água, características fundamentais à capacidade produtiva de um solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008).

Os agregados do solo podem ser considerados como a unidade básica da estrutura do mesmo e a sua formação é atribuída basicamente às forças físicas envolvidas no umedecimento e secamento, congelamento e descongelamento e ação de compressão pelas raízes. Essas forças físicas atuam aproximando as partículas minerais que depois são estabilizadas pela ação da matéria orgânica.

Ainda em relação aos agregados, a região da rizosfera contribui para a formação dos mesmos, pois é considerado um sítio de produção de mucilagem que atua também como substância estabilizadora. Há um efeito direto das excreções radiculares na estabilização dos microagregados devido à ação cimentante. Os macroagregados do solo são formados a partir da união de microagregados estabilizados.

Para a fertilidade do sistema é relevante a presença de agregados estáveis no solo, que melhoram a resistência física do mesmo à erosão. Também a retenção da água e drenagem no ecossistema está diretamente ligada à presença de microagregados e macroagregados. Os microagregados promovem a retenção da água e o macroagregados a drenagem eficiente do solo. A água é o principal responsável pela manutenção da vida num ecossistema. Pode-se afirmar que as propriedades físicas do solo são estabilizadas pela ação da vida, ou seja, pelas raízes, biota de solo e matéria orgânica. As propriedades físicas do solo são estabilizadas, portanto, pelos atributos da fertilidade do sistema.

2.3.1.2.1 A matéria orgânica viva do solo

A matéria orgânica viva corresponde ao material orgânico associado a células de organismos vivos que se encontra temporariamente imobilizado, mas que apresenta potencial de mineralização. Ela raramente ultrapassa o valor de 4% do carbono orgânico total (COT), sendo que as raízes constituem 5 a 10% do MO viva, os macrorganismos ou fauna de solo constituem entre 15 e 30% e os microrganismos constituem entre 60 e 80% da mesma (SILVA; MENDONÇA, 2007)

Essa MOS, corresponde ao compartimento A e C1, proposto por Mielniczuk (2008), com tempo de residência em torno de 0,25 anos. Suas funções principais consistem na reciclagem de nutrientes, na proteção do solo, na produção de fibras e alimentos, na decomposição dos resíduos, na agregação temporária, como fonte de nutrientes e na regulação e dispersão da microflora do solo.

Apesar das raízes representarem apenas 5 a 10% da MO viva, desempenham um papel importante na constituição da MOS por incorporarem ao solo MO em profundidade pela liberação de exsudatos e pela incorporação delas próprias, por ocasião de sua morte. Cerca de 30 a 60% do C fixado pelas plantas através do processo fotossintético é translocado para as raízes, dos quais, cerca de 70% podem ser liberados na rizosfera, sendo que em algumas culturas como o milho, por exemplo, a contribuição do sistema radicular para a MOS é maior que a da parte aérea (SILVA; MENDONÇA, 2007)

Esses autores afirmam que um critério geral de caracterização dos organismos do solo é pelo tamanho, podendo classificá-los em microflora, microfauna (microorganismos), microfauna (< 0,2 mm), macrofauna (0,2 e 10 mm) e macrofauna (>10 mm). Os microorganismos são representados por bactérias, fungos, actinomicetos e algas. Os vírus são considerados componentes submicroscópicos e os protozoários são componentes da microfauna. A mesofauna pode ser representada principalmente por colêmbolos e ácaros e a macrofauna por anelídeos, térmitas, isópteros e coleópteros.

Alguns organismos podem se situar em mais de uma classe, como os nematóides, que podem ser incluídos tanto na micro, como na mesofauna. A fauna de solo tem como principal função a trituração fina da matéria orgânica, ou seja, a

redução de tamanho desse material e separação dos componentes do material orgânico, mistura do material orgânico e inorgânico, formação e manutenção dos poros do solo e regulação e dispersão da microflora do solo.

Estimativas da biomassa microbiana têm sido usadas em estudos de ciclagem de nutrientes e produtividade das plantas em diferentes ecossistemas terrestres, possibilitando também uma associação da quantidade de nutrientes imobilizados e a atividade da biomassa microbiana com a fertilidade e potencial de produtividade do solo. A biomassa microbiana constitui a maior parte da fração ativa da matéria orgânica e por isso é muito sensível ao manejo de solo e práticas de cultivo (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008).

A dispersão de nutrientes no perfil do solo é determinada em grande parte pela ação da fauna. Térmitas e anelídeos tem grande capacidade de concentrar nutrientes em seus ninhos, enquanto que minhocas contribuem significativamente com a diminuição do pH, da saturação por Al e incremento dos cátions trocáveis Ca^{2+} Mg^{2+} , dos teores disponíveis de K^+ e P, da CTC do solo e do COT (SILVA; MENDONÇA, 2007).

Para esses autores, a fauna do solo é muito influenciada pelas condições relacionadas a clima, pH, disponibilidade de nutrientes, cobertura de solo, sistema de manejo e isso pode ter um grande impacto sobre as taxas de mineralização de C orgânico e nutrientes, alterando os teores da MOS. Os microrganismos têm ação predominante nos processos de oxidação, redução e complexação de compostos orgânicos e minerais do solo. Os processos desencadeados pela ação dos microrganismos influenciam o ciclo dos nutrientes, principalmente N, P e S, com conseqüente influência nas qualidades do solo, da água, do ar e da fertilidade sistêmica.

A microbiota heterotrófica utiliza resíduos de planta, animais e outros microorganismos em vários estágios de decomposição para seus processos metabólicos. Estima-se que apenas 10 a 15% das bactérias e 2 a 10% dos fungos estejam em formas ativas, devido à intensa competição por carbono em solos não rizosféricos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A microbiota do solo contribui na ciclagem de nutrientes imobilizados em sua biomassa. A contribuição do nitrogênio e fósforo da biomassa microbiana (BM) em relação aos totais de N e P variou de 0,93 a 1,8% e de 4,8 a 7,6%, respectivamente,

em solos de ecossistemas florestais, enquanto que o enxofre da biomassa microbiana varia de 1-3% do S em formas orgânicas (SILVA; MENDONÇA, 2007).

Para esses autores, o carbono associado à biomassa microbiana representa um dos compartimentos da MOS de menor tempo de ciclagem, pois a biomassa microbiana responde de forma rápida às práticas de manejo da MOS, sendo que a alteração da cobertura vegetal reflete numa maior dinâmica da BM.

Gama-Rodrigues e Gama-Rodrigues (2008) afirmam que a biomassa microbiana pode ser enquadrada como o compartimento central do ciclo de carbono, constituindo-se num importante reservatório de nutrientes do solo e um atributo fundamental para o estudo da ciclagem de nutrientes.

Ainda, conforme esses autores, a ocupação dos poros do solo pela microfauna é em função do seu tamanho e conteúdo de água. Os poros maiores, que têm alguns micrômetros (2 a 6 μm), são adequados para serem habitados por bactérias que são microrganismos com diâmetro de aproximadamente 0,5 μm . Porém, as mesmas também habitam péletes fecais, a matéria orgânica e interior dos agregados do solo, enquanto que os fungos habitam os poros maiores e áreas fora dos agregados.

A relação desses processos com a fertilidade do sistema consiste no fato de que há uma interação dinâmica entre os minerais do solo, a MOS e a biota, mediados pelo clima, colonizando o sistema solo e tornando-o mais fértil a partir da construção de um habitat mais adequado aos organismos vivos. Isso possibilita uma maior geração de vida, que interfere diretamente na fertilidade do sistema.

Os microrganismos também interagem com as partículas de solo por intermédio de sua superfície, através das propriedades reativas que o solo apresenta. Assim, a CTC e o tipo dominante de cargas são importantes para a interação com os microrganismos, e estes, por sua vez, tem propriedades superficiais específicas relacionadas ao tipo de carga dominante, a natureza dos compostos orgânicos excretados e a existência de grupos ionogênicos da superfície celular que determinam o tipo de ligação com as partículas. Essas características dos microrganismos demonstram uma evolução da vida em função do meio físico, e do meio em função da vida, numa relação de mútua transformação, atributos da fertilidade do sistema.

Outra ação importante dos microrganismos é a produção e liberação de enzimas para o meio. Embora macrorganismos, incluindo plantas e animais, possam

também liberá-las, a biomassa microbiana é fonte primária de enzimas para o solo. As enzimas oxiredutases, transferases e hidrolases, estão envolvidas em processos de degradação de matéria orgânica, com conseqüente liberação de nutrientes para o solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Esses processos demonstram que a fertilidade do sistema é um atributo da vida e a liberação desses nutrientes é usada para a geração de mais vida no ecossistema.

Segundo esses autores acima citados, os microrganismos participam da gênese do habitat onde vivem. Quando os solos estão em seus estágios iniciais de formação, normalmente deficientes em carbono e nitrogênio, espécies fotossintéticas e fixadoras de nitrogênio são importantes colonizadoras primárias de rochas. Os processos desencadeados pelos microrganismos no solo promovem agregação do mesmo, determinando parte de sua estrutura através da ação física na adesão entre as partículas, atuando como ligantes físicos e produzindo substâncias colantes, agregantes ou cimentantes, como polissacarídeos de alta viscosidade e substâncias húmicas. Os macroagregados do solo com cobertura vegetal são estabilizados por raízes e hifas que se encontram geralmente associados. A quantidade de hifas pode variar de 1 a 50 m por grama de solo, cobertos por polissacarídeos extracelulares. As hifas ocupam os poros dos macroagregados, estabilizando-os.

A contribuição relativa dos microrganismos na agregação do solo decresce em solos argilosos, se comparada a solos de textura mais grossa. As hifas de fungos contribuem para formar macroagregados da mesma forma que raízes vivas de plantas, exercendo pressão mecânica que aproxima as partículas e também liberam exsudatos com capacidade cimentante (SILVA; MENDONÇA, 2007).

Para o bom desenvolvimento das plantas, acredita-se que seja necessário a presença de agregados com diâmetro entre 1 e 10 mm estáveis quando molhados e com macroporos com diâmetro maior que 75 μm para que permaneçam aeróbicos, mas também, poros com diâmetro entre 20 e 30 μm em número suficiente para reter água para o desenvolvimento das plantas e da biota de solo.

Solos bem estruturados, com agregados estáveis e com porosidade variada, são fundamentais para uma boa atividade microbiana, penetração das raízes e retenção da água, resultando em boa qualidade do solo. Essas características de

fertilidade do solo são atributos da fertilidade do sistema que, gerando vida, gera mais fertilidade do sistema (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Essa participação dos microrganismos na gênese de seu habitat tem como objetivo a melhoria do ecossistema para a manutenção da vida, aumentando a fertilidade do sistema.

Para esses autores, há uma relação profunda entre o manejo, a matéria orgânica, os microorganismos, a estrutura do solo e a fertilidade do sistema. O declínio verificado na agregação dos solos virgens deve-se à redução da matéria orgânica e à ruptura das hifas e raízes que atuam ativamente na estabilidade dos agregados. A relação entre matéria orgânica do solo, os microrganismos e a sua estruturação é bastante evidente, porém, a distinção entre causa e efeito não é totalmente clara. Enquanto que a matéria orgânica e os microrganismos estabilizam a estrutura, uma boa estrutura protege fisicamente a matéria orgânica e os microrganismos do solo, formando um circuito complexo e intimamente ligado entre agregação, microbiota e matéria orgânica.

Essa dinâmica complexa é própria de sistemas com grande interação entre os organismos vivos e não vivos, na perspectiva de geração de vida, que é a própria da fertilidade do sistema.

2.3.1.2.2 A matéria orgânica não viva

Em torno de 98% do COT do solo é proveniente da matéria orgânica não-viva que pode ser dividida em dois compartimentos: a matéria macrororgânica (2-3%) e húmus, sendo que o húmus é um compartimento de substâncias húmicas (70%) e não húmicas (30%). A matéria macrororgânica também pode ser chamada de matéria orgânica leve (MOL) ou particulada, apresenta menor proporção, contribuindo com 3 a 20% da COT e é composta principalmente por restos vegetais em diversos estágios de alteração (SILVA; MENDONÇA, 2007).

Segundo esses autores, esse tipo de matéria orgânica é muito influenciado pelo aporte orgânico, pelo aumento e manutenção dos resíduos orgânicos, portanto, muito influenciado pelo manejo antrópico. A MOL pode ser divididos em matéria

orgânica leve livre que está presente interagregados e a matéria orgânica leve oclusa, que está presente intra-agregados.

A matéria orgânica leve livre é quimicamente parecida com os restos vegetais, enquanto que a matéria orgânica leve oclusa apresenta um grau mais avançado de transformação. A matéria orgânica leve livre apresenta uma taxa de decomposição alta, enquanto que a matéria orgânica leve oclusa apresenta uma taxa de decomposição mais lenta, ou seja, uma ciclagem mais lenta. A MOL caracteriza-se pela alta disponibilidade aos microrganismos do solo e sua sensibilidade às alterações do meio. Os maiores teores de C encontram-se na MOL em condições de vegetação natural.

Segundo Silva e Mendonça (2007), no ambiente edáfico, as substâncias húmicas e não húmicas encontram-se fortemente associadas, sendo de difícil separação pelos processos tradicionais de fracionamento. As substâncias não-húmicas são compostas por carboidratos, ligninas, ácidos orgânicos, polifenóis, ácidos nucleicos, pigmentos e proteínas em processo de decomposição. Além disso, existem mono e dissacarídeos que são rapidamente oxidados no solo e transformados em outros compostos pela microbiota do solo. Representam de 10 a 15% do COT do solo. As substâncias não húmicas são formadas por macromoléculas humificadas e amorfas e formando o principal compartimento da MOS, constituindo-se na grande reserva orgânica do solo.

As substâncias húmicas participam da maioria das reações químicas do solo pelo fato de constituírem o compartimento da MOS de maior reatividade. Apresentam alta complexidade química, forte interação com os minerais do solo e não são facilmente atacadas por microorganismos do solo, decompondo-se lentamente e acumulando-se na natureza como MOS. Sua principal relação com a fertilidade do sistema é ser fonte de nutrientes para as plantas, reter nutrientes nas cargas elétricas e atuar na agregação temporária do solo.

Outro compartimento da MO não viva é o carbono orgânico solúvel ou dissolvido (COD) que consiste na fração menor que 0,45 μm do carbono lábil solúvel em água, que pode ser originário de substâncias orgânicas, resíduos culturais, de origem microbiana e de exsudatos de raízes. O COD forma complexos solúveis de carga neutra com cátions metálicos que são facilmente deslocáveis no perfil do solo, de forma que cátions como o Ca^+ e Mg^+ podem ser translocados para camadas mais

profundas do solo e a toxidez causada pelo alumínio (Al^{+3}) diminuir em subsuperfície, alterando as reações de acidez.

O COD atua na movimentação de metais pesados e influencia na formação dos horizontes pedogenéticos. São constituídos por ácidos orgânicos de baixo peso molecular, destacando os ácidos fúlvicos e graxos, ésteres, polissacarídeos e materiais proteínáceos. Sua relação com a fertilidade do sistema reside no fato que o COD melhora a qualidade do solo em função da sua ação na eliminação de elementos tóxicos prejudiciais ao desenvolvimento da vida (SILVA; MENDONÇA, 2007).

O C-carvão é outro compartimento da MO não viva, originado da queima incompleta da biomassa vegetal, principalmente em ecossistemas onde a queima faz parte das práticas agrícolas ou de processos naturais, como no bioma Cerrado. Constitui-se num importante reservatório de C do solo, em função do longo tempo de residência com capacidade de armazenar água e cátions. Em solos de terra preta na região amazônica, a contribuição da C-carvão para o COT é cerca de 20% (SILVA; MENDONÇA, 2007).

2.3.2 A fase líquida do solo

A fase líquida do solo é um componente importante da fertilidade do sistema. Para entender a dinâmica da fase líquida do solo é importante entender a dinâmica da água nos ecossistemas e a sua unidade básica de estudo, a bacia hidrográfica.

Para Odum (1988) o ciclo do dióxido de carbono e o ciclo hidrológico são provavelmente os dois ciclos biogeoquímicos mais importantes em relação à humanidade, caracterizados por compartimentos atmosféricos muito pequenos, porém muito ativos e, sendo vulneráveis às perturbações antropogênicas podem sofrer alterações significativas.

O ciclo hidrológico é um processo que envolve dois circuitos: um circuito ascendente movido pela energia solar, onde a água é evaporada de todo o planeta e retorna ao solo pelas chuvas configurando um segundo ciclo, considerado descendente, onde a água libera energia para rios, lagos e pântanos. Esses

processos, tanto ascendente como descendente, são muito importantes para a geração da vida no planeta e para a manutenção do ser humano.

A água é um dos principais componentes do corpo dos seres vivos e a produção de biomassa vegetal é muito influenciada pela presença de água, especialmente no solo e, conseqüentemente a fertilidade do sistema também é muito afetada pela mesma. Todos os produtos agrícolas necessitam de grandes quantidades de água para serem produzidos. Estima-se que para produzir um quilograma de cereal, necessita-se de 1.500 L de água, enquanto que para produzir um quilograma de carne bovina, necessita-se de 1.5000 L de água (FAVARETTO; COGO; BERTOL, 2006).

A água intervém nos ecossistemas por suas propriedades físicas e por seu movimento, sendo que seu elevado calor específico confere-lhe o papel de regulador térmico.

A água no solo pode estar em quatro estados particulares bem definidos: água higroscópica; água capilar não absorvível; água capilar absorvível; e água gravitacional.

A água higroscópica provém de umidade atmosférica e forma uma fina película em torno das partículas do solo, é retida muito firmemente e não pode ser utilizada nem pelos animais nem pelos vegetais. A água capilar não absorvível ocupa os poros do solo com diâmetro inferior a 0,2 mm, também é retida muito firmemente e não pode ser utilizada pelos seres vivos. A água capilar absorvível localiza-se nos poros cujas dimensões são compreendidas entre 0,2 e 0,8 mm, em geral, é absorvível pelos vegetais e permite atividade biológica.

A água gravitacional ocupa de forma temporária os poros maiores do solo e escoam sob a ação do peso, exceto quando a drenagem é impossível. Distingue-se a água de escoamento rápido que circula nos poros de grande diâmetro e que existe apenas nos solos arenosos. Distingue-se também da água de escoamento lento que pode permanecer muitos dias nos poros mais finos não capilares (DAJOZ, 2005).

O potencial hídrico do solo é composto pelo potencial matricial que representa a água atraída por superfícies sólidas e o potencial osmótico que representa a água em solução. No solo a disponibilidade e atividade da água dependem, em dado momento, de interações entre o conteúdo de água, temperatura e natureza do ambiente coloidal compreendido pela distribuição do

tamanho dos poros, estabilidade do agregado e composição mineralógica (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A manutenção da água no solo é controlada pelos microporos, enquanto que os macroporos são responsáveis pela drenagem e aeração. Porém, a MOS pode também reter até 20 vezes a sua massa em água, sendo que parte dessa água é retida na estrutura interna da MOS (SILVA; MENDONÇA, 2007).

Quando ocorrem ciclos de umedecimento e secagem em um solo por irrigação, pode acontecer o favorecimento da decomposição/mineralização da MO mais ativa, com maior proporção de grupamentos funcionais e com menor interação da fração mineral do solo. Isso fará com que a capacidade do solo reter água seja reduzida. Quando há um grande aporte de matéria orgânica no sistema é possível melhorar essa situação (SILVA; MENDONÇA, 2007).

A MOS pode reter água na estrutura ativa e na matéria macrorgânica, sendo que essa água é importante à biota de solo e nas regiões secas, com grande déficit hídrico.

Segundo esses autores acima citados, dependendo da textura do solo, a MOS tem maior ou menor importância relativa na retenção de água no sistema. Em solos arenosos, a retenção de água é mais sensível à quantidade de MOS, quando comparado aos solos de textura fina. Os agregados também podem influenciar a retenção de água a partir de sua distribuição e de tamanho.

Todos os processos que ocorrem no solo são altamente dependentes da presença da água na sua fase líquida. Nutrientes na solução são absorvidos pelas plantas que também liberam nutrientes e compostos orgânicos através de exsudatos radiculares. As perdas de nutrientes na solução são promovidas por erosão, lixiviação e perdas gasosas por desnitrificação, volatilização de NH_3 , de CO_2 da respiração, de C orgânico dissolvido na solução do solo, CH_4 e H_2S (NOVAIS; MELLO, 2007).

A dinâmica da solução do solo é determinante no fornecimento de nutrientes para as plantas e para a biota. Assim, as rochas e o intemperismo, são fontes constantes de nutrientes para a solução e a mesma pode atuar como dreno. É na solução do solo que acontece grande parte da atividade iônica do mesmo.

A água é tão importante para o desenvolvimento da vida que pode ser facilmente observada comparando o comportamento das plantas durante uma estação seca e uma estação chuvosa. Sintomas de deficiência nutricional podem ser

intensos durante a estação seca e diminuem em intensidade ou desaparecem durante a estação chuvosa. A água é o veículo que leva os nutrientes do solo às folhas das plantas para realizar a fotossíntese. Sem ela, não há fornecimento de nutrientes. Há, porém, processos distintos que permitem às plantas acessarem a água no solo, e com ela, os nutrientes. Esses processos são: o fluxo de nutrientes, a difusão e a interceptação radicular.

A interceptação radicular é um mecanismo pelo qual a planta encontra os nutrientes no solo enquanto cresce, interceptando e absorvendo-os. Esse processo é mais intenso no ápice das raízes, mas é pouco significativo quantitativamente para as plantas. A água do solo interfere significativamente na interceptação radicular, pois influencia o crescimento das raízes e diminui a resistência física do solo à penetração das mesmas.

O fluxo de massa é consequência da existência de um potencial de água no solo maior do que aquele junto à raiz. É essa diferença de potencial que causa um movimento da massa de água em direção à raiz, contendo nela íons que se encontram na solução do solo e da raiz para as folhas e dessas para a atmosfera.

Para elementos fortemente adsorvidos ao solo, portanto, com baixa concentração na solução, a difusão é o mecanismo de transporte determinante para a planta obter esses nutrientes. Esse tipo de transporte ocorre quando a absorção é superior à chegada do elemento à raiz da planta, criando um gradiente de concentração que proporciona a difusão dos elementos. A difusão é um mecanismo físico que estabelece um fluxo de elementos de um local de alta concentração para um local de baixa concentração desse elemento (NOVAIS; MELLO, 2007).

A água também influencia a microbiota edáfica, já que todos os microrganismos do solo podem ser considerados aquáticos, pois precisam da água para absorção de nutrientes e integridade da superfície celular. Filmes de água são os principais sítios de atividade microbiana. A água é importante para o movimento dos microrganismos unicelulares, que são restritos aos filmes de água, enquanto filmes filamentosos e actinomicetos podem atravessar os vazios insaturados através do crescimento micelial (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Geralmente o potencial hídrico de $-0,01$ MPa é ótimo para a atividade microbiana e em baixos potenciais, a maioria das bactérias, dos protozoários e das microalgas é inativa enquanto que leveduras e fungos filamentosos continuam seu metabolismo. A água no solo também afeta outros fatores relacionados ao solo e

aos microorganismos como a aeração, o pH da solução e a pressão osmótica, considerando também a natureza, quantidade e difusão dos materiais dissolvidos. A influência no pH é indireta pelo aumento da concentração de CO₂.

A água pode ser considerada como um dos elementos centrais da fertilidade do sistema, pois na sua ausência não há vida. Sua escassez limita a reprodução da vida e da fertilidade do sistema.

2.3.3 A fase gasosa do solo

O ar que envolve a Terra fornece às plantas dióxido de carbono e oxigênio. Além disso, intervém no equilíbrio hídrico por intermédio dos sistemas de chuvas e mantém uma dinâmica constante com os gases do solo. Os gases do solo são os mesmos encontrados na atmosfera acrescidos de gases decorrentes da atividade biológica, que são geralmente transitórios (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A fase gasosa do solo é importante para a geração da vida do solo de forma abundante. Para compreender a sua importância, é necessário entender as dinâmicas de interação que ela tem com a fase sólida e líquida. Um solo com boa estrutura e com condições físicas ótimas para o desenvolvimento das plantas tem uma composição volumétrica com 50% de espaço poroso, o qual é composto, normalmente, por 25% de água e 25% de gases (NOVAIS; MELLO, 2007).

O espaço poroso do solo apresenta uma dinâmica intensa com a água e com os gases. A presença em maior quantidade volumétrica da água representa a diminuição dos gases do solo e vice-versa. Quando o espaço poroso está com maior conteúdo de água, há uma menor disponibilidade de gases para os microrganismos do solo. Os gases do solo apresentam características de solubilidade na água e dependem de fatores como o tipo de gás, a temperatura, concentração de sais em solução e pressão parcial. Alguns gases a 20 °C, como o CO₂, O₂ e N₂ tem constantes de difusão no ar cerca de 10.000 vezes maiores que na água. A ação enzimática no solo pode ser estimada pela presença de gases que são produzidos durante seu processo, como por exemplo o acetileno (C₂H₂), usado para estimar a atividade da nitrogenase (MOREIRA; SIQUERIA, 2006).

Esses autores afirmam que a presença de gases no solo é importante para o metabolismo da biota, pois a concentração de O_2 no solo determina o desenvolvimento de microrganismos aeróbicos ou anaeróbicos. A concentração de O_2 no solo é menor que a da atmosfera, situando-se normalmente numa faixa menor que 5%. Já a concentração de CO_2 é bem maior que a concentração do mesmo na atmosfera, podendo chegar a cerca de 10 a 20 vezes. Em solos inundados, compostos orgânicos de cadeia curta, oriundos de processos fermentativos (alcoóis, ácidos, aldeídos, ésteres e metano) e compostos inorgânicos reduzidos, como o NH_4 , H_2S , H_2 e Fe_2 , podem acumular-se a concentrações tóxicas.

Dentre os gases do solo, o oxigênio é sem dúvida o que proporciona maior abundância de vida no ecossistema. A aeração do mesmo é tão importante, que qualquer fator que interfira no fornecimento de oxigênio, mesmo parcialmente, terá influência na produção agrícola (HOWARD, 2007).

Para Mello *et al.* (1987) as plantas se desenvolvem mal em solos mal arejados, muito compactados ou saturados de umidade, principalmente devido à falta de O_2 . Algumas plantas são mais exigentes quanto à aeração, como o milho, o algodoeiro e a batata, enquanto que o arroz é mais tolerante. A deficiência de O_2 no solo prejudica o desenvolvimento das raízes e pode até mesmo matar as plantas. A deficiência de aeração afeta as plantas de duas maneiras distintas: pela falta de O_2 necessário para a respiração e pelo dano devido à acumulação de substâncias tóxicas. A exclusão de O_2 da zona radicular interfere na respiração das raízes e prejudica a absorção de água e de nutrientes.

Outro fator importante a considerar é que os solos agrícolas são apontados como uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa. Dentre os gases do solo, o CO_2 é gerado a partir da decomposição microbiana da MOS ou de resíduos vegetais, por microrganismos heterotróficos. Há também emissão de CO_2 no processo de respiração das raízes das plantas.

A presença de CO_2 no solo é muito influenciada pelas práticas agrícolas inerentes a cada sistema de manejo e também por fatores ambientais, climáticos e edáficos. As variações do CO_2 são muito influenciadas pelas precipitações que alteram a temperatura do ar e do solo, da umidade do mesmo, modificando a intensidade e os processos microbianos que emitem CO_2 . A aração e gradagem são as principais práticas agrícolas que estimulam a ação microbiana sobre a MOS e

resíduos vegetais, aumentando a emissão de CO₂, alterando também o conteúdo de CO₂ no solo (COSTA; ZANATTA; BAYER; 2008).

Para esses autores, o metano (CH₄) é outro gás importante presente no solo, que resulta da etapa final de decomposição da matéria orgânica em meio anaeróbico. O CH₄ também é considerado um gás de efeito estufa e as práticas de manejo em sistemas de produção alagados, como a cultura do arroz irrigado, ou ainda práticas de manejo que compactam o solo, são favoráveis a produção de CH₄.

Outro gás de efeito estufa que o solo pode emitir é o N₂O, produzido nos processos de nitrificação e desnitrificação. Esses dois processos são afetados pelas condições físicas (difusão de O₂, temperatura do solo e conteúdo de água), químicas e biológicas do solo. A presença de O₂ no solo afeta diretamente a magnitude com que cada processo contribui para as emissões de N₂O.

A compreensão das dinâmicas da fase gasosa do solo é fundamental para desenvolvermos métodos de cultivo agrícola de baixo impacto ambiental negativo, como sistemas de plantio direto na palha, eliminação ou diminuição do uso de agrotóxicos e adubos de síntese química, sistemas de policultivos simples, consórcios, adubação verde, sistemas agroflorestais e criação animal. Esse conjunto de sistemas de manejo e técnicas pode proporcionar um melhor desenvolvimento da vida do solo e conseqüentemente, uma maior fertilidade do sistema.

2.4 AS PLANTAS E SUA RELAÇÃO COM A FERTILIDADE DO SISTEMA

O conceito de fertilidade do sistema, elaborado por Khatounian (2001) refere-se à biomassa vegetal como base da vida dos ecossistemas, em função da capacidade autotrófica do reino vegetal.

A capacidade autotrófica é resultante do processo de fotossíntese que as plantas desenvolveram ao longo de seu processo evolutivo. A fotossíntese pode ser considerada como um processo biológico através da qual as plantas verdes transformam a energia solar radiante em energia química. É uma síntese de matéria orgânica mediada pela luz solar, ou seja, o processo energético que alimenta essa síntese é originário de uma fonte eletromagnética que é o sol (FERRI, 1985).

A captação da energia solar pelos organismos fotossintetizadores e a sua conversão em energia química de compostos orgânicos reduzidos é a fonte fundamental de quase toda a vida biológica. Os organismos fotossintetizadores captam a energia solar e produzem ATP e NADPH, os quais são usados como fonte de energia para sintetizar carboidratos e outros compostos orgânicos a partir do CO₂ e H₂O, liberando simultaneamente O₂ para a atmosfera. Os organismos heterotróficos aeróbicos usam o O₂ para degradar a matéria orgânica energeticamente rica, gerando ATP para as suas próprias atividades (NELSON; COX, 2002).

No processo fotossintético ocorre uma reação entre o gás carbônico e a água resultando na produção de carboidratos e oxigênio. Esse processo dá-se exclusivamente nos cloroplastos das plantas, na presença da luz solar e implica também na disponibilidade de uma quantidade de energia química que normalmente é usado pelas plantas nos seus processos metabólicos conforme esquema abaixo:



O intemperismo biológico é definido pela atuação de organismos vivos que promovem transformações físicas e químicas no material que origina o solo, sendo que as raízes das plantas penetram em fendas e fissuras da rocha, resultando em maior exposição e, inclusive, separação em fragmentos menores. A ação direta das raízes das plantas envolve a produção de exsudatos e CO₂, modificações de pH e ciclagem de nutrientes.

O efeito indireto do intemperismo biológico é observado através da estabilização do material desagregado controlando a erosão, redistribuição da água, aumento da infiltração e a evapotranspiração, aumento da capacidade de armazenamento de água no solo que permite a contínua ação dos processos químicos de hidrólise e hidratação (ANJOS; PEREIRA; FONTANA, 2008).

As plantas são a principal fonte de MOS, cuja presença pode se constituir num possível indicador de sustentabilidade e de qualidade do solo, mas também numa importante fonte de nutrientes. A escala de produção de biomassa vegetal, por unidade de tempo, é responsável pelo aporte de MO ao solo em maior ou menor quantidade. A quantidade de biomassa vegetal aportada ao sistema agrícola

depende, principalmente, do tipo de cultura utilizada, do manejo empregado e do sistema de produção (MIELNICZUK, 2008).

A interação entre as plantas e organismos heterotróficos como bactérias simbióticas, fixa nitrogênio do ar que é incorporado à biomassa das plantas. Quando incorporados ao solo os resíduos vegetais são utilizados como fonte de carbono e de energia pelos microrganismos heterotróficos, ocorrendo a transformação do N-orgânico para formas inorgânicas que são absorvidas pelas plantas. Tanto o nitrogênio, como outros elementos essenciais são repetidamente utilizados pela circulação contínua entre as fases autotróficas e heterotróficas do ecossistema (CAMARGO *et al.*, 2008).

As plantas absorvem uma fração importante do fósforo do solo que é incorporado na sua biomassa, aumentando assim seus teores na forma orgânica. No curso da pedogênese e em ecossistemas com baixa disponibilidade desse elemento, as plantas devem ser capazes de absorvê-lo a partir de baixas concentrações na solução do solo. Para isso, desenvolvem mecanismos próprios e de natureza diversa, como a solubilização de minerais contendo fosfatos, a produção e liberação de ácidos orgânicos, a formação de substâncias complexantes ligadas ao fósforo.

As plantas também promovem mudanças bioquímicas e/ou físico-químicas da rizosfera, como alterações do pH e da atividade de íons, aumento na afinidade pelo fósforo nos sistemas de absorção, ou adaptações a concentrações muito baixas desse elemento na solução do solo. Elas têm capacidade de desenvolver associações simbióticas com as micorrizas para absorção de fósforo (SANTOS *et al.*, 2008).

Também são responsáveis pela formação da serrapilheira e o compartimento formado por essa e pelo solo é o principal sítio de todas as etapas da decomposição da MO e da ciclagem de nutrientes. Florestas sobre solo de baixa fertilidade, em geral, retornam menor quantidade de material formador de serrapilheira em relação a solos mais férteis, desenvolvendo mecanismos de conservação nutrientes, como absorção de nutrientes diretamente da serrapilheira, através de interações entre fungos e raízes (CORREIA; ANDRADE, 2008).

Existem outros fatores e atributos necessários à sobrevivência das plantas tão importantes quanto a fotossíntese e nutrição mineral. Para a sua sobrevivência elas desenvolvem modos de convivência com todos os fatores de seu ambiente,

como a água, a luz, o ar, a temperatura e os nutrientes minerais, que são fatores essenciais da vida. Há, contudo, uma infinidade de fatores que podem ou não estar relacionados à alimentação ou a outros atributos necessários à sobrevivência. As plantas evoluíram circundadas por outros organismos, incluindo animais grandes e pequenos, microrganismos e outros vegetais. Isso proporciona várias formas de interação, como por exemplo, sementes de várias plantas só germinam depois de passar pelo trato digestivo de animais e, ainda, as leguminosas perderiam sua capacidade de colonizar solos pobres sem a simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (KHATOUNIAN, 2001).

Para esse autor, os mecanismos de convivência desenvolvidos por cada espécie de planta ou as interações inter e intra-específicas, são partes integrantes e essenciais de cada uma delas, que as tornam únicas e adaptadas para um determinado ambiente. Elas interagem no ambiente ocupando um nicho ecológico para aproveitar luz e nutrientes, mas também transformam o ambiente para melhor atender as suas necessidades. Plantas de clima tropical têm um ótimo de temperatura muito acima das de clima temperado. Cada planta, da mesma maneira que necessita das condições de solo de sua origem, também necessita as condições de luz para seu melhor desenvolvimento.

Ainda segundo esse autor, as plantas estão em processo contínuo de evolução no sentido de um ajuste cada vez mais perfeito às condições bióticas e abióticas de seu local de desenvolvimento. As espécies desenvolvem mecanismos de adaptação para fatores adversos prevalentes em sua região de origem e preservam uma memória genética que as tornam mais saudáveis e mais produtivas quando cultivadas em condições semelhantes às de sua região de origem. Junto com cada planta, coevolui um complexo biótico que lhe é associado, incluindo pragas, doenças, plantas competidoras, pássaros e outros organismos, cujas populações acabam se regulando mutuamente.

A capacidade que uma planta tem de expressar seu potencial produtivo em termos de biomassa está ligada a todos esses fatores de forma integrada, incluindo sua necessidade de nutrir-se adequadamente. Esse é um princípio ecológico que poderá facilitar a construção de sistemas sustentáveis de produção agrícola.

O processo de geração de fertilidade na perspectiva sistêmica depende da fotossíntese e da produção de biomassa vegetal, pois as plantas constituem-se na

forma de entrada de energia no ecossistema, distribuindo-a nas cadeias tróficas e alimentando a vida.

2.5 O MANEJO ANTRÓPICO DA FERTILIDADE DO SISTEMA

A ação antrópica sobre a natureza pode ser considerada como uma ação de efeito geológico, pois reflete numa grande escala do tempo e do espaço, em função do seu impacto e abrangência. Os agroecossistemas sofrem constantemente perturbações naturais ou provocadas pelo sistema antrópico, na forma de preparo do solo, fertilizações, plantio, irrigação, manejo de pragas, podas, colheitas e queimadas (GLIESSMAN, 2000).

Para o estabelecimento de um agroecossistema uma das primeiras perturbações antrópicas é a destruição da vegetação natural para posterior uso do solo para agricultura e pecuária. Quando o distúrbio natural ou provocado pelo ser humano é freqüente, generalizado e intenso, os agroecossistemas ficam limitados aos estágios iniciais da sucessão ecológica. Os processos de sucessão proporcionam maior estabilidade aos agroecossistemas quando o manejo antrópico diminui a intervenção contínua e excessiva. O manejo apropriado da perturbação e da recuperação favorece a habilidade dos agroecossistemas de manter tanto a fertilidade do sistema, quanto a produtividade (GLIESSMAN, 2000).

A evolução da fertilidade nos agroecossistemas depende do manejo que o agricultor emprega, mediados pelo meio físico e biológico. É possível que as condições sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais sejam tão ou mais determinantes à fertilidade do sistema que as condições ambientais naturais de um ecossistema.

As práticas de manutenção, ampliação ou mesmo de recriação da fertilidade do sistema, podem ser constantes, porém normalmente práticas de criação são de efeito de curto prazo, como por exemplo, o uso de adubação verde, enquanto que efeitos de perdas de fertilidade podem ser de longo prazo, como por exemplo, a erosão do solo.

De maneira geral, as práticas agrícolas que aumentam a produção de biomassa de forma sustentável, contribuem para a ampliação da fertilidade do

sistema, pois é principalmente através da biomassa que os nutrientes são transferidos de um nível trófico para outro e que os mesmos são ciclados. Biomassas resultantes de coberturas vegetais diversificadas nutrem um complexo de organismos também diversificados, contribuindo para a fertilidade do sistema. Isso acontece devido a uma diversidade de habitats e de alimento que proporciona uma cadeia alimentar mais complexa (KHATOUNIAN, 2001).

A agricultura convencional na maioria dos casos usa métodos de cultivo em monocultura e com baixa produtividade de biomassa vegetal, explorando poucos extratos de luz, limitando-se quase que na sua totalidade ao uso de plantas herbáceas, culturas rasteiras, que se desenvolvem próximas ao solo. Há poucas experiências de exploração de extratos mais altos, ou exploração de vários extratos de luz ao mesmo tempo. O próprio melhoramento genético esforça-se por reduzir estatura das culturas exploradas e aumentar a população por área, características requeridas pela monocultura e pela simplificação dos ecossistemas, pressupostos básicos da agricultura convencional de escala.

O fazer agricultura voltada ao mercado apresenta uma grande limitação, pois o esforço de obter maiores rendimentos entra em conflito com o princípio de obter a máxima estabilidade de uma estrutura complexa de ecossistema. Os conceitos de maturidade e desenvolvimento do sistema podem ajudar a desenvolver futuras estratégias de planejamento e manejo de agroecossistemas sustentáveis (KHATOUNIAN, 2001).

Uma das dificuldades do ser humano manter o ecossistema imaturo é o fato do ciclo de nutrientes ser aberto, ou seja, os minerais essenciais e outros nutrientes podem ser perdidos por processos como lixiviação e erosão. Na medida em que o ecossistema amadurece, há uma tendência de maior ciclagem de nutrientes, especialmente àqueles mais solúveis como o cálcio e o nitrogênio. O processo de amadurecimento constrói um ecossistema com melhor capacidade de capturar e conservar nutrientes na cadeia trófica, porém as técnicas de fazer agricultura baseadas no desmatamento e queimada da biomassa para facilitar o trabalho de cultivo, deixam um ambiente limpo apto a receber a semente no plantio (DOVER; TALBOT, 1987).

Esse ambiente, a princípio limpo, ainda mantém um banco de sementes que germinam para recompor o ecossistema. A tendência natural é recompor esse ecossistema tornando-o maduro novamente, através do processo de sucessão

ecológica. O manejo antrópico adequado da biomassa proporciona ao solo uma melhoria da estrutura física, química e biológica a partir do acúmulo de matéria orgânica proveniente das culturas, da serrapilheira, de podas, do manejo animal

As decisões tomadas pelos agricultores, em relação às técnicas de manejo, são determinantes para a fertilidade do sistema. A opção de implantar, por exemplo, o sistema de plantio direto ou o sistema de plantio convencional terá influência direta sobre o teor de matéria orgânica, estrutura física, biota, água disponibilidade de nutrientes e produção de gases no solo (COSTA; ZANATTA; BAYER, 2008; BAYER; MIELNICZUK, 2008).

Nos ecossistemas naturais, os organismos ocorrem em comunidades de conjuntos mistos de espécies. A capacidade de entender a complexidade das interações existentes permite a tomada de decisão do agricultor por determinadas associações de plantas que interagem entre si, positivamente ou negativamente, através de mecanismos como a simbiose e alelopatia, respectivamente, ou outro de interesse diverso. Essa compreensão também permite a criação ou adoção de tecnologias mais adequadas a cada realidade (GLIESSMAN, 2000).

A opção de o agricultor desenvolver uma atividade agrícola é influenciada por diversos fatores de natureza econômica, social, cultural e ambiental. O tipo de exploração agrícola é determinante para o desgaste ou para a recuperação da fertilidade do sistema. Khatounian (2001) propõe uma escala de desgaste e recuperação da fertilidade. Os sistemas de exploração com feno, silagem e forrageiras para ceifa, são os que mais desgastam a fertilidade, pois retiram a maioria da biomassa produzida pela forragem para alimentação animal. Normalmente, em função de diversos fatores, os resíduos dos animais alimentados pela forragem colhida nessas áreas não retornam como fertilizantes, desgastando a fertilidade do sistema.

Para esse autor, a olericultura é classificada como o segundo sistema de produção que mais desgasta a fertilidade em função da maioria das olerícolas produzirem pouca matéria seca por unidade de área e a maior parte dela é exportada para fora da propriedade. As culturas anuais aradas estão no terceiro lugar em desgaste de fertilidade, em função do método de cultivo com revolvimento do solo, romper e estrutura natural e promover o decréscimo da MOS pela oxidação da mesma. As culturas anuais em sistema de plantio direto estão em quarto lugar no

desgaste da fertilidade, podendo em alguns casos recuperar a fertilidade quando o plantio é feito sobre biomassa abundante.

Segundo esse autor, as culturas perenes com entrelinhas vegetadas e culturas perenes arbustivas estão numa fase intermediária, ainda com desgaste da fertilidade, podendo em alguns casos manter a fertilidade do sistema ou até mesmo ampliar, dependendo do manejo. As pastagens para pastoreio direto e pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio estão classificadas como sistemas de produção que contribuem para a fertilidade do sistema. O pousio arbustivo e o pousio arbóreo são classificados como os dois sistemas que mais recuperam a fertilidade.

As posições relativas das explorações intermediárias de desgaste ou de recuperação da fertilidade se referem às condições predominantes na agricultura brasileira. A condição ocupada por determinado tipo de exploração agrícola pode ser alterada para melhor ou para pior, dentro de certos limites, dependendo do manejo, conforme FIGURA 2.

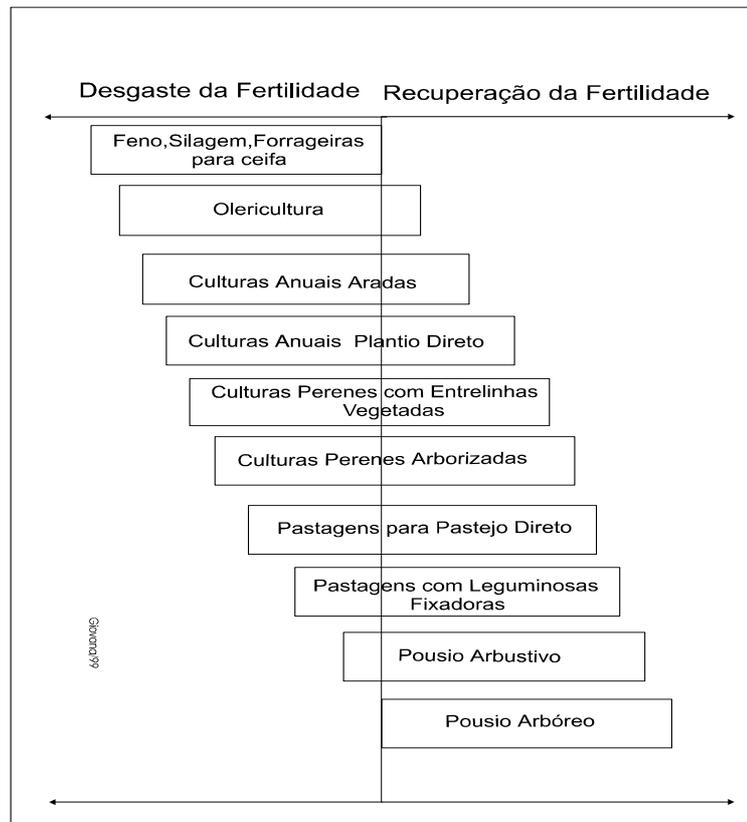


FIGURA 2 – DESGASTE E RECUPERAÇÃO DA FERTILIDADE CONFORME O CULTIVO

FONTE: KHATOUNIAN (2001, p. 166)

Os agroecossistemas, quando comparados com os ecossistemas naturais, apresentam menor resiliência devido a sua reduzida diversidade funcional e estrutural. A figura de desgaste e recuperação da fertilidade, de certa forma mostra que os sistemas de cultivo e manejo que rumam para o pousio arbóreo, tende a apresentar maior resiliência onde a diversidade funcional e estrutural é maior.

É possível que os sistemas agroflorestais que exploram vários extratos de luz e usam grande diversidade de plantas estejam mais próximos do pousio arbóreo ou de sistemas manejados com perturbações intermediárias, que retém a característica de alta produtividade do estágio pioneiro, enquanto a estabilidade geral do sistema permite a alta diversidade de espécies (GLIESSMAN, 2000).

O manejo antrópico pode conduzir os agroecossistemas para estágios de sucessão que rumam sempre na perspectiva de manterem-se com perturbações intermediárias, pois o ser humano pode criar e usar sistemas de manejo favoráveis à alta produção de biomassa, onde parte dela é colhida e parte permanece na área de cultivo para manter a fertilidade do sistema. A quantidade que deve permanecer na área cultivada para manter ou ampliar a fertilidade do sistema vai variar em função da temperatura, umidade, solo e do tipo de manejo empregado.

Mudar favoravelmente a temperatura e a umidade para manter a biomassa é muito difícil, pois provavelmente teria alto custo energético. É possível alterar parcialmente algumas propriedades físicas e químicas do solo, a partir dos métodos de manejo antrópico do agroecossistema como um todo. Contudo, o aumento sustentável da biomassa que ficará na área de produção é um dos fatores que mais contribuirá para aumentar a fertilidade do sistema.

Em sistemas de produção onde o solo é menos mobilizado, como no sistema de plantio direto, ocorre a acumulação de nutrientes na superfície do solo devido a adição de adubos e calcários, mas também pelo acúmulo de matéria orgânica. Aumentos consideráveis no teor de carbono estável são detectáveis após 4 a 6 anos de manejo, principalmente nas camadas de zero a 2,5 cm de profundidade, podendo esse efeito ser detectado em camadas mais profundas com o passar do tempo, promovendo aumento da atividade biológica e modificações nas propriedades físicas e químicas do solo (ANGUINONI; BAYER, 2004).

Um dos fundamentos principais do SPD é manter o solo sempre coberto com palha, devido também às inúmeras vantagens de proteção ao solo que a palha proporciona. Nos Estados do sul do Brasil, o azevém (*Lolium multiflorum*) nasce por

ressemeadura natural onde tem banco de sementes, principalmente nos meses de março até o mês de julho. Sobre a pastagem abundante e de qualidade que ele proporciona, é colocado o gado para pastorear a área.

O florescimento e frutificação do azevém acontecem nos meses de outubro e novembro, respectivamente. Os criadores retiram o gado nesses meses, o que permite que o azevém se desenvolva para produzir biomassa para o plantio direto da cultura de verão e, ainda produza sementes viáveis para ressemeiar a área. A mesma técnica pode ser usada com o cultivo solteiro ou consociado de aveia, azevém e ervilhaca. A introdução de uma leguminosa de inverno permite ainda a incorporação de nitrogênio no sistema, porém é sempre a abundante produção de biomassa que melhora a fertilidade.

O uso de animais num agroecossistema pode determinar uma maior taxa de decomposição da MO na escala do tempo, através da trituração fina da biomassa vegetal pelos ruminantes (VOISIN, 1979).

O manejo de animais herbívoros pode diminuir ou aumentar a produção de matéria seca de uma pastagem por unidade de área, dependendo da intensidade da exploração. O superpastoreio, por exemplo, não permite que as forragens realizem a labareda de crescimento, que é a máxima produtividade de matéria seca por unidade de área por dia de descanso de uma determinada forragem (VOISIN, 1981).

Um manejo inadequado do gado pode causar um alto impacto ambiental negativo, mas uma área de pastagem conduzida com o método de pastoreio racional, permite um balanço positivo do carbono no sistema (MACHADO, 2004).

As pastagens de verão, apesar do baixo ou nulo crescimento no inverno, quando bem manejados podem apresentar uma alta capacidade de produção de forragem no período quente, com médias superiores a de $10 \text{ T MS.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$. O uso de forrageiras adaptadas para o período de inverno ou para períodos com déficit hídrico, pode produzir biomassa vegetal para alimentar os animais também nessas épocas. Um bom planejamento, aliados ao conhecimento climático regional e a um nível de diversidade de forrageiras pode fornecer alimento em abundância durante todo o ano, produzindo renda e mantendo a fertilidade do sistema (PUPO, 1979).

Na natureza há abundância de plantas que podem ser usadas como alimento para o ser humano, fibras ou alimento para os animais. Essas plantas também cumprem um papel no ecossistema, além de servir os interesses humanos. Uma quantidade razoável de leguminosas serve de alimento ao ser humano e aos

animais, mas são também excelentes colonizadoras de áreas de baixa fertilidade do solo, em função de sua capacidade de realizar simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. O uso de leguminosas consorciadas ou em rotação é uma forma de introduzir maior quantidade de nitrogênio que por sua vez, possibilitará uma maior produção de biomassa vegetal, aumentando a fertilidade do sistema (MONEGAT, 1991).

As plantas espontâneas são combatidas pelo ser humano, a ponto de buscar-se a sua erradicação total nas áreas de cultivo. Porém, a fase de maior preocupação com a sua presença é no estágio inicial de desenvolvimento da cultura, em função da competição, principalmente por luz, água, nutrientes. Mas em muitas culturas, a presença das plantas espontâneas é tolerada no estágio final do seu desenvolvimento. Um exemplo que pode ser citado é o milho e o feijão, que depois do seu florescimento toleram a presença de plantas espontâneas, que cobrem a área e produzem uma abundante biomassa e banco de sementes.

Outra prática de manejo antrópico da fertilidade é a rotação de culturas que consiste numa prática de cultivar diferentes espécies em sucessões repetidas em seqüência numa mesma área. As rotações de culturas podem influenciar a produção agrícola e a fertilidade do sistema, as propriedades físicas e biológicas do solo, a erosão, a presença de nematóides, insetos, ácaros, a vegetação espontânea, minhocas e fitotoxinas (ALTIERI, 2002).

Para esse autor, existem princípios gerais para se empregar a rotação de culturas para promover a manutenção da fertilidade do solo e uma melhor e mais eficiente exploração agrícola, sempre incluindo leguminosas e espécies com sistema radicular diferentes, evitando plantios de espécies agrícolas suscetíveis às mesmas pragas e doenças, alternando culturas suscetíveis às invasoras com culturas supressoras, alternando adubação verde e cobertura de solo no inverno na perspectiva de aumentar o teor de matéria orgânica do solo.

Ainda, segundo esse autor, os principais objetivos da rotação de cultura são a melhoria da fertilidade do solo, o equilíbrio geral dos sistemas para controle de doenças e pragas através da incorporação de diversidade. Há inúmeros exemplos da pesquisa que demonstram uma maior produtividade do milho quando em rotação com leguminosas e em muitos casos, produtividades maiores mesmo quando comparadas com adubação nitrogenada de base e de cobertura.

O consorciamento de plantas é outra prática de manejo antrópico que contribui com a fertilidade do sistema, pois consiste num método de cultivo que combina uma ou mais culturas de interesse em policultivos preferencialmente ao plantio de culturas isoladas (monocultivos ou culturas solteiras). Existem no mundo muitos tipos de policultivos que foram desenvolvidos com conhecimento da ecologia dos agroecossistemas locais, especialmente em países em desenvolvimento, para atender as necessidades humanas (LIEBMAN, 2002).

Os policultivos mais usados no Brasil combinam espécies anuais que podem ser plantadas simultaneamente ou em épocas diferentes como, por exemplo, milho e feijão plantado simultaneamente, milho e mucuna plantados em épocas diferentes. Também podem combinar culturas perenes com culturas anuais, como laranja e feijão, laranja e milho, café e feijão, erva mate e pastagens de inverno, no Sul do Brasil, entre outras. Nesse tipo de sistema de produção há ganhos ecológicos e de produtividade líquida total por unidade de área. Em alguns casos a produtividade individual por cultura pode ser menor e noutros pode ser maior. Isso depende das interações que ocorrem nos sistemas.

No caso de gramíneas consorciadas com leguminosas, como o milho consorciado com o feijão, há interações positivas que beneficiam as duas culturas. As bactérias do gênero *Rhizobium* se associam à leguminosa e fixam nitrogênio do ar enquanto que a leguminosa dá à bactéria carboidratos para que ela se desenvolva, as bactérias do gênero *Rhizobium* desenvolvem-se em colônias que estão constantemente liberando nitrogênio também para o solo, através da decomposição da biomassa das colônias e da leguminosa e isso melhora as condições nutricionais do milho, proporcionando à gramínea uma melhor condição de vida.

Segundo Liebman (2002), há também liberação de exudatos das raízes do milho que favorecem o desenvolvimento da leguminosa. O consórcio aproveita extratos de luz de camadas diferentes, otimiza o aproveitamento do espaço físico, faz uma cobertura mais rápida e eficiente do solo, diminuindo erosão, impacto das gotas da chuva, insolação direta e aumenta a diversidade ecológica do agroecossistema.

Os policultivos são importantes para a produção de alimentos e constituintes da paisagem agrícola de muitas partes do mundo onde, em continentes como a África representa 80% da área cultivada. Na América latina mais de 40% da área de

mandioca, 60% da área de milho e 80% da área de feijão são produzidos em cultivo consorciado. Na Ásia, mesmo tendo o arroz como uma cultura de monocultivo de áreas inundadas, os pequenos agricultores constroem elevados entre a cultura do arroz para produzir outras espécies de alimentos. Os policultivos também podem ser encontrados em regiões temperadas em consórcios de milho e guandu, consórcio de gramíneas e leguminosas forrageiras associadas com o cultivo da soja, do milho, da cevada, da aveia e do trigo (LIEBMAN, 2002).

Para esse autor, a utilização do método de policultivos aumenta a eficiência do uso da terra e é significativamente importante para agricultores familiares que tem limitação de área de plantio ou ocupam áreas de proteção ambiental para fins agrícolas. Um hectare de sorgo e guandu consorciado apresentou um Uso Equivalente de Terra (UET) de 1,62 há na Índia, isso quer dizer que precisaria de 62 % mais terra cultivada em monocultura para produzir a mesma quantidade de sorgo e guandu, UET de 1,26 para amendoim com milheto; 1,38 para milho e feijão; 1,53 para milheto e sorgo; 1,67 para milho e guandu; 1,85 para cevada e fava; 2,08 para milho inhamo e batata-doce e 2,51 para mandioca, milho e amendoim.

Quando usamos os animais integrados a produção vegetal, podemos considerar como sistemas agrossilvipastoris, com ganhos de ambos e podendo ser considerados um consórcio. Os sistemas silvipastoris integram a produção vegetal com componentes lenhosos, herbáceos e animais, promovendo interações positivas nos agroecossistemas com benefícios mútuos a todos os seres vivos que ali habitam (CARVALHO; XAVIER, 2005).

Os sistemas de produção que consorciam espécies anuais e sistemas que usam animais integrados a produção vegetal podem ser considerados como policultivos, mas com um componente a mais, o animal que se beneficia da maior diversidade ecológica para alimentação, sombra e conforto térmico com maior qualidade de vida.

O manejo antrópico é determinante na fertilidade do sistema. A natureza tem um papel importante na criação da fertilidade, mas é o ser humano através de suas práticas agrícolas que deteriora, mantém ou melhora a fertilidade do sistema.

3 BASES METODOLÓGICAS

3.1 A PESQUISA INTERDISCIPLINAR EM MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

A complexidade da questão ambiental exige a interação de diferentes áreas do conhecimento e um permanente diálogo entre as disciplinas. A noção de meio ambiente é, pois, inseparável das noções de complexidade e de diversidade. A interação entre ciências da natureza e da sociedade é um instrumento fundamental para uma melhor compreensão científica do meio ambiente e para a produção de conhecimento (ZANONI; RAYNAUT, 1994).

Assim, este trabalho representou um esforço de discutir a questão ambiental de comunidades rurais da RMC, inseridas no contexto de um programa interdisciplinar do Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento – MADE, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), dentro da Linha de Pesquisa Ruralidades, Ambiente e Sociedade que, além dos professores da linha, conta com quatro doutorandos da Turma VII: uma Arquiteta, com mestrado em geografia; um Administrador, com mestrado em Administração Rural; um Engenheiro Agrônomo, especialista em Agroecologia e; um Advogado, com mestrado em Direito Socioambiental.

3.2 SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E A CONSTRUÇÃO DE UMA PROBLEMÁTICA COLETIVA E INDIVIDUAL DE PESQUISA

O desenvolvimento de uma pesquisa interdisciplinar a partir de um quadro conceitual para uma prática concreta de pesquisa é um desafio metodológico a ser construído (RAYNAUT, 2004).

Tendo como pressuposto teórico essa perspectiva, a Turma VII⁵ passou a

⁵ A problemática e a metodologia coletiva foram descritas detalhadamente no texto coletivo da Linha de Pesquisa Ruralidades, Ambiente e Sociedade, Turma VII (ROESLER *et al.*, 2008 a).

definir o espaço geográfico da pesquisa concomitantemente à questão da problemática coletiva. Os professores da linha de pesquisa participaram ativamente dessa discussão, orientando e disponibilizando dados e pesquisas realizadas na RMC. Após amplo processo de debate e construção da metodologia de pesquisa coletiva foi realizada a escolha da área, optando-se por continuar a estudar o mesmo espaço geográfico da Turma V (MADE).

Os motivos que justificaram essa escolha foram amplamente avaliados e debatidos pela Turma VII e professores da linha de pesquisa. Dentre eles, é possível afirmar que a disponibilidade de um banco de dados com informações abundantes e consistentes e as teses disponíveis da Turma V foram relevantes, pois possibilitariam o cruzamento de diversos dados importantes.

Tendo em vista esse processo, foram escolhidas as comunidades de Mergulhão localizada no município de São José dos Pinhais; Santo Amaro Um localizada no município de Mandirituba e; Postinho localizada no município de Tijucas do Sul, para a realização da pesquisa da Turma VII, promovendo uma nova problematização dessa realidade nos diversos aspectos referentes ao desenvolvimento e ao meio ambiente. A construção da problemática coletiva e individual teve como pressuposto o estudo e caracterização dos municípios e das comunidades.

Para essa construção coletiva buscaram-se dados para contextualizar geograficamente a pesquisa a partir da organização de uma matriz de caracterização dos municípios e das comunidades escolhidas. Nessa matriz de caracterização procurou-se ressaltar a importância do rural para o desenvolvimento e meio ambiente, considerando de dados socioeconômicos e ambientais.

No processo de seleção das comunidades realizado pela Turma V buscou-se ilustrar a heterogeneidade do rural na RMC e a delimitação geográfica das comunidades foi estabelecida pela noção de pertencimento⁶ dos agricultores em relação à comunidade. Nas discussões no âmbito da Turma VII procurou-se compreender as dinâmicas internas de cada comunidade e como cada uma delas se integra ao conjunto do município.

⁶ Para identificar à qual comunidade cada família pertencia, foi elaborada uma questão aberta onde a mesma respondia a essa pergunta, pois em alguns casos, apesar de geograficamente pertencer a uma comunidade, a família participava de outra, mantendo relações religiosas, de mercado, amizade, entre outras, configurando assim, uma relação de pertencimento.

As informações sobre a contextualização da RMC-Municípios-Comunidades apresentadas no texto coletivo da Turma VII (ROESLER *et al.*, 2008 a) evidenciaram, de alguma forma, os diferentes níveis de desenvolvimento que foram ocorrendo nas comunidades rurais escolhidas. Detectando-se que apesar de todos se encontrarem próximos ao pólo metropolitano e na área de gestão da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), as mudanças ocorridas nos seus territórios apresentaram-se de formas bastante distintas.

As mudanças que marcaram estas comunidades não foram completamente absorvidas pela modernização agrícola. Foi possível afirmar que os fatores predominantes das mudanças nestes locais estão fortemente influenciados pela preocupação com a preservação, manutenção e uso dos recursos naturais, em especial da água, pela própria Metrópole⁷.

Pode-se verificar que nas comunidades estudadas os agricultores familiares de alguma forma foram se modificando e se adaptando às condições político-econômicas que ali se configuraram. Alguns dos resultados das teses da Turma V do MADE/UFPR atestaram que:

- (1) a ausência do Poder Público e a desorganização dos produtores agravam as desigualdades sociais, especialmente pela falta de informações e acesso às Políticas Públicas. O papel do Estado é essencial tanto para a sustentabilidade da agricultura familiar quanto para a do meio ambiente (SOUZA, C.R., 2006);
- (2) no âmbito da sociedade, as novas funções do agrícola e do rural se evidenciam no desejo de espaços preservados e de espaços a serem consumidos de diferentes formas. O novo no debate do rural está associado ao ideário de sustentável, o que observamos é que a simples incorporação de objetivos mais amplos não representam necessariamente nem a inclusão de mais agricultores, muito menos uma verdadeira mudança das práticas... Exemplo: Santo Amaro (SOUZA, O. T., 2006);
- (3) a reprodução social dos agricultores familiares está vinculada às possibilidades reais de reprodução do território de produção, como espaço resultante da trajetória das estratégias produtivas, técnicas, fundiárias e de segurança alimentar, as quais transformam o meio ambiente próximo e

⁷ Este fato já foi identificado quando da criação da RMC, uma das principais questões referia-se aos mecanismos de proteção dos recursos hídricos.

cotidiano [...] a vulnerabilidade social e ambiental coloca em risco a reprodução social das famílias agricultoras, deste modo, não sendo possível compreender a dinâmica de reprodução sem um olhar sobre as inter-relações sociedade e natureza (CORONA, 2006);

(4) a existência de uma dimensão da dinâmica natural na (re) produção sócio-econômica da AF pode ser observada através da análise da paisagem... As análises dos limites e fragilidades dos processos naturais são identificáveis por meio da análise do comportamento dinâmico da paisagem (DIAS, 2006) e;

(5) a diferenciação dos sistemas agrários expressa as diferentes condições de produção e vida que foram acentuadas por políticas públicas homogêneas (QUEIROGA, 2006).

As teses da Turma V deixaram clara a existência e a permanência de um espaço rural singular na RMC, apesar de que a tendência de urbanização seja compreendida como um futuro certo⁸, não é possível aplicá-la como condição única para todas as localidades, especialmente no conjunto dos municípios da RMC (DIAS *et al.*, 2003 b).

Analisando mais detalhadamente o meio rural da RMC, em especial as comunidades em estudo, ainda se pode afirmar que existem práticas singulares do agricultor familiar não só quanto à expressão da sua relação com a terra, mas sobretudo na sua forma de auto-reprodução, garantindo a própria reprodução do sistema natural.

Pode-se afirmar que em meio aos processos de fragmentação e precarização da força de trabalho humana, o agricultor familiar ainda persiste como parte importante no processo produtivo de certas localidades. Portanto, é sobre este cenário que se aponta uma perspectiva para os estudos sobre desenvolvimento do rural num contexto sócio-ambiental, a partir do estudo de caso de comunidades de agricultores familiares no sul da RMC.

Para a identificação da problemática comum, os doutorandos da Turma VII consideraram as dinâmicas do rural da RMC e os estudos sobre a reprodução da agricultura familiar, realizados pela Turma V. O banco de dados disponibilizado pela

⁸ Recentemente, relatório da ONU- PNUD (2007) apontou que em 2030 a população do mundo será eminentemente urbana, na ordem de 9 bilhões de pessoas.

Turma V contribuiu significativamente com informações que alimentaram as discussões sobre a construção da problemática comum. Essa construção foi realizada no âmbito das Oficinas da Turma VII e também considerou os temas e a formação disciplinar de cada doutorando. Ao final das oficinas, definiu-se a problemática comum como “os limites e potencialidades para o desenvolvimento do rural”, na perspectiva sócio-ambiental.

A identificação dos limites e potencialidades é imprescindível para subsidiar a definição dos objetivos e, por consequência, a delimitação das estratégias para o desenvolvimento, a base de tecnologias a serem usadas, caracterizando-se uma postura pró-ativa na condução da pesquisa pela Turma VII, dado que busca apontar tendências e alternativas para o desenvolvimento da agricultura familiar nas comunidades em estudo, ou seja, pretende efetuar uma projeção sobre o futuro da situação do agricultor familiar e da sua comunidade.

Acredita-se que a identificação e a análise dos limites e potencialidades da agricultura familiar e de sua comunidade poderão contribuir para a definição de cenários ou tendências, assim como no apontamento de alternativas que aproveitem as potencialidades e minimizem os limites. Desta maneira, a metodologia da pesquisa coletiva possibilitou desenvolver também uma metodologia da pesquisa individual para identificar e analisar os limites e potencialidades para o desenvolvimento, a qual contemplou as dimensões sociais, econômicas e ambientais da agricultura familiar, que esteja atenta às especificidades e à constante transformação desta agricultura.

A metodologia coletiva utilizada para organização e análise dos dados de campo foi pautada em uma matriz de caracterização das comunidades dividida em quatro dimensões: sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais, que serviram de base para o entendimento da realidade das comunidades e para a pesquisa individual.

Os dados de campo levantados pela pesquisa coletiva e considerados relevantes à pesquisa individual, foram analisados sob da perspectiva de identificar os limites e potencialidades para o desenvolvimento do rural e para a sustentabilidade da fertilidade do sistema.

Essa metodologia possibilitou a definição dos temas de pesquisa das teses dos quatro integrantes da Linha de Pesquisa, os quais são:

1. Velhas e novas questões na reconfiguração do território rural na contemporaneidade: pequena agricultura familiar, meio ambiente e desenvolvimento – estudo de caso em três comunidades no contexto da RMC;
2. As racionalidades do agricultor familiar na gestão da sua unidade de produção no contexto socioambiental: um estudo em comunidades no sul da Região Metropolitana de Curitiba - RMC;
3. Contribuição da biomassa vegetal e das condições socioeconômicas e ambientais para a fertilidade do sistema agrícola; e
4. Legislação Florestal Brasileira: Efetividade e Implicações para a Agricultura Familiar.

De posse dos dados das comunidades em estudo construiu-se projetos individuais de pesquisa e posteriormente iniciou-se a fase de levantamentos de campo, conforme a temática de pesquisa de cada um dos doutorandos da Turma VII.

3.3 METODOLOGIA DO TRABALHO DE CAMPO

A Turma VII adotou como princípio o trabalho e a discussão coletiva dos procedimentos de campo possibilitando trocas importantes das categorias de domínio individual de cada doutorando, de conhecimentos e de diferentes olhares sobre a realidade, permitindo que os estudos fossem mais aprofundados e articulados com os trabalhos individuais e vice-versa.

O trabalho de campo permitiu a aferição dos dados existentes sobre as comunidades, levantar dados complementares, principalmente os relativos à base cartográfica e à permanência das pessoas na comunidade. Outro fator importante que o trabalho de campo permitiu foi a construção das bases para as pesquisas e produções empíricas de caráter individual.

Os passos metodológicos coletivos/individual foram:

1. Conferência e ajuste da base cartográfica, com saídas de campo e levantamento dos dados iniciais;

2. Contato com os produtores, apresentação dos objetivos do trabalho e identificação da receptividade para prosseguimento da pesquisa;
3. Definição dos critérios de escolha da amostra para pesquisa;
4. Construção dos instrumentos individuais de pesquisa de campo;
5. Levantamento final de novos dados de campo.

O primeiro passo da pesquisa de campo estava relacionado ao ajuste, à adequação e à coleta de novos dados da base cartográfica. Porém, nem todos os passos metodológicos de caráter coletivo serviram a todas às pesquisas individuais, servindo somente para um ou outro pesquisador. O levantamento e coleta desses dados contaram com a participação de todos os doutorandos da Turma VII.

Foi realizado o primeiro contato com os agricultores para apresentar os objetivos do trabalho e identificar a receptividade para prosseguimento da pesquisa (passo 2), pois os agricultores já haviam sido visitados e entrevistados pelos doutorandos da Turma V. A equipe da Turma VII, de posse de mapas plotados em tamanho A0 (841 mm x 1189 mm) de imagens de satélite de alta resolução das comunidades e dos questionários aplicados pela Turma V, procurou localizar todos os agricultores familiares na comunidade. Na seqüência os doutorandos(a) apresentaram os objetivos da pesquisa, no sentido de estabelecer um primeiro vínculo junto aos agricultores familiares.⁹

Após as visitas, os doutorandos(a) construíram coletivamente um quadro de avaliação do nível de receptividade de cada família. A avaliação desse quadro permitiu uma segunda seleção de famílias para a continuidade das visitas exploratórias. O nível de receptividade do agricultor foi classificado em uma escala de avaliação distribuída como muito boa – boa – indiferente – e péssima.

Depois de percorrer as comunidades e identificar os agricultores, a Turma VII definiu os critérios para a escolha de uma amostra da pesquisa (passo 3), dentre o total de 94 agricultores, para o aprofundamento da investigação. Procurou-se definir uma amostra comum para todos os componentes da linha de pesquisa, a partir de critérios individuais ou coletivos. O conjunto amostral definido possuiu dois

⁹ A primeiro momento de aproximação com as comunidades ocorreu em 28 e 29 de abril de 2007, quando foi realizada um “Seminário de Restituição” que tinha por objetivo apresentar os resultados obtidos nas teses e pesquisas desenvolvidas pela Turma V, como forma de retorno daqueles trabalhos. Foram realizados três seminários, um em cada comunidade. No evento, além dos resultados apresentados, levavam-se informações acerca de alguma temática de interesse da comunidade (Políticas de Comercialização e Produção Agroecológica) e apresentavam-se os trabalhos a serem iniciados pela Turma VII).

campos: um comum, que atendeu aos quatro doutorandos(a); e outro, que atendeu a pesquisa individual. A amostra comum compreendeu aquelas famílias onde foi aplicado o questionário coletivo, enquanto que para a amostra individual, foi aplicado o questionário individual.

A construção dos instrumentos individuais de coleta de dados (passo 4) foi realizada somente após várias visitas às comunidades, com um permanente diálogo com as famílias. Este procedimento possibilitou um melhor conhecimento da conjuntura dessas comunidades e a elaboração de questões pertinentes a essa realidade.

Após esse procedimento, cada pesquisador voltou a campo individualmente ou em duplas para levantar dados da pesquisa individual (passo 5), para posterior elaboração e redação da tese. Contudo, ressaltando que nos momentos de ida a campo com mais de um pesquisador, era aplicado separadamente o questionário individual de cada doutorando.

3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS DE CAMPO DA PESQUISA INDIVIDUAL

O levantamento de dados de campo foi realizado após as discussões da Oficina do dia 18/03/2008, onde cada doutorando apresentou as suas questões de pesquisa, as quais foram debatidas e integradas ao questionário coletivo (ANEXO 2). Alguns dados necessários à pesquisa coletiva e individual foram obtidos a partir do questionário coletivo da Turma V, permitindo que à Turma VII elaborasse questionários mais sucintos. É importante ressaltar que dados de campo coletados coletivamente também foram usados na pesquisa individual.

Com os dados levantados a partir dos questionários coletivos da Turma V e VII foi possível elaborar a caracterização das comunidades nas dimensões sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais, relacionando-as com a fertilidade do sistema, constituindo o capítulo 3 desse trabalho. Além disso, foram utilizados dados do texto coletivo da Linha de Pesquisa Ruralidades, Ambiente e Sociedade da Turma VII (ROESLER *et al.*, 2008 a),

elaborados a partir de um abundante banco de dados censitários disponibilizados pela turma V.

A pesquisa individual, além de analisar aspectos sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais, sócio-ambientais, levantou dados sobre a produção de biomassa vegetal relacionando-os com a fertilidade do sistema. Esses dados da biomassa foram levantados num determinado momento específico da realidade, caracterizado pelo final do período quente do ano. Dentre vários aspectos que envolvem as comunidades estudadas foram selecionados aquelas que influenciam significativamente à fertilidade do sistema. O critério de escolha desses aspectos levou em consideração a discussão coletiva com os doutorandos da Turma VII e a experiência pessoal do autor. Embora se admita que outros aspectos também possam ter influência sobre a fertilidade do sistema, eles não foram analisados por falta de informações ou de conhecimento técnico, disciplinar ou interdisciplinar.

Na dimensão sócio-demográfica foram analisadas a composição da família, a estrutura fundiária e a condição da propriedade, no que se refere a título de propriedade da terra.

Na dimensão técnico-produtiva foram analisados os acessos à assistência técnica agropecuária, os canais de comercialização, a diversidade de culturas produzidas e usadas para o consumo doméstico, a diversidade dos sistemas produtivos, o padrão tecnológico utilizado pelos agricultores, a utilização da área nos estabelecimentos e sistemas de integração com a agroindústria.

Já na dimensão físico-ambiental foram analisadas as características do ambiente físico e biótico onde estão situadas as comunidades em estudo, tais como a variação da biodiversidade animal e as classes de solo e na dimensão sócio-ambiental, as técnicas de uso e conservação de solo e o uso de recursos hídricos.

Além disso, os dados do questionário individual possibilitaram realizar uma caracterização geral dos sistemas de produção, do manejo da fertilidade, relacionando o preparo do solo, o uso de fertilizantes, corretivos, a produção e produtividade das culturas entre si.

3.5 METODOLOGIA DA PESQUISA INDIVIDUAL

Para a realização da pesquisa individual foram utilizados dois instrumentos de coleta de dados. O primeiro consistiu num questionário aberto que foi aplicado nos meses de abril e maio de 2008. A aplicação desse ocorreu após a aplicação do questionário coletivo e permitiu levantar dados referentes ao uso e manejo do solo, tratos culturais, quantidades e tipos de fertilizantes que os agricultores empregam e manejo do gado, conforme ANEXO 3. Porém, esse questionário não levantou dados da produção de biomassa das culturas e das plantas espontâneas. A produção de biomassa foi coletada e mensurada em abril de 2009 quando foi realizado em campo a coleta com um segundo instrumento específico, conforme ANEXO 4.

A biomassa das UPVFs, após coletada, foi acondicionada em sacos de papel para posterior secagem em estufa e pesagem da matéria seca.

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa de campo serão detalhadamente abordados no texto a seguir, para proporcionar uma melhor compreensão da metodologia.

3.5.1 Delimitação amostral

O levantamento de dados censitários realizado pela Turma V identificou por noção de pertencimento 94 famílias nas comunidades estudadas. A Turma VII identificou e coletou dados de mais duas famílias que afirmaram pertencer às comunidades estudadas, portanto, esta pesquisa foi realizada acrescentando as mesmas ao banco de dados, totalizando 96 famílias pesquisadas.

Para a pesquisa coletiva realizada pela Turma VII foi escolhida uma amostragem de 22 famílias, que ilustram a realidade dessas comunidades, onde foi aplicado questionário coletivo. Para a pesquisa individual sobre a fertilidade do sistema foi aplicado um questionário aberto em 16 famílias por se enquadrarem devidamente como agricultores familiares, segundo critérios do MDA¹⁰ (2008).

¹⁰ Dados obtidos em MDA. **PRONAF**. Disponível em <<http://www.mda.gov.br>>. Acessado em 20 de março de 2009.

Famílias aposentadas que arrendam suas terras para terceiros, famílias sem terra, famílias cuja renda principal não é originária da propriedade, que não moram na UPVF e usam mais de 50 % de mão-de-obra contratada não foram objetos desta investigação.

O primeiro momento da investigação individual foi caracterizado pela aplicação do questionário semi-estruturado individual de campo sobre o manejo da fertilidade, conforme ANEXO 3. Esse questionário foi aplicado em 16 famílias das três comunidades em estudo, onde também foram feitas análises de solo de rotina em cada área estudada. No momento da coleta do solo realizou-se uma tradagem para identificar a classe de solo, espessura horizonte A e profundidade total do solo.

O questionário aplicado nas 16 famílias buscou identificar a atividade de maior importância econômica e de utilização de mão-de-obra familiar, o tipo de preparo de solo, os métodos de controle de plantas espontâneas e o uso de fertilizantes. Para identificar o uso de NPK foi necessário decompor as quantidades usadas de uréia, cama de aviário e adubo formulado. Para Ureia, usou-se o conteúdo de 44 % de N conforme indicado pela Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (2004), enquanto que para a Cama de Aviário usou-se o conteúdo identificado por Konzen (2003) de 30,0 Kg de N. t⁻¹, 24,0 Kg de P. t⁻¹ e 36,5 Kg de K.t⁻¹ e para o adubo formulado decompôs-se a fórmula que cada agricultor usou, multiplicando pela quantidade.

Quando a fonte de NPK utilizada foi esterco de gado curtido, o conteúdo de NPK foi calculado multiplicando-se a quantidade de esterco usada pelo percentual de N, P₂O₅ e K₂O que efetivamente está contido no esterco. Para esse fim utilizou-se o conteúdo médio de 1,97% de N, 1,27 % de P₂O₅ e 0,91 % de K₂O, conforme identificado por Kiehl (1985).

Para a coleta de biomassa foram selecionados 9 UPVFs agrupadas em 10 sistemas de produção que ilustram a agricultura das comunidades. Esses sistemas foram agrupados por semelhança segundo a espécie cultivada, método de preparo de solo, método de controle de plantas espontâneas, uso de NPK, teor de argila no solo, saturação de bases, uso de calcário, teor de carbono e classe de solo.

Um fator importante que definiu a opção para agrupar esses agricultores foi o fato de não ser possível coletar biomassa nas 16 UPVFs que compuseram a amostra anterior em função de que no período de coleta era necessário que as culturas estivessem em ponto de maturação fisiológica ou de colheita. Áreas de

milho ainda verde e áreas de hortaliças em estágio inicial de desenvolvimento foram descartadas, pois o objetivo era obter a produção de biomassa total da área com culturas e plantas espontâneas em final de ciclo vegetativo de um período quente.

A coleta de biomassa de milho foi realizada em 8 áreas de cultivo e a coleta de biomassa de hortaliças foi realizada em 3 áreas de cultivo. Para a análise da biomassa das plantas espontâneas, foram escolhidas, além das áreas das culturas citadas, mais 4 áreas adjacentes de resteva¹¹, sendo uma de beterraba, uma de tomate, uma de alface e outra de feijão. Portanto, a coleta de biomassa de plantas espontâneas foi realizada em 15 áreas de cultivo.

3.5.2 Local e período

O estudo das condições socioeconômicas e ambientais teve início no ano de 2007 e término em julho de 2008, no âmbito das comunidades Colônia Mergulhão no município de São José dos Pinhais, Santo Amaro Um, no município de Mandirituba e Postinho, no município de Tijucas do Sul. Todas as áreas de coleta são cultivadas a um período superior a uma década. O estudo da biomassa foi realizado em 9 UPFVs distribuídas nas três comunidades rurais da área de estudo, com coletas de biomassa nas culturas de milho e hortaliças e restevas, num período compreendido entre abril e início de maio de 2009.

Foram amostradas as culturas de milho e hortaliças por serem de relevante importância econômica e social para esses agricultores familiares (ROESLER *et al.*, 2008 b). Além disso, buscou-se mensurar a produção de biomassa vegetal das plantas espontâneas dentro do espaço ocupado por essas culturas e em áreas adjacentes de restevas, quando existiam, pois nem todas as propriedades as possuíam.

Alguns agricultores cultivavam somente o milho, outros cultivavam hortaliças e milho e ainda, os demais cultivavam somente hortaliças. O período de coleta foi escolhido por ser final de ciclo de culturas de épocas quentes, pois é nesse período

¹¹ Área de resteva é um local onde já foi colhida uma determinada cultura, onde, normalmente se desenvolvem plantas espontâneas em abundância.

que há uma maior produção de biomassa vegetal por unidade de área, se comparada com outros cultivos de inverno (FERRI, 1985).

A seleção das áreas e período de coleta teve como objetivo buscar dados ilustrativos da realidade dos agricultores familiares dessas comunidades e tenta mostrar um momento específico que é o final do período quente e chuvoso, adentrando num período com temperaturas mais baixas, onde as culturas estão maduras ou em ponto de colheita e as plantas espontâneas já estão em final de ciclo vegetativo.

É importante mencionar que as culturas e as plantas espontâneas de verão já estavam maduras ou em plena maturação fisiológica, período em que não mais acrescentariam biomassa em termos de matéria seca ao sistema de produção agrícola.

3.5.3 Coletas de dados, parâmetros avaliativos e mensuração.

Os dados socioeconômicos e ambientais foram levantados através do questionário coletivo da Turma V e VII (aplicado em 22 famílias) para caracterização das comunidades nas dimensões sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais, relacionando-as com a fertilidade do sistema.

A caracterização dos sistemas de produção foi realizada a partir do questionário individual aplicado em 16 famílias.

A mensuração da população, da produtividade, da matéria seca das culturas e das plantas espontâneas foi realizada com instrumento próprio para coleta desses dados, conforme ANEXO 4, e através de cálculos específicos, conforme será descrito no texto a seguir.

Para determinação da população de plantas de milho foi realizada a contagem em 3 pontos com 10 m de comprimentos na linha de plantio. A medida foi realizada com trena métrica de metal. Em cada medida de 10 m, foi determinada a distância da linha de medida até a linha do lado esquerdo (Lado 1) e do lado direito (Lado 2), para posterior determinação da distância média entre linhas (DL). Essa metodologia foi adaptada pelo autor tendo em vista que a maioria dos agricultores realiza plantio manual ou com tração animal, cuja prática não permite uma

uniformidade de distância entre linhas, como no plantio mecânico. Para essa determinação foi feito o seguinte cálculo:

População: $(100/DL) \times N \times 10$

DL= distância média entre linhas em metros

N= número de plantas em 10 metros

A metodologia de mensuração da biomassa do milho foi adaptada de Bergonci et al. (2001) que preconiza 3 amostragens com a coleta de 3 plantas por amostra. A diferença metodológica está no fato de que para esta pesquisa realizaram-se 3 amostragens por área de cultivo, com coleta de todas as plantas presentes em 3 metros lineares, para obter maior precisão. As bordaduras da área de coleta foram descartadas

As plantas foram cortadas rente ao solo com facão e posteriormente foram separadas as espiga e delas foi retirada a palha que foi pesada separadamente em balança eletrônica com precisão de um grama. Os grãos foram debulhados, pesados e acondicionados em saco plástico para determinação da umidade no laboratório de sementes da UFPR. O sabugo foi separado, pesado e acondicionado em saco de papel para secagem em estufa.

A partir dos dados de peso seco dos grãos de milho foi estimada a produtividade da cultura e do peso seco do restante da planta (colmo, folhas, palha e sabugo) foi estimada a biomassa dos restos de cultura que permaneceu na área de cultivo.

O colmo foi pesado separadamente e cortado em pedaços medindo em torno de 15 centímetros. Dessa quantidade de colmos foi retirado uma sub-amostra, com peso de aproximadamente 10 % do total da amostra geral, tomando-se o cuidado de que a mesma fosse representativa com partes da base do pé, intermediários e das pontas. Os colmos da sub-amostra foram partidos longitudinalmente com facão para que secassem uniformemente sem fermentação, evitando perdas de biomassa

As folhas e bainhas foram pesadas separadamente e delas foi retirada uma sub-amostra representativa do peso e volume total. Todas as amostras e sub-amostra foram secas em estufa com ventilação forçada a 65 °C, até peso constante. Os passos metodológicos da mensuração da biomassa do milho podem ser vistos nas fotos da FIGURA 3 (tábua de fotos 1) e FIGURA 4 (tábua de fotos 2). Para

determinação da população de plantas de hortaliças foi realizada contagem em 3 pontos diferentes, ao acaso, descartando-se as bordaduras. A medida utilizada foi de 10 m lineares aferida com trena métrica de metal. Em cada medida de 10 m foi determinada a distância da linha de medida até a linha do lado esquerdo (Lado 1) e do lado direito (Lado 2), para posterior determinação da distância média entre linhas. A maioria dos agricultores realiza plantio manual ou com tração animal, cuja prática não permite uma uniformidade de distância entre linhas. O Cálculo da população foi feito da seguinte forma:

$$\text{População} = (100/\text{DL}) \times \text{N} \times 10$$

DL= distância entre linhas em metros

N= número médio de plantas em 10 metros



FIGURA 3 - PRANCHA DE FOTOS 1: ILUSTRAÇÃO DA COLETA E MENSURAÇÃO DA BIOMASSA DO MILHO E PLANTAS ESPONTÂNEAS

FONTE: O AUTOR (2009)



Foto 1 - Pesagem e registro da sub-amostra (MV).



Foto 2 - Acondicionamento e identificação da sub-amostra em sacos de papel sobre uma bandeja de metal (MV).



Foto 3 - Acondicionamento em estufa de ventilação forçada (MV).



Foto 4 - Pesagem e registro da matéria seca (MS)



Foto 5 - Coleta e acondicionamento de plantas espontâneas na área de milho com uso de gabarito (MV)



Foto 6 - Coleta e acondicionamento de plantas espontâneas na área de hortaliças com uso de gabarito (MV)

FIGURA 4 - PRANCHA DE FOTOS 2: ILUSTRAÇÃO DA COLETA E MENSURAÇÃO DA BIOMASSA DO MILHO E PLANTAS ESPONTÂNEAS

FONTE: O AUTOR (2009)

Os procedimentos metodológicos para mensuração da matéria seca das hortaliças foram semelhantes aos usados no milho. Para determinação da MS da alface foi adaptada a metodologia descrita por Lopes *et al.* (2005) que determina a MS somente da parte colhida com valor comercial. Foram coletadas as plantas em estágio de ponto de colheita em 3 pontos diferentes, determinados ao acaso, descartando-se as bordaduras, em 1,20 m lineares de linha da cultura.

As plantas coletadas foram pesadas em balança eletrônica com precisão de um grama, e de cada amostra foi retirada uma sub-amostra de duas plantas inteiras, que foram desmembradas em folhas de baixo, folhas de centro e talo. O talo foi fatiado em lâminas finas para secagem. Todo esse material foi levado à estufa de secagem à temperatura de 65 °C até peso constante, quando foi determinada a MS. Após isso, foi determinada a MS proporcional à amostra coletada e calculado a MS por hectare de cultivo.

A adaptação metodológica foi realizada para determinação da matéria seca da cultura que fica no sistema de produção, pois a metodologia original não preconiza esse procedimento. Para isso, foi solicitado ao agricultor que fizesse a “toalete”¹² do alface, conforme ele faria para comercializá-la no CEASA. Nesse “toalete” realizado a campo, são retiradas as folhas de baixeiro, que normalmente estão sujas de terra, ou amareladas, ou ainda, secas. Esse material foi lavado em água corrente, deixado algum tempo para escorrimento e na seqüência foi levada à secagem em estufa a 65°C, para determinação da matéria seca após peso constante. Após pesagem foi determinada a MS por hectare de cultivo.

Para determinação da MS total da cultura, em Kg.ha⁻¹, foi somada a MS dos restos culturais com a MS da cultura colhida para comercialização.

Para a determinação da população e da MS do repolho foi usada metodologia semelhante à descrita por Lopes *et al.* (2005) para alface, adaptando-a para incluir a MS de folhas de baixeiro, o colmo que fica depois da colheita e as plantas descartadas por falta de padrão, usando 3 cabeças por amostra.

A população foi medida a partir da contagem das plantas em 3 amostras de 10 m de comprimento, descartando-se as bordaduras e tirando-se a média harmônica. Nesse mesmo momento foi medida as distâncias da linha de contagem à

¹² “Toalete” na gíria de produtores de hortaliças é a primeira limpeza feita no produto a campo, no momento da colheita e antes de lavá-lo.

linha da esquerda (L1) e à linha da direita (L2), para determinar a distância média entre linhas. O cálculo da população foi feito da seguinte forma:

$$\text{População} = (100/\text{DL})N.10$$

DL= distância entre linhas em metros

N= número médio de plantas em 10 metros

Para determinação da matéria seca da cultura do repolho foram coletadas 3 amostras ao acaso, descartando-se as bordaduras. Cada amostra foi composta por 3 pés de repolho em ponto de colheita para a comercialização. Foi determinado o peso da matéria verde de cada amostra e dela retirada uma sub-amostra composta por folhas de baixeiro, folhas do centro e folhas do coração do repolho. Essa sub-amostra foi levada para estufa e seca à temperatura de 65 °C até peso constante.

De posse do peso da MS da sub-amostra, foi calculado proporcionalmente o peso da MS da amostra e posteriormente o peso total por hectare de cultivo. Esse peso de MS por hectare de cultivo considerou somente o número de plantas que efetivamente possuíam padrão para comercialização, para estimar a quantidade de MS que é exportada da propriedade. Estimou-se o número de plantas com padrão de comercialização, perguntando-se ao agricultor o número de plantas transplantadas e o número das mesmas que efetivamente era comercializado. Esse número é de fácil identificação, pois os agricultores compram as mudas para plantio em bandejas de 200 células.

Posteriormente, foram da mesma forma coletados os restos culturais que ficam de cada planta colhida, compondo-se 3 amostras de folhas de baixeiro, folhas murchas e secas. A determinação da matéria seca seguiu a mesma metodologia da determinação da MS do repolho com padrão de comercialização.

As plantas sem padrão de comercialização compõe a MS que fica na área de cultivo. Para a determinação dessa MS foi usada a mesma metodologia de determinação de MS do repolho com padrão, multiplicando-se a MS encontrada em cada amostra pelo número de plantas sem padrão, por unidade de área.

Para a determinação da MS das plantas espontâneas, coletou-se sua biomassa na mesma área das culturas estudadas (milho, repolho e alface) e em mais 4 áreas adjacentes de resteva de tomate, beterraba, alface e feijão, respectivamente, para verificar a contribuição da biomassa das mesmas a fertilidade

do sistema, usando um gabarito com dimensões de 0,50 m X 0,50m, calculando-se a biomassa em Kg.MS.ha⁻¹, multiplicando-se o valor de MS obtido por 40.000 (CARVALHO *et al.*, 2003). Por ocasião da coleta tomou-se o cuidado de descartar as bordaduras das áreas analisadas.

As plantas espontâneas foram cortadas rente ao solo, com tesoura de poda e acondicionadas em sacos de papel. As amostras foram secas em estufa à 65 °C até peso constante.

Para determinar a MS das plantas espontâneas presentes na área da alface, do milho e do repolho, foi coletada a biomassa das mesmas em três amostras simples, usado um gabarito de 0,50 m X 0,50 m. As plantas que ali se encontravam foram cortadas rente ao solo e acondicionadas em sacos de papel. As amostras foram levadas para estufa e secadas a 65°C até peso constante. O cálculo da MS em Kg.ha⁻¹ foi obtido multiplicando-se o peso seco da amostra por 40.000.

3.5.4 Tratamentos, análise e interpretação dos dados

A análise e discussão dos dados coletados nesta investigação relacionam o manejo antrópico dos agroecossistemas, a produção de biomassa das culturas e das plantas espontâneas e a fertilidade do sistema. Os dados utilizados são resultantes do questionário coletivo e individual e da mensuração da biomassa coletada (ANEXO 4), que constituíram um banco de dados em planilha eletrônica.

A partir desses dados realizou-se uma caracterização geral do manejo da fertilidade, relacionando preparo de solo, uso de fertilizantes e corretivos, produção e produtividade das culturas e da biomassa do sistema e análise estatística complementar. A análise desses dados permitiu realizar considerações sobre a influência do manejo antrópico e da biomassa na fertilidade do sistema.

Nesta parte do trabalho optou-se por realizar uma interpretação dos dados que levou em consideração a importância de cada item em relação à fertilidade do sistema, abordando-os de forma desproporcional e própria, conforme avaliação do autor. Houve itens cuja abordagem foi longa e detalhada e outros sucintos e objetivos.

As análises das variáveis dependentes para comparar a produtividade de biomassa foram realizadas por meio da análise estatística de variância em delineamento completamente casualizado com 3 repetições. Para atender os pressupostos de normalidade e homogeneidade fez-se necessário a transformação dos dados (Log X) (MONTGOMERY, 2001).

As variáveis identificadas e comparadas entre si na cultura do milho, expressas em Kg.MS.ha⁻¹, foram: Produtividade do grão do milho; matéria seca dos restos da cultura; e matéria seca das plantas espontâneas na cultura do milho. Todas variáveis foram apresentadas com as respectivas comparações das médias e resumo estatístico da variável. Também foi realizada uma análise da produtividade total de matéria seca na cultura do milho, obtida a partir do somatório da biomassa do milho e das plantas espontâneas. Por fim, foi apresentado um Resumo Estatístico com todas as variáveis estudadas na cultura do milho.

As variáveis identificadas e comparadas entre si nas hortaliças, expressas em Kg.MS.ha⁻¹, foram: Produtividade das hortaliças; matéria seca dos restos da cultura; e matéria seca das plantas espontâneas na cultura de hortaliças. Todas as variáveis foram apresentadas com as respectivas comparações das médias e resumo estatístico da variável. Também foi realizada uma análise da produtividade total de matéria seca das hortaliças, obtida a partir do somatório da biomassa das mesmas e das plantas espontâneas da área ocupada. Por fim, foi apresentado um Resumo Estatístico com todas as variáveis estudadas nas hortaliças.

Para realizar a comparação entre as variáveis dependentes foi utilizados teste de comparação múltipla de Tukey (BARBIN, 2004) com grau de confiabilidade de 90%. Por meio do teste de Correlação de Spearman, com 90% de confiabilidade do teste foi analisada a correlação entre as variáveis MS total, MS da cultura, MS das plantas espontâneas, MS grão, NPK utilizado, V%, calcário, C% e espessura do horizonte A. As análises estatísticas foram realizadas por meio do software "R" e *Statgraphics Plus 5.1*.

A FIGURA 5 resume e ilustra, por meio de fluxograma, os procedimentos da metodologia desta pesquisa.

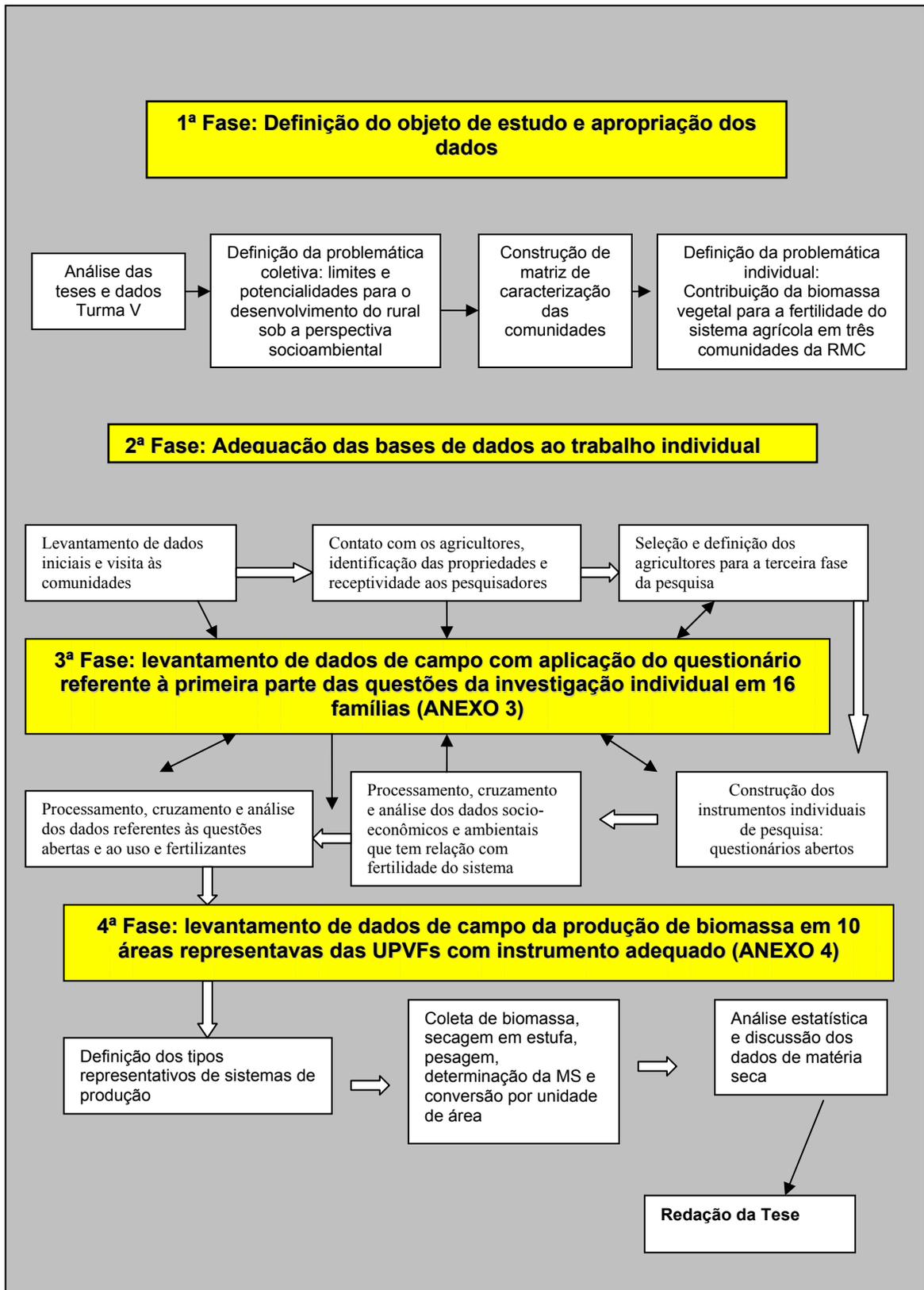


FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DA PESQUISA

FONTE: O AUTOR (2009)

4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DETERMINANTES A FERTILIDADE DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS

Este capítulo contém dados e análises do questionário coletivo aplicado pela Turma V, do questionário coletivo e do texto coletivo da Turma VII, que foram estruturados na forma de caracterizações gerais das comunidades em quatro dimensões: sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais. Essas caracterizações serviram de base para aprofundar o conhecimento da realidade das comunidades e para realizar considerações a respeito da sua influência na fertilidade do sistema, considerando seus limites e potencialidades.

A fertilidade do sistema é composta de elementos naturais que a determinam e de elementos relacionados ao manejo antrópico que por sua vez é influenciado pelas condições sócio-econômicas. É possível que as condições sócio-demográficas, técnico-produtivas, físico-ambientais e sócio-ambientais sejam tão ou mais determinantes à fertilidade do sistema que as condições ambientais naturais. É no sentido de caracterizar e analisar esses aspectos que esta parte da investigação se desenvolveu, cujos resultados serão abordados no texto a seguir.

4.1 A DIMENSÃO SÓCIO-DEMOGRÁFICA

Na dimensão Sócio-demográfica buscou-se compreender o perfil social e demográfico dos produtores familiares das comunidades em estudo a partir dos dados censitários disponibilizados pela Turma V. Para este trabalho foram eleitas variáveis que tem influência significativa no tema da investigação individual, conforme pode ser verificado a seguir.

4.1.1 Composição da família

Diversas teorias da sociologia rural apontam que uma das características culturais marcantes das sociedades camponesas está relacionada à quantidade de membros. Estes compõem a força de trabalho disponível da família para a atividade rural. No caso da família camponesa a composição do núcleo familiar pode se estender a laços de parentela, quando outros parentes passam a residir junto com o núcleo familiar central, e dividir as tarefas.

Os dados censitários disponibilizados pela Turma V e aferidos durante pesquisa de campo do autor, mostraram que a comunidade de Santo Amaro Um possui 41 famílias, Postinho possui 33 e Mergulhão 22 famílias. Isto totaliza 215, 135 e 107 membros em cada comunidade, respectivamente. O núcleo familiar das comunidades, em média, é formado por um casal e seus filhos. A quantidade de membros por família varia de 1 a 13, sendo a maior incidência nos grupos familiares foi de 4 a 5 membros. Com base nesta análise, criou-se uma tipologia denominada de COMPOSIÇÃO DA FAMÍLIA na qual foram estipulados 3 tipos, sendo: Tipo 1 quando possui até 3 membros); Tipo 2 quando possui 4 a 5 membros) e Tipo 3 quando possui 6 a mais membros, conforme TABELA 1.

TABELA 1- COMPOSIÇÃO DA FAMÍLIA

Comunidade	Tipo 1 (%) até 3 membros	Tipo 2 (%) de 4 a 5 membros	Tipo 3 (%) de 6 ou mais membros
Santo Amaro Um	2,50	60,00	37,50
Postinho	46,90	31,30	21,80
Mergulhão	22,70	45,50	31,80

FONTE: O AUTOR (2008).

Na agricultura familiar é normal que os filhos trabalhem nas atividades agrícolas da família. Esse trabalho tem um fim educativo, aonde os filhos vão gradativamente ajudando nos afazeres da propriedade como uma forma de aprendizagem e de domínio de ferramentas e métodos de trabalho, bem como a utilização das formas de tração¹³ que a propriedade detém.

¹³ Refere-se à tração mecânica ou animal.

As famílias que possuem maior número de filhos tendem a apresentar uma renda bruta maior em função de poder explorar uma maior área de terra pela mão-de-obra existente.

Nas comunidades estudadas, atividades como de olericultura e fomicultura, que demandam grande quantidade de mão-de-obra, são exploradas por famílias que detêm maior número de membros, enquanto que a produção de grãos como milho e feijão são desenvolvidas por famílias com menor quantidades de mão-de-obra.

A fertilidade do sistema é essencialmente antrópica, dependente do manejo adequado e sistemático para sua ampliação ou manutenção. É possível que as famílias com maior número de membros tenham melhores condições de manter ou ampliar a fertilidade do sistema.

4.1.2 Estrutura fundiária.

Para definir a estrutura fundiária das comunidades, foi considerado o tamanho das propriedades dos agricultores através de dados tabulados a partir do item 5.1 do questionário da turma V (ANEXO 1). A análise dos dados mostrou que o menor tamanho corresponde a 1 ha e o maior com 38 ha. A maior parte dos agricultores encontrou-se nos estratos entre 10 a 25 ha. Para ilustrar o tamanho das propriedades, definiu-se as seguintes tipologias: Tipo 1(menor que 10ha), Tipo 2 (10 a 20 ha), Tipo 3 (20 a 30ha), Tipo 4 (maior que 30ha). Os resultados podem ser observados na TABELA 2.

TABELA 2 - ESTRUTURA FUNDIÁRIA DAS COMUNIDADES

Comunidade	Tipo 1 (>10 ha)	Tipo 2 (10 a 20 ha)	Tipo 3 (20 a 30 ha)	Tipo 4 (> 30 ha)
Santo Amaro Um	67,50	22,50	7,50	2,50
Postinho	62,50	1,25	6,30	6,30
Mergulhão	50,00	27,30	9,10	13,60

FONTE: O AUTOR (2008).

A maioria das propriedades enquadrou-se numa faixa de tamanho total menor que 10 ha, caracterizando uma estrutura de minifúndios. Essa característica

se repetiu em todas as comunidades estudadas. Para o manejo da fertilidade o tamanho da propriedade é muito importante, pois técnicas sustentáveis como adubação verde, rotação e produção animal com uso de ruminantes, depende em grande parte, de uma adequada área de produção. A necessidade de uso intensivo de área, em função da falta de terra e da necessidade de renda, pode ser determinante a um manejo insustentável da fertilidade. Em muitos casos o agricultor familiar pode deixar de fazer adubação verde, rotação de cultura e manejo animal por falta de terra.

Existem técnicas de produção intensiva que potencializam a produção em pequenas áreas, como os sistemas agroflorestais e sistemas consorciados de produção na totalidade da propriedade, porém nas comunidades estudadas não houve nenhum caso de sistemas de produção dessa forma.

É possível que os agricultores enquadrados no Tipo 4, com propriedade maior que 30 ha, tenham melhores condições de manter ou ampliar a fertilidade do sistema.

4.1.3 Condição da propriedade

Em relação à condição da propriedade, procurou-se identificar a existência ou não do título de propriedade da terra. O resultado obtido está descrito na TABELA 3.

TABELA 3 - CONDIÇÃO DA PROPRIEDADE

Comunidade	Com título %	Sem título %
Santo Amaro Um	52,50	47,50
Postinho	53,0	47,00
Mergulhão	77,30	22,70

FONTE: O AUTOR (2008).

Apesar da maioria dos agricultores possuírem título de propriedade da terra, é considerável o percentual de famílias que ainda não possuem esse título, que estão enquadrados na condição de arrendatários ou usando a propriedade de familiares.

A maioria dos agricultores que não têm título de proprietário apresenta dificuldades nos processos de tomada de decisões e na gestão da propriedade, dificultando a realização de investimentos, acesso a liberações ambientais e exploração sustentável dos recursos naturais, como por exemplo, como o uso de madeira. Políticas públicas como crédito e subsídios do estado não podem ser acessados por essas famílias.

Práticas desejáveis e mais sustentáveis para manutenção da fertilidade dos agroecossistemas que tenham efeito de longo prazo como calagem, aplicação de fosfato de baixa solubilidade, plantio de cordões vegetados, quebra ventos, manutenção de cabeceiras de áreas hortadas vegetadas, não uso de áreas de preservação permanente e de reserva legal, são relegadas ao segundo plano em função de uma racionalidade econômica e de sobrevivência imediata determinada pela falta de título da propriedade. É comum a essas famílias a exploração de pequenas áreas de terra com uma geração de renda baixa ou insuficiente para a manutenção da qualidade de vida, o que os impele a uma super-exploração das áreas e dos recursos naturais.

Muitas famílias nessa situação não conseguem fazer rotação de cultura, prática recomendável como mínima para se ter sanidade e ciclagem de nutrientes eficiente por diferentes culturas. Os agricultores que se enquadram como detentores do título da terra têm melhores condições de realizar manejos eficientes para a manutenção e ampliação da fertilidade do sistema, pois tem acesso às políticas públicas de crédito e conseguem desenvolver práticas sustentáveis de agricultura que necessitam de uma escala de tempo maior, como as citadas anteriormente.

4.2 DIMENSÃO TÉCNICA-PRODUTIVA

Na dimensão técnica-produtiva buscou-se caracterizar os diferentes sistemas produtivos e as tecnologias utilizadas pelos agricultores familiares das comunidades em estudo. Para isto elegeram-se as seguintes variáveis abaixo descritas.

4.2.1 Acesso à assistência técnica agropecuária.

Esta variável considerou a assistência técnica agropecuária como o acesso dos agricultores familiares aos serviços públicos e privados de assistência técnica. O agricultor familiar que já tem acesso à assistência técnica indica uma maior possibilidade de adequação às novas tecnologias e as novas exigências ambientais e de produção. Os dados foram coletados do questionário base, na questão 10 (ANEXO 2), Assistência Técnica. Foram identificados aqueles produtores que possuem assistência técnica e aqueles que não possuem.

Os dados indicam que em Santo Amaro Um 70% dos produtores têm assistência técnica, Mergulhão 77,3% e em Postinho 46,9%. Em Santo Amaro Um, porém, os agricultores entrevistados na pesquisa individual afirmaram que a forma de adotarem agrotóxicos ou fertilizantes é em função da orientação que recebem dos vendedores ou de agricultores que são referência na comunidade, conforme transcrito abaixo de entrevista gravada com um agricultor:

“[...] ah, aqui a gente passa a usar um veneno ou um adubo quando a gente vai à bodega e pergunta para o dono: escuta, que veneno o fulano tá passando na lavoura dele? Eu quero o mesmo [...]” [sic].

Os agricultores entrevistados informaram que na CEASA tem as “lojas” que vendem os adubos, substratos e outros insumos e que os mesmos são informados pelos vendedores quando aparece um “produto” novo [...]. A EMATER e as secretarias municipais de agricultura também são citadas como prestadoras de assistência técnica, principalmente no fornecimento de carta de anuência para acessar PRONAF e com informações sobre exigências ambientais que os agricultores têm que cumprir. Algumas famílias citam as “empresas” que comercializam agrotóxicos, oferecendo uma churrascada para divulgar seus produtos.

A assistência técnica pode contribuir para desenvolver junto aos agricultores familiares as técnicas de manejo adequadas à manutenção e ampliação da fertilidade do sistema. Porém, a maioria dos agricultores tem acesso à assistência técnica comprometida com a venda de insumos, o que limita a possibilidade de desenvolver uma agricultura mais sustentável e independente. Todos os agricultores entrevistados afirmaram que procuram a assistência técnica somente

nos momentos de crise, como aparecimento de pragas e doenças, em momentos de intempéries climáticas como ocorrência de granizo ou geadas, ou ainda, para acessar políticas públicas.

De modo geral, a assistência técnica pública se mostrou insuficiente em recursos humanos e em estrutura para atender a todos os agricultores das comunidades estudadas, em função do grande número de agricultores dos municípios onde as mesmas estão inseridas. A falta de organização socioeconômica dos agricultores também é outro limite determinante ao acesso a uma assistência técnica comprometida com as suas necessidades.

4.2.2 Canais de comercialização

Os canais de comercialização representam os espaços sociais onde o agricultor vende a sua produção. A identificação dos diferentes canais de comercialização foram compiladas das informações de Corona (2006) a partir das quais foi possível definir que em Santo Amaro 70% dos produtores vendem seus produtos para o CEASA e Mercado Municipal de Curitiba e 7,5% estão integrados às empresas de fumo e/ou frango.

Em Postinho 9,38% dos produtores vendem seus produtos a intermediários, 18,75% vendem (ou trocam) seus produtos diretamente aos consumidores e 28,12% estão integrados às empresas de fumo.

No caso de Mergulhão os canais de comercialização são mais variados, sendo que 36,36% dos produtores vendem para intermediários; 27,7% vendem diretamente aos consumidores; 18,18% vendem para o CEASA; 9,09% vendem diretamente aos mercados e feiras e 9,09% estão integrados às empresas de fumo.

Os agricultores reconheceram os riscos que correm com um mercado de hortaliças que está na lógica globalizada, porém, esse mercado torna-se uma das poucas alternativas de comercialização que eles acessam. Aqui novamente apareceu o desconhecimento de programas de governo de comercialização, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Compra direta, juntamente com a falta de organização social para acessar tais programas.

Os canais de comercialização podem determinar a espécie de cultura cultivada pelos agricultores, bem como as técnicas de cultivo. Isso é determinante para a fertilidade do sistema.

4.2.3 Diversidade de culturas produzidas e utilizadas para o consumo doméstico

A produção para consumo doméstico e a sua diversidade podem refletir uma maior autonomia do agricultor em relação ao mercado, entretanto, um elevado percentual da produção destinada ao consumo doméstico tende a demonstrar uma fragilidade econômica diante da indisponibilidade de produtos para a comercialização, considerando neste caso que o agricultor familiar tem na atividade agropecuária sua principal fonte de renda. Também se pode considerar a produção para consumo doméstico como uma característica da agricultura familiar.

Para identificar a diversidade de culturas produzidas e consumidas foi considerada a produção de consumo doméstico voltada para a manutenção da família, para os animais e para a incorporação ao solo. A tipificação foi organizada com o objetivo de qualificar a produção voltada para consumo doméstico e optou-se por tipos que indicam a diversificação da produção, conforme QUADRO 2, proposto por Corona (2006) e adaptado pelo autor.

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
Baixa diversidade- produção de até 04 produtos	Baixa para média diversidade - produção de 06 a 09 produtos	Média diversidade - 10 a 14 produtos	Média para alta diversidade - produção de 15 a 19 produtos	Alta diversidade- produção de 20 ou mais produtos

QUADRO 2 - TIPOLOGIA DA DIVERSIDADE DE CULTURAS PRODUZIDAS E UTILIZADAS PARA O CONSUMO DOMÉSTICO

FONTE: O AUTOR (2008).

NOTA: ADAPTADO DE CORONA (2006)

Em Santo Amaro 40% dos agricultores apresentaram uma diversidade de 6 a 9 produtos e 27,5% dos agricultores entre 10 e 14 produtos. Em Postinho 37,5% dos agricultores apresentaram uma diversidade de 6 a 9 produtos cultivados, 25%

dos agricultores produziram entre 15 e 19 produtos e 18,7 % dos agricultores apresentaram uma diversidade com mais de 20 produtos cultivados. Já em Mergulhão 40,9% dos agricultores tiveram entre 6 e 9 produtos e 22,7% apresentaram entre 10 e 14 produtos cultivados.

Em síntese, a maioria dos agricultores familiares nas três comunidades está classificada no Tipo 02, considerada baixa para média diversidade de produção para consumo doméstico. Isso pode estar ligada a questões culturais de consumo alimentar, mas também pode ser reflexo de uma integração cada vez maior ao mercado.

Os produtores de fumo alegaram envolvimento da sua mão-de-obra o ano todo com essa atividade, com pouco tempo destinado para produção de consumo doméstico. Os produtores de hortaliças, caso típico de Santo Amaro, afirmaram que a produção é destinada ao mercado da CEASA, também ocupando muita mão-de-obra. No caso de Mergulhão a situação foi semelhante, porém o turismo rural valorizou a diversificação adquirindo produtos colônias in natura, com isso estimulando os cultivos diversificados.

A produção para o consumo doméstico pode ser uma importante ferramenta de entendimento dos agroecossistemas e de desenvolvimento de tecnologias de manejo mais sustentáveis. Nessa perspectiva, o manejo da fertilidade é pensado também de forma a ser menos dependente de insumos externos e a usar métodos mais sustentáveis como o esterco curtido e a biomassa vegetal. O próprio fato de haver diversidade de culturas numa unidade de produção e vida familiar é um indicador importante de ocupação de área.

Cada espécie extrai nutrientes em quantidades próprias e segundo sua necessidade (VALADARES FILHO *et al.*, 2006), também colonizando o solo com exudatos e seus compostos. Cada cultura pode estabelecer relações de interação positiva entre planta e biota de solo, o que em muitos casos melhora a fertilidade do sistema promovendo maior produção de biomassa vegetal e melhores condições de vida a todos nesse ambiente.

Além disso, as áreas destinadas ao consumo doméstico são, do ponto de vista pedagógico, espaços de trabalho dessas famílias, de formação pelo trabalho, de geração de conhecimentos ecológicos e de manejo das culturas sem a dependência dos insumos químicos da agricultura convencional. É um espaço de convívio com a diversidade e uma negação prática da monocultura propriamente

dita, pois as áreas destinadas ao consumo doméstico transformam-se em mosaicos diversificados de cultivos, podendo tomar uma parte considerável da área total cultivada.

Mesmo nas propriedades que tem plantios convencionais de hortaliças, caracterizadas por áreas maiores que 0,5 há, existem áreas destinadas ao consumo doméstico das famílias, manejadas sem o uso de agrotóxicos e de adubos de síntese química. Isso demonstra que há um mínimo de entendimento que os agrotóxicos fazem mal a saúde humana e a natureza. Nesse sentido, essa prática de produção pode ser usada para promover uma discussão de ética na produção e consumo de alimentos e nas relações entre as populações do campo e da cidade.

A criação animal destinada ao consumo doméstico com geração de excedentes também pode se constituir em espaço de trabalho e vida que propicia conhecimento ecológico, aproveitamento de resíduos, compreensão do comportamento animal e de relações de mercado. O estímulo e a valorização da criação animal podem contribuir com a qualidade de vida dessas famílias e o desenvolvimento das comunidades.

Em todas as famílias apareceram cultivos de plantas cuja forma de reprodução é própria desses agricultores familiares, na forma de sementes, mudas, ramos, manivas, estacas ou qualquer maneira de propágulo. A possibilidade de resgatar esses materiais genéticos, multiplicá-los e difundi-los, valorizando os agricultores familiares que os mantiveram, são uma forma de recuperar culturas de consumo doméstico e mesmo culturas comerciais que estão se perdendo.

Com esses materiais genéticos de multiplicação, como bancos de germoplasma, é possível promover maior fertilidade sistêmica a partir de uma ampla produção de biomassa. Mesmo plantas desprezadas pela agricultura convencional e ditas plantas daninhas, podem ser importantes materiais genéticos para a reprodução da vida. O próprio papuã, que é veementemente combatido nas culturas anuais, pode ajudar na recuperação do solo e é excelente forrageira para ruminantes. Nas áreas pesquisadas somente foram observadas minhocas em locais com grande quantidade de palha de papuã incorporada ao solo.

Materiais genéticos nativos das comunidades como árvores pioneiras e vegetações primárias, plantas medicinais e ornamentais, frutíferas nativas, entre outras, podem contribuir para uma maior diversidade ecológica, maior produção de

biomassa, acúmulo de carbono nos sistemas, alimentação, renda e qualidade de vida às comunidades.

4.2.4 Diversidade de sistemas produtivos

Os sistemas produtivos tratam das diferentes estruturas econômicas utilizadas pelos agricultores familiares para as produções agrícolas, pecuárias e transformação dos produtos primários. Eles podem estar sozinhos ou combinados com outros sistemas. No caso das comunidades estudadas, identificou-se 20 diferentes sistemas (CORONA¹⁴, 2006, *apud* HORA et al., 2008). Com o objetivo de caracterizar as comunidades, os sistemas produtivos foram organizados em 05 Tipos dominantes, considerando o maior número de incidências, em ordem decrescente, conforme QUADRO 3.

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo5
Produtores olerícolas\grãos	Produtores olerícolas\ fruticultura	Produtores para consumo familiar	Produtores de fumo	Produtores olerícolas\ grãos\pecuária
21	16	14	7	6

QUADRO 3 - DIVERSIDADE DOS SISTEMAS PRODUTIVOS

FONTE: O AUTOR (2008).

Nas comunidades existiam ainda outros 15 sistemas produtivos¹⁵, com no máximo 03 produtores.

¹⁴ CORONA, I. M. P. **A reprodução social da agricultura familiar na região metropolitana de Curitiba em suas múltiplas interrelações**. 262p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006

¹⁵ Sistema 6 -leite\grãos (3 produtores); sistema 7 - aves-integração (2 produtores); sistema 8 – fumo\pecuária (1 produtor); sistema 9 – olerícolas\aves\integração (3 produtores); sistema 10 – fumo\olerícolas\grãos (3 produtores); sistema 11 – grãos (3 produtores); sistema 12 – carvão-pecuária (2 produtores); sistema 13 – pecuária (2 produtores); sistema 14 fumo\pecuária (1 produtor); sistema 15 – leite\olerícolas (2 produtores); sistema 16 – olerícolas-humus (1 produtor); sistema 17 – leite-derivados (3 produtores); sistema 18 uva\vinho (2 produtores); sistema 19 – grãos-vinho (2 produtores); sistema 20 outros (2 produtores).

A análise dos diferentes sistemas produtivos demonstrou que em Santo Amaro predomina a olericultura combinada com grãos, fruticultura, pecuária e, por último, sistema de integração de aves e fumo. Na comunidade de Postinho evidenciou-se a produção para consumo doméstico com 37,5% dos entrevistados, além de sistemas produtivos vinculados à produção de fumo, pecuária, grãos e carvão. Em Mergulhão predominou os sistemas vinculados à olericultura, fruticultura, pecuária, produção de leite e vinho.

Pelos sistemas de produção predominantes em quantidade e área, foi possível estabelecer uma relação de desgaste ou recuperação da fertilidade dos sistemas de produção onde, segundo Khatounian (2001), descrito no Capítulo 2 desse trabalho, a olericultura foi a segunda atividade que mais degrada a fertilidade do solo sendo a produção de grãos a terceira atividade nessa escala. As áreas destinadas à produção para o consumo familiar, não são necessariamente desgastantes ou recuperadoras da fertilidade por si só, pois isso dependerá das técnicas de uso, manejo e conservação de solo e da biomassa produzida.

4.2.5 Padrão tecnológico

Padrão tecnológico é entendido como o acesso e uso da técnica no processo de produção. Neste item foram consideradas as utilizações de insumos químicos e orgânicos, moto-mecanização e técnicas de correção de solo, entre outros.

Para analisar o padrão tecnológico, adotou-se a perspectiva de que o mesmo não deveria comprometer a capacidade de resiliência natural dos ecossistemas. Os critérios de aferição das classes de agricultores identificaram que existia uma fragilidade do agricultor familiar em relação à dependência de insumos externos, ao mercado, a renda e ao impacto da atividade agrícola nos agroecossistemas.

O uso de um alto padrão tecnológico, segundo o modelo da agricultura convencional, apresentou um alto potencial de impacto negativo ao ambiente. Para fins de financiamento agrícola, o agricultor enquadrado como de alto padrão tecnológico é aquele que usa maior quantidade de sementes híbridas ou

transgênicas, agrotóxicos e fertilizantes. O agente financiador não considera como fertilizantes os adubos de origem orgânica que não sejam registrados no ministério da agricultura, sendo que esses fatores também serviram como parâmetro de avaliação desse item.

Para organizar uma tipologia de “padrão tecnológico” foi proposto o QUADRO 4, onde os agricultores são enquadrados da seguinte forma: Tipo 1- aqueles que utilizam majoritariamente as tecnologias modernas com maior impacto ambiental; Tipo 2- aqueles que combinam tecnologia tradicional com moderna gerando um impacto mediano na natureza; e Tipo 3- agricultores que utilizam tecnologias mais próximas a tradição camponesa e com menor impacto ambiental em suas atividades, portanto com menor fragilidade ambiental (ROSS, 1994).

Tipo 01	Tipo 02	Tipo 03
Tecnologias modernas de alto impacto ambiental - Alta fragilidade	Uso tecnologias combinando o tradicional e o moderno - Média fragilidade	Uso de tecnologias de baixo impacto ambiental - Baixa fragilidade

QUADRO 4 - TIPOLOGIA DO PADRÃO TECNOLÓGICO

FONTE: O AUTOR (2008).

Na comunidade de Mergulhão 54,6% dos agricultores apresentaram um nível tecnológico alto, ou seja, apresentaram uma fragilidade alta, pois praticam uma agricultura de alto impacto ambiental, com a presença de máquinas e insumos industrializados, enquanto que apenas 9 % dos agricultores enquadra-se no tipo 3 com baixa fragilidade.

Na comunidade de Postinho a situação inverte-se, pois 47% das famílias foram enquadradas no Tipo 3, ou seja, praticaram uma agricultura de subsistência de baixo impacto ambiental, contando ainda com 47% das famílias enquadradas no tipo 2, e 6% das famílias estavam enquadradas como Tipo 1, praticando uma agricultura com maior impacto ambiental, apresentando uma maior fragilidade.

Já na comunidade de Santo Amaro 65% dos agricultores praticam uma agricultura com alto nível tecnológico, caracterizando alto impacto ambiental, sendo classificados como Tipo 1, de alta fragilidade, e somente 5% das famílias praticam uma agricultura com nível tecnológico baixo, enquadrando-se no Tipo 3, com baixa fragilidade. Intermediariamente, 30 % das famílias se enquadram como Tipo 2, praticando uma agricultura com um padrão tecnológico de médio impacto ambiental.

As famílias que se enquadram no Tipo 1, com alta fragilidade, tenham maior dificuldade de manter ou ampliar a fertilidade do sistema de forma sustentável devido ao modelo de agricultura que empregam em suas UPVFs, pois esses agricultores são mais dependentes de insumos externos e de mercado, o que torna a sua atividade frágil também economicamente, devido aos altos custos de produção. Em algumas áreas, os métodos de cultivo preconizados pelo padrão tecnológico usado já comprometeram a resiliência do ecossistema, como por exemplo, áreas onde ocorreu erosão do solo.

4.2.6 Utilização da área nos estabelecimentos

A utilização da área demonstrou como o agricultor utiliza e organiza os seus sistemas de produção. A forma e a intensidade da produção dependem de vários fatores, tais como: quantidade de área, declividade, tipo de solo, tipos de sistemas de produção, aspectos culturais, condição econômica entre outros. Os dados deste item foram adaptados pelo autor de Dias (2006) e enquadrados em 05 tipologias, conforme a TABELA 4.

TABELA 4 - TIPOLOGIA E UTILIZAÇÃO DA ÁREA NAS PROPRIEDADES (%)

Comunidade	Tipo 1 lavoura temporária	Tipo 2 lavoura permanente	Tipo 3 horta e pomar	Tipo 4 mata plantada	Tipo 5 mata natural
Santo Amaro Um	27,00 %	97,50 %	80,00 %	47,50 %	77,50 %
Postinho	97,30 %	7,00 %	56,00 %	62,50 %	75,00 %
Mergulhão	90,90 %	40,90 %	54,50 %	40,90 %	68,20 %

FONTE: O AUTOR (2008).

NOTA: ADAPTADO DE DIAS (2006)

Na comunidade de Santo Amaro 25% dos agricultores tinham pastagens plantadas, 47,5% tinham pastagens naturais e 10% faziam pousio. Em Postinho 53,1% dos agricultores tinham pastagens naturais, 7% faziam pousio e 7%

mantinham mata plantada. Na comunidade de Mergulhão 4,5% dos agricultores tinham pastagens plantadas, 63,6% tinham pastagens naturais e 4,5 faziam pousio.

A forma de utilização relacionada com a área e com intensidade de uso é determinante para desgastar, manter ou ampliar a fertilidade do sistema. Assim, a produção de feno, silagem e forrageiras para ceifa foram preconizadas como as atividades que mais a desgastam (KHATOUNIAN, 2001). Quando analisamos uma UPVF esse desgaste deve ser relacionado com a escala percentual de área utilizada e com a intensidade de uso numa escala de tempo, relativizando o desgaste da fertilidade do sistema.

4.2.7 Sistemas de integração

Os sistemas de integração são caracterizados pela relação entre empresas agroindustriais dominantes de mercado de produtos agrícolas e agricultores, onde cada parte desempenha um papel na cadeia produtiva. O produtor rural, considerado como um segmento desta cadeia, é contratado ou tido como parceiro da empresa para fornecer a matéria prima. Na integração empresa-produtor rural a empresa fornece os insumos necessários, assistência técnica e garantia de compra.

Para o agricultor essa integração apresenta como vantagem a disposição dos insumos e assistência técnica sem a necessidade de imediato desembolso de recursos e mercado garantido para a produção. Porém, a empresa controla os preços pagos e exige o cumprimento de contratos de produção.

Nas comunidades pesquisadas existem sistemas de integração de fumo e frango. Os dados demonstraram que 25,6% dos produtores de Santo Amaro, 38,7% dos produtores de Postinho e 4,8% em Mergulhão, são integrados a agroindústrias.

As de integrações tanto de aves como de fumo, que são os casos principais nas comunidades estudadas, são sistemas que exigem o uso de tecnologias preestabelecidas a serem adotadas pelos agricultores. Esses métodos de produção preconizam, principalmente, o uso de insumos, como fertilizantes químicos e agrotóxicos. Os agricultores integrados às agroindústrias não têm nenhuma autonomia sobre a tecnologia a ser usada e nem sobre os insumos.

Para a fertilidade do sistema, o fato de um agricultor estar integrado a uma agroindústria é determinante ao método de manejo da fertilidade, pois a lógica de exploração do agroecossistema determinada pela empresa integradora, na maioria das vezes, é condicionada pela racionalidade econômica e não pelos processos naturais dos ecossistemas. Isso pode levar a uma exploração demasiada dos recursos naturais ou ainda, ao uso excessivo de fertilizantes.

No caso dos produtores integrados de aves de corte, há uma produção abundante de resíduos orgânicos (cama de aviário), cuja disponibilidade pode levar ao seu uso excessivo como fertilizante o que não é adequado à manutenção e ampliação da fertilidade do sistema, como é o caso de um produtor da comunidade de Santo Amaro, que possui um aviário em regime de integração.

4.3 DIMENSÃO FÍSICO-AMBIENTAL

Na dimensão Físico-ambiental buscou-se compreender as características do ambiente físico e biótico onde estão situadas as comunidades em estudo, sem considerar diretamente os usos. As variáveis adotadas e a forma de sua mensuração foram às seguintes:

4.3.1 Variação da biodiversidade animal

Biodiversidade significa a variabilidade de formas de vida existentes na biosfera. Os ecossistemas são formados por uma intrincada teia de relações entre diversas espécies da fauna e da flora presentes nos mesmos. As comunidades em análise encontram-se no bioma Mata Atlântica (conforme classificação do IBGE), mais especificamente em regiões predominantes de Florestas Ombrófila Mista, ou Floresta com Araucárias. Este bioma é considerado como um dos mais biodiversos do planeta e também um dos mais ameaçados.

Esta variável procurou identificar a variação da quantidade de espécies da fauna nativa presentes nas comunidades, podendo ser utilizado para indicar

melhoria ou degradação das qualidades ambientais locais. Para tanto foi utilizado método de “registro por entrevista” no qual foram considerados os testemunhos dos agricultores acerca do aumento ou diminuição do número de espécies da fauna nativa.

O indicador foi elaborado pela média simples do resultado obtido a partir de três questões diferentes: aumentou, manteve ou diminui da quantidade de pássaros; aumentou, manteve ou diminui a diversidade de animais silvestres nos últimos 20 anos nas respectivas comunidades.

Os parâmetros adotados consideraram o agrupamento em três classes, que representam o percentual de Agricultores que, segundo sua percepção, observou essas características na biodiversidade.

O resultado obtido em Santo Amaro mostrou que 18,33% dos agricultores entendem que a biodiversidade de fauna diminuiu na comunidade, enquanto 27,5% achamram que a biodiversidade manteve-se inalterada e 51,6% entenderam que aumentou.

Em Postinho, para 34% dos agricultores a biodiversidade de fauna diminuiu, enquanto 34,4% entendem que se manteve mesma e apenas 21,8 acham que aumentou.

Já em Mergulhão, apenas 14% acham que a biodiversidade de fauna aumentou na comunidade, enquanto 28,8% crêem que se manteve inalterada e 57,7% declaram que esta aumentou nos últimos 20 anos.

A partir dessa análise algumas considerações podem ser feitas no sentido da avaliação da fauna. Quando numa fauna de um ecossistema existem espécies que estão no topo da cadeia alimentar¹⁶ e em um bom número de espécimes, pode-se considerar como um bom indicador do estado do ecossistema como um todo, pois nos níveis tróficos abaixo existe uma complexa cadeia alimentar que sustenta esse predador (ODUM, 1988).

Um aumento na diversidade animal pode ser considerado como um indicador de ampliação da fertilidade do sistema, pois a mesma é definida como a capacidade de um ecossistema gerar vida de forma sustentável. Além disso, a presença de diversidade tanto de fauna como de flora pode ser considerado como sinônimo de equilíbrio dinâmico necessário para agroecossistemas sustentáveis.

¹⁶ Os predadores são as principais espécies do topo da cadeia alimentar.

4.3.2 Classes de solo

As Classes de Solo tem implicações diretas sobre a agricultura em vários aspectos, tais como produtividade, adequação para as determinadas espécies de cultivo, fragilidades de acordo com manejo, podendo indicar um elemento favorável ou mesmo limitante ao desenvolvimento, de acordo com suas características. A variável classe de solo identifica quais classes de solo existem e predominam em cada comunidade, apresentando o percentual de área que cada solo ocupa. Para estabelecer as características desses solos, adotou-se como referência o Sistema Brasileiro de Classificação de solos da EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa de Solos (SANTOS, 2006).

Em Santo Amaro 39,33% da área da comunidade é formada por CAMBISSOLOS, 24,15% por ARGISSOLOS, 12,66% por GLEISSOLOS e 23,85% por LATOSSOLOS.

Em Postinho 17,7% das áreas são formadas por CAMBISSOLOS, 31,88% por GLEISSOLOS e 50,45% por LATOSSOLOS.

Por fim, em Mergulhão 3,5% das áreas são formadas por CAMBISSOLOS, 50,56% por GLEISSOLOS e 45,98% por LATOSSOLOS.

A presença desta variável neste trabalho foi utilizada em função de informar o leitor as classes de solos presentes nas comunidades sem a intenção de analisá-las detalhadamente.

4.4 DIMENSÃO SÓCIO-AMBIENTAL

Na dimensão Sócio-ambiental buscou-se analisar algumas interações entre os usos sócio-econômicos e o meio físico considerando a questão ambiental de cada uma das comunidades em estudo, visando compreender as relações e conflitos socioambientais presentes.

Dentre as diversas variáveis analisadas pela Turma VII, conforme texto coletivo de Hora *et al.* (2008), foram adotadas para este trabalho as técnicas de uso e conservação do solo e o uso de recursos hídricos, por serem mais significantes à fertilidade do sistema, conforme análise abordado no texto a seguir.

4.4.1 Técnicas de uso e conservação do solo

As técnicas de uso e conservação do solo para agricultura familiar podem ser consideradas como um conjunto de ações que somadas determinam maior ou menor impacto positivo ou negativo da agricultura sobre os agroecossistemas e principalmente sobre o solo. As ações, quando somadas, tem efeito complementar de potencialidade em relação à qualidade ambiental, à conservação do solo e a fertilidade do sistema.

Buscou-se indicar qual o nível de conflito está presente, quando consideradas as técnicas de uso e conservação do solo. Como parâmetro de análise foi adotado o número de tecnologias utilizadas pelos agricultores. Adotou-se esse parâmetro, em função de que essas técnicas de uso e conservação do solo foram encontradas na realidade dos agricultores e a escala de valores reflete as condições reais de conflito ambiental, segundo análise do autor. Os resultados obtidos estão apresentados na TABELA 5 de classificação dos graus de conflito.

TABELA 5 - CLASSIFICAÇÃO DOS GRAUS DE CONFLITOS SEGUNDO TÉCNICAS DE USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO (%)

Comunidade	Tipo 01 Altíssimo: 02 técnicas	Tipo 02 Alto: 3 a 4 técnicas	Tipo 03 Médio: 5 a 6 técnicas	Tipo 04 Baixo: 7 a 8 técnicas	Tipo 05 Nulo: mais de 8
Santo Amaro	5%	57%	30%	7,5%	0
Postinho	15,63%	53,1%	25%	5,25%	0
Mergulhão	36,36%	36%	22,73%	4,55%	0

FONTE: O AUTOR (2008)

Esta variável socioambiental é muito importante no estudo das comunidades, pois tem uma relação direta com a manutenção da fertilidade do solo que é um dos componentes da fertilidade do sistema.

A TABELA 5 demonstra que a maioria das famílias das comunidades estudadas se encaixaram num alto e altíssimo grau de conflito, pois elas utilizaram poucas técnicas de conservação de solo e, conseqüentemente apresentaram alto grau de erosão e perda de fertilidade pela perda de solo.

O domínio e o uso de mais métodos de conservação de solo poderiam diminuir o grau de conflito existente. Isso poderia ser alcançado através de investimento em formação para essas famílias.

4.4.2 Uso dos recursos hídricos

O uso dos recursos hídricos pode promover impactos negativos nos agroecossistemas. A irrigação pode diminuir a disponibilidade de água, principalmente nos períodos de veranico ou de deficiência hídrica, onde a pressão sobre esse recurso natural é maior.

O abastecimento de pulverizadores diretamente no leito dos riachos e sangas tem alto potencial poluidor das águas, com conseqüências diretas sobre a fauna e flora do ambiente aquático. A limpeza de máquinas e equipamentos tem igualmente um alto potencial poluidor, pois contamina as águas com adubos solúveis de síntese química, lubrificantes e agrotóxicos.

O uso da água para dessedentação dos animais domésticos, especialmente o gado bovino, pode ter conseqüências impactantes negativas ao ambiente, pois o acesso dos mesmos ao corpo hídrico de forma livre pode provocar a eliminação das matas ciliares ou a diminuição da diversidade da flora ciliar, além de promover a compactação e selamento da camada superficial do solo, com conseqüente diminuição da capacidade de absorção e retenção de água no corpo do mesmo.

Sistemas de criação de animais confinados em regime de integração com a grande agroindústria (p. ex.: suínos e aves) são grandes demandadores de água, numa escala muito maior que normalmente a agricultura familiar tradicional demanda.

A variável, “Uso dos recursos hídricos”, foi elaborada a partir dos dados disponíveis no questionário de campo, calculada e apresentada de acordo com o

percentual de agricultores que se enquadra em cada parâmetro estabelecido, pois isso reflete a realidade de campo das comunidades estudadas.

O parâmetro de análise foi estabelecido pelo número de finalidades que os recursos hídricos são utilizados, conforme a TABELA 6, que demonstra percentualmente a quantidade de famílias, por comunidade, que se enquadra em cada tipo e grau de conflito.

TABELA 6 - QUANTIDADE DE FAMÍLIAS EM CONFLITO NO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS.

Comunidade	Tipo 1 altíssimo: uso para 4 ou mais finalidades	Tipo 2 Alto: uso para 3 finalidades	Tipo 3 Médio: uso para 3 finalidades	Tipo 4 Baixo: uso para uma finalidade	Tipo 5 Muito Baixo
Santo Amaro	7,5 %	40 %	25%	20%	7,5%
Mergulhão	18%	23%	9%	41%	9%
Postinho	3 %	10%	12%	50%	25%

FONTE: O AUTOR (2008).

Em Santo Amaro 47,5 % dos agricultores se enquadraram num alto e altíssimo grau de conflito no uso de recursos hídricos, em Mergulhão 41 % dos agricultores se enquadraram dessa forma e em Postinho apenas 13 % dos agricultores apresentaram essas características.

A água disponível em quantidade e qualidade foi considerada como o principal elemento gerador de vida de um ecossistema, conseqüentemente, no principal elemento da fertilidade do sistema. Nas comunidades estudadas, algumas formas de uso que geraram conflitos podem ser minimizadas com informação aos agricultores e com a construção de estruturas comunitárias de uso, como por exemplo, de abastecedores para pulverizadores. Outras ações também podem ser importantes para manter os recursos hídricos das comunidades, como proteção física de fontes, adequação ambiental nas áreas de preservação permanentes, reflorestamento com plantas nativas, tratamento adequado de dejetos humanos e animais, bem como o isolamento das áreas de proteção permanentes dos animais domésticos.

O somatório de ações que visam diminuir a pressão e o impacto negativo sobre os mesmos podem contribuir para manter e ampliar a fertilidade do sistema

5 CARACTERIZAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE MANEJO À FERTILIDADE DO SISTEMA

5.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DE CAMPO

A biomassa vegetal que um agroecossistema produz é consequência do sistema de manejo que os agricultores empregam nos cultivos, nas áreas de resteva, de descanso e das condições naturais onde o mesmo está inserido. Diversas técnicas e tecnologias podem ser utilizadas para controlar a produção de biomassa vegetal. Algumas delas podem acelerar o processo de decomposição da biomassa, como por exemplo, a aração, a gradagem e a incorporação dos restos culturais ao solo. Outras inibem a produção de biomassa, como o uso de herbicidas, capinas freqüentes e uso do fogo. Outras ainda podem estimular a produção de biomassa, as quais pode-se citar o uso de adubação verde, pastoreio racional, aplicação de fertilizantes e sistemas agroflorestais.

Com a intenção de compreender as dinâmicas ocorridas nas UPVFs das comunidades estudadas foram formuladas perguntas referentes ao manejo das propriedades e em relação a concepção de fertilidade e manejo da biomassa, conforme ANEXO 3.

A análise e discussão dos dados serão apresentadas a seguir.

5.1.1 Caracterização dos sistemas de produção dos agricultores familiares estudados

Para efeito de estudos, as 16 famílias que foram objeto da investigação individual foram agrupadas em 10 sistemas de produção que ilustram a agricultura das comunidades. Esses sistemas foram agrupados por semelhança segundo a espécie cultivada, método de preparo de solo, método de controle de plantas espontâneas, uso de NPK, teor de argila no solo, saturação de bases, uso de calcário, teor de carbono e classe de solo, conforme sistematizado no QUADRO 5.

Também foram considerados a importância econômica e o emprego de mão-de-obra da família na atividade.

Agricultor	Comunidade	Sistema de produção ¹⁷	Preparo do solo ¹⁸	Controle de plantas espontâneas ¹⁹	NPK (Kg.ha ano ⁻¹)	Argila (g/Kg)	V (%)	Calcário (Kg.ha ano ⁻¹)	C% (g/dm ³)	Classe de solo
95	Postinho	1: F/M	Tipo 1	mec./quím	122	350	60	830	16,6	Latossolo
66	Postinho	1: F/M	Tipo 1	mec./quím	111	350	69	1250	14,8	Latossolo
50	Postinho	1: F/M	Tipo 1	mec./quím	115	350	49	300	13,6	Latossolo
63(1)	Postinho	2: M/FJ/H/A	Tipo 1	mecânico	33	300	64	830	25,1	Cambissolo
63(2)	Postinho	3: M/FJ/H/A	Tipo 1	mecânico	33	350	36	00	27,5	Cambissolo
41	Postinho	4: M	Tipo 1	mecânico	66	350	50	1000	17,2	Latossolo
61	Postinho	4: M	Tipo 1	mec./quím	100	350	36	1000	27,5	Latossolo
5	Santo Amaro	5: M/AV	Tipo 1	mec./quím	211	400	75	555	14,8	Argissolo
87	Mergulhão	6: L/H	Tipo 1	mec./quím	833	475	78	1000	16,6	Latossolo
86	Mergulhão	7: H	Tipo 1	mecânico	733	425	59	1000	20,8	Gleissolo
78	Mergulhão	7: H	Tipo 1	mec./quím	672	400	86	1250	14,8	Gleissolo
93	Santo Amaro	8:H/M	Tipo 1	mec./quím	288	300	58	300	14,2	Cambissolo
22	Santo Amaro	8:H/M	Tipo 1	mec./quím	306	400	46	0,0	13,6	Cambissolo
94	Santo Amaro	8:H/M	Tipo 1	mec./quím	390	300	64	300	11,8	Cambissolo
16	Santo Amaro	9:H/M	Tipo 1	mec./quím	225	400	60	200	13,6	Argissolo
19	Santo Amaro	9:H/M	Tipo 1	mec./quím	212	325	71	250	18,4	Argissolo
27	Santo Amaro	10:H	Tipo 1	mec./quím	255	350	46	0,0	12,4	Cambissolo

QUADRO 5- CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES ESTUDADOS

FONTE: O AUTOR (2008)

¹⁷ Refere-se à atividade de maior importância econômica e de utilização de mão de obra familiar, em ordem decrescente, sendo que um mesmo produtor pode ter um ou mais sistemas de produção concomitantemente. F= fumo; M= milho; CF= consumo familiar; H= hortaliças e; L=leite; A=animais; FJ= feijão AV= aviário.

¹⁸ Refere-se ao tipo de preparo do solo: Tipo 1- Sistema de plantio convencional, caracterizado por revolvimento intensivo do solo através de aração e gradagem ou; enxada rotativa e encanteiramento ou; aração tração animal, gradagem e sulcamento. Tipo 2- Sistema de plantio direto, caracterizado por aplicação de herbicida dessecante das plantas de cobertura do solo para posterior plantio direto sobre a palha. Tipo 3- cultivo mínimo.

¹⁹ Controle mecânico refere-se a capina manual, capina tração animal ou ambas. Controle químico refere-se à aplicação de herbicida pós-emergente na fase inicial das plantas espontâneas.

5.1.2 Uso de NPK

Os adubos de síntese química são formulados contendo principalmente Nitrogênio, Fósforo e Potássio, que são três macronutrientes²⁰ requeridos em maior quantidade pelas plantas. Embora existam no mercado adubos com outros macronutrientes e micronutrientes, a maioria dos adubos de síntese química é feita com base nesses três elementos.

Para identificar as quantidades usadas pelos agricultores pesquisados, formulou-se uma questão específica para mensurar o adubo químico adquirido anualmente, a fórmula química e a área onde efetivamente foi empregado, bem como a quantidade de cama de aviário e esterco curtido de gado. Os resultados foram descritos no texto a seguir.

O NPK de síntese química é adquirido localmente em agropecuárias ou lojas e é utilizado na maioria dos casos, sem recomendação técnica ou com base na análise do solo.

As camas de aves²¹ são oriundas de aviários próprios ou próximos dessas famílias, cuja aquisição pelos agricultores acontece depois que quatro a seis lotes são criados sobre ela.

O processo de obtenção de uma cama rica em nutrientes acontece após colocar uma camada de pó de serra ou serragem bem fina e peneirada sobre o piso do aviário para receber os pintainhos para terminação. Cada lote fica entre 33 a 42 dias para ser terminado e levado ao abate. A cada quatro a seis lotes, dependendo das condições gerais da cama, como umidade, formação de placas, liberação de amônia²², o substrato é substituído por um novo. A cama de aviário antiga, quando adquirida pelos agricultores, é colocada em montes para fermentar. Após um

²⁰ São considerados macronutrientes, os elementos N, P, K, Ca, S e Mg por serem requeridos em maior quantidades pelas plantas.

²¹ É considerado cama de ave, o esterco de vários lotes de aves de engorda criadas em regime de confinamento, misturada a um substrato inerte, que normalmente é pó de serra, ou maravalha de serraria.

²² Quando a cama libera muita amônia, pode-se sentir um odor característico que favorece o aparecimento de doenças respiratórias e irritação nas vias respiratórias e nos olhos no lote de frangos, aumentando mortalidade e diminuindo a conversão alimentar.

período de fermentação de 30 a 60 dias está pronta para ser usada como fertilizante.

Na comunidade de Santo Amaro todos os agricultores entrevistados (6 famílias) usam cama de aviário, sendo que as quantidades usadas variam de 1000 a 4550 kg.ha.ano⁻¹, o que demonstra que a forma de reposição de nutrientes ao solo é feita com essa prática de manejo da fertilidade.

Considerando as comunidades de Santo Amaro e Mergulhão, a estratégia de uso de cama de aviário está articulada ao plantio das culturas de hortaliças e milho. Nas hortaliças, além de usar a cama de aviário, os agricultores também utilizam uréia como fonte de nitrogênio e adubo formulado tipo NPK.

Para essas duas comunidades fica evidente que a cama de aviário é usada como fonte de nutrientes, especialmente o N. Os agricultores entrevistados afirmam que há uma diferença marcante no crescimento e desenvolvimento geral das culturas onde é aplicada a cama curtida. Isso se confirma na entrevista dos agricultores n° 87 e 94, respectivamente a seguir:

[...] ah, aqui sem a cama não daria para produzir o milho silagem, ia produzir muito pouco e nem as verduras...

Na minha lavoura é necessário a cama de aviário. É um adubo importante que eu uso e ajuda muito na produção... Sem ela não dava a metade, a terça parte [...]

Quando perguntados sobre o uso de uréia, além do uso abundante da cama de aviário em suas culturas, os agricultores entrevistados responderam que sem uréia não podem produzir satisfatoriamente as hortaliças e o milho. Quando perguntados se já fizeram o teste de usar somente a cama de aviário sem fazer uso da uréia em cobertura, todos disseram que não, o que demonstra que é possível que os mesmos estejam usando N em excesso.

Na comunidade de Mergulhão, os agricultores pesquisados apresentaram uma situação bem distinta. Um agricultor é produtor especializado de leite e usa em torno de 45 % de sua área de plantio com milho para silagem, 45% da área total com pastagem permanente em pastoreio contínuo e 10% da área ocupada com hortaliças de alto valor de mercado.

Nesse caso, a hortaliça chama-se raiz amarga (*Wasabia japonica*) que produz em média 1 Kg por pé e é vendida por R\$ 3,00/Kg. Essa espécie pode ser cultivada com uma densidade de 41.666 plantas por hectare e requer um cuidado especial de controle de plantas espontâneas, pragas, doenças e fertilizantes. A

possibilidade de mercado a um bom preço, aliado às informações qualificadas que o agricultor possui, foi determinante na opção da cultura e do cultivo, bem como no uso de fertilizantes.

No caso da comunidade de Postinho, as famílias que mais usaram NPK foram aquelas integradas à agroindústria de fumo (3 famílias), conforme QUADRO 5. Essas famílias afirmaram não ter autonomia em relação ao uso de insumos, sendo que as quantidades e fórmulas são pré-estabelecidas pela empresa fumageira. Além disso, elas têm uma dívida com a associação dos fumicultores que financiou a construção do galpão, sendo que a mesma só pode ser paga em produto fumo e não em moeda corrente.

A cada ano ficam devendo mais para a fumageira, pois não dominam o processo de classificação do fumo. Segundo relato de um agricultor havia uma promessa, por ocasião da assinatura do contrato de integração, que o fumo valeria R\$ 5,00/Kg, mas na hora da colheita, por mais qualidade que tenha o produto e por mais criteriosa que tenha sido a classificação do mesmo, dificilmente atinge um preço maior que R\$ 2,00/Kg.

Ainda em relação aos insumos utilizados por esses agricultores, todo ano é assinado um contrato de plantio que os obriga a utilizar adubos de síntese química na base e na cobertura de plantio.

Nesse processo estabelece-se um regime de servidão onde os agricultores são explorados até o limite de exaustão do trabalho, dos recursos naturais e da capacidade de reprodução social, o que levou Almeida (2005) a investigar a violação dos direitos humanos, econômicos, sociais, culturais e ambientais na cadeia produtiva do tabaco.

As outras famílias de Postinho (4 famílias) usam quantidades moderadas de fertilizantes (menos de 100 Kg.ha⁻¹), sendo que não adquirem cama de aviário por encontrá-la distante da comunidade, o que acarretaria em alto custo de transporte. Os agricultores que estão iniciando na atividade de horticultura intensiva articulados ao mercado regional fazem uso de esterco curtido de gado²³ e de NPK de síntese química em pequenas quantidades.

Analisando as três comunidades foi possível afirmar que as condições socioeconômicas das famílias são determinantes ao uso de NPK, especialmente o

²³ Considera-se gado, os eqüinos, ovinos, caprinos e bovinos para fins de análise, pois seu esterco, depois de curtidos, tem propriedades e composição semelhantes.

sistema de integração à agroindústria e a necessidade de produtividade, regularidade e escala de produção para o mercado da CEASA. A falta de informações qualificadas, de conhecimento técnico, de assistência técnica e acompanhamento a produção é um fato constatado em todas as famílias, inclusive naquelas integradas a agroindústria. Esse fato foi observado em diálogos com os agricultores, embora não houvesse uma pergunta específica sobre esse tema no questionário individual.

5.1.3 Uso de corretivos de acidez

O uso de corretivos de acidez do solo, como os carbonatos presentes nos calcários, tem sido largamente empregado no Brasil com eficiente resultando na elevação do pH e na disponibilidade de nutrientes para as principais culturas de interesse econômico do país, sendo que o produto final da reação do carbonato de cálcio no solo é Ca^{+2} , H_2O e CO_2 e o íon H^+ é consumido e transformado em água, aumentando assim o pH do ambiente (MOTTA; LIMA, 2006).

O Al^{+3} , cuja presença em quantidade elevada ao solo pode ser tóxico às plantas, também é afetado com o aumento do pH do ambiente, pois o mesmo hidrolisa formando hidróxidos de baixa solubilidade que não são tóxicos às plantas.

A calagem tem como principais objetivos, eliminar o Al^{+3} tóxico que interfere no crescimento dos pelos das raízes, os quais são os principais responsáveis pelo abundante contato das mesmas com o solo, absorvendo nutrientes e água

Alguns nutrientes do solo aumentam a sua disponibilidade com o aumento do pH como no caso de Ca e Mg. Porém, nem todos os nutrientes aumentam com a calagem, como o caso do Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, e B, (MOTTA; LIMA, 2006).

O pH do solo tem influência direta sobre os microorganismos, sendo que com a elevação do mesmo, tem-se um aumento na disponibilidade de N e S muito em função do aumento da atividade microbiana. Assim, a presença de algumas pragas e doenças também pode ser influenciada pelo pH do solo. Cada cultura tem um pH de conforto ou um ótimo para o seu desenvolvimento, da mesma forma que os microorganismos. Para leguminosas, o aumento do pH melhora a fixação biológica de N pelas bactérias do gênero *Rhizobium*.

Outro fenômeno importante é notado pelo aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo com a elevação do pH, pois a geração de cargas da superfície do solo é influenciada pela elevação do mesmo e esse aumento da CTC diminui as perdas por lixiviação de Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} .

Para o estado do Paraná usa-se o método de saturação de bases ou V(%) para análise e recomendação de corretivos da acidez do solo, sendo que o mesmo representa o percentual de cargas da CTC (a pH 7,0) ocupadas por bases, contrapondo a percentagem ocupada pelo H^{+} e Al^{+3} , assim um V de 30 % significa que 30 % das cargas negativas das superfícies dos minerais e matéria orgânica do solo estão ocupadas pelas bases ($\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+}$) e o restante, 70 %, pelo ($\text{H}^{+} + \text{Al}^{+3}$). Este Método baseia-se no princípio que existe uma relação direta entre V (%) de um solo e pH, para solos com mineralogia semelhante e tem como referência o V(%) a ser atingido, ao invés do pH que se deseja atingir (MOTTA; LIMA, 2006).

Verificou-se que o uso de calcário nas três comunidades estudadas foi adotado com poucos critérios técnicos. A maioria dos agricultores nunca fez análise de solo para verificar a necessidade de corretivos e fertilizantes, com exceção de duas famílias que nunca o usaram, todas as outras utilizam corretivos de acidez em quantidades que variam de 200 a 1.250 Kg.ha.ano^{-1} , mesmo aqueles agricultores que têm solos com saturação de bases (V %) em torno de 70 %, onde há uma boa disponibilidade de nutrientes no solo e não há problemas de AL^{+3} tóxico.

A saturação de bases dos solos dessas três comunidades varia de 36% a 78%, sendo que as saturações menores foram detectadas em áreas que nunca receberam calcário como corretivo e as maiores em áreas que recebem calagem sistematicamente.

O intervalo entre uma calagem e outra, varia de 2 em 2 anos ou de 4 em 4 anos, ou mais, mas não é seguido nenhum critério técnico para exercer esse intervalo, como por exemplo, análise de solo. Os agricultores que aplicam calcários dizem que o fazem quando a terra está ficando “fraca”, ou “quando a planta já não está produzindo bem”. As aplicações se dão a lanço manual ou mecanicamente com incorporação pela aração. Não há nas comunidades a prática de uso de calcário em linha de plantio e nem divisão da dose para aplicação em duas vezes.

Para os agricultores que já tem uma boa saturação de bases no seu solo (próxima a 70 %), a quantidade de calcário de 200 a 300 kg.ha.ano^{-1} mostrou-se maior que a necessária para atingir esse valor ou completamente desnecessária e

em alguns casos onde a saturação por bases do solo é maior que 70. Para alguns agricultores que tem uma baixa saturação de bases, a quantidade usada foi inferior à necessária para elevá-la a esse valor. A maioria dos agricultores adota a prática de calagem por influência de vizinhos que já o fizeram e dizem obter bons resultados. Os agricultores afirmaram desconhecerem programas públicos de incentivo ao uso de calcário e análise de solo.

O ANEXO 5 mostra o laudo de análise de solo-rotina e a necessidade de calcário de cada propriedade para atingir uma saturação de bases de 70 %. Usou-se uma saturação de bases de 70 % por ser intermediária, enquadrando-se numa faixa onde a maioria das culturas consegue desenvolver-se satisfatoriamente, pois 70% das cargas negativas da superfície dos minerais e da matéria orgânica do solo estão ocupadas pelas bases ($\text{Ca}^{+2} + \text{MG}^{+2} + \text{K}^{+}$) e somente 30% por H^{+} e Al^{+3} .

As condições socioeconômicas como o acesso a informações, políticas públicas, assistência técnica, distância das comunidades até a cidade, tem sido determinante ao uso de corretivos de acidez para essas famílias. A maioria dos agricultores não tem informações sobre a ação do calcário no solo e afirmaram que é um tipo de “adubo”.

5.1.4 Manejo do gado

Nas comunidades estudadas, foi considerado gado, toda a criação animal ruminante ou não que vive na propriedade familiar para ser usada como alimento através da carne ou do leite, ou tração como é o caso dos eqüinos, conforme fotos 1 e 2 da FIGURA 6 (Prancha de fotos 3), ocupando significativa área da propriedade.

Para entender a contribuição da criação do manejo do gado a fertilidade do sistema algumas considerações sobre o mesmo foram abordadas no texto a seguir.

O gado bovino, eqüino, ovino e caprino têm comportamento grupal onde alguns indivíduos exercem dominância sobre os demais. Os animais dominantes fazem buscas na área pastejada para identificar os locais de melhor disponibilidade de forragem. O efeito da dominância de alguns indivíduos de um rebanho sobre os outros é um dos fatores que faz com que o gado ande em fila, seguindo os animais dominantes formando carreiros ou estradas que com o tempo ficam desvegetadas

formando sulcos de erosão e possíveis voçorocas. As áreas com altas inclinações, normalmente usadas para pastoreio, também estão mais sujeitas à erosão com o manejo do gado em pastoreio contínuo (VOISIN, 1973; VOISIN, 1979; MACHADO, 2004).

O manejo do gado numa propriedade pode gerar um impacto negativo aos ecossistemas naturais e aos agroecossistemas. Um exemplo disso é o uso de partes de áreas de preservação permanente (APP) para dessedentação do gado que pode eliminar a vegetação de sub-bosque e diminuir a infiltração da água da chuva por selamento da camada superficial do solo, em função do pisoteio.

A eliminação da vegetação de sub-bosque ocorre pelo pisoteio e pelo consumo na alimentação dos animais. O fato de manter o gado nessas áreas promove também, com o passar do tempo, a eliminação total da vegetação arbórea já que, mesmo com um banco de sementes ativo de árvores, as mesmas não se restabelecem devido à presença constante do gado. Com o passar do tempo, as árvores também vão morrendo, a ponto de serem eliminadas da paisagem.

O pastoreio faz uma seleção de plantas em detrimento de uma diversidade de flora e isso tem consequência também sobre a fauna local que pode ser alterada.

Outro fator importante de impacto negativo de manejo de gado é o desmatamento total das áreas destinadas às pastagens. Nas comunidades estudadas, muitas áreas que hoje são pastagens já foram áreas destinadas ao cultivo de grãos e que, logo após o seu esgotamento foram destinadas as produções de forragem. Essas áreas não mantiveram nenhuma árvore no sistema e hoje são inadequadas para pastagens, pelo esgotamento do solo a que foram levadas e pela falta de sombra para promover bem estar animal. Áreas com bosques têm uma diferença de temperatura entre 10 e 15 °C em relação às sem bosques, em ambientes tropicais e subtropicais.

Outro fator importante é que a presença de árvores esparsas aumenta a rugosidade do sistema funcionando também como quebra-vento. Estima-se que um quebra-vento proteja entre 10 e 20 vezes a altura das árvores presentes. A presença de árvores no sistema melhora o conforto térmico dos animais e serve como abrigo à fauna silvestre, tornando o ambiente mais próspero para geração de vida, favorecendo a fertilidade do sistema.

Áreas sombreadas esparsamente podem ter maior produtividade de forragem, pois nos momentos de temperaturas muito elevadas as plantas forrageiras

fecham os estômatos para não perderem água, deixando de fazer fotossíntese durante um período do dia e diminuindo assim a sua produção de carboidratos, ou seja, de matéria seca.

Os pastos de verão apesar de serem perenes, têm baixo ou nulo crescimento no inverno, portanto produzindo mais biomassa no verão. Quando bem manejados podem apresentar uma alta capacidade de produção de forragem no período quente, com médias superiores a 10 ton MS.ha.ano (PUPO, 1979).

Dentre as famílias entrevistadas nas três comunidades 18,75% não tem gado e 56, 25% tem pouco gado (menos de 5 animais), deixando-os num piquete e tratando-os nos períodos de déficit natural de forragem.

Das propriedades analisadas com gado, todas apresentaram um manejo convencional²⁴, não só no que diz respeito ao controle de endoparasitas, ectoparasitas e doenças, mas também ao manejo das pastagens e do suprimento de forragens em períodos de déficit alimentar.

Somente um agricultor na comunidade de Mergulhão tem produção animal intensiva de gado de leite com uso de silagem de milho, de rações e concentrados, sal mineral intensivo e pastagem melhorada. Esse agricultor maneja o gado em 8 piquetes de pastagem melhorada consorciada com trevo branco e vermelho..

A totalidade dos agricultores entrevistados maneja as áreas de pastagem utilizando a técnica de pastoreio contínuo²⁵. Essa técnica de manejo tem grande potencial de impactos negativos aos ecossistemas, pois o fato do gado pastar livremente em áreas não divididas em piquetes permite que ele “passeie” selecionando forragem, formando caminhos desvegetados e compactando a área pelo pisoteio, conforme foto 2 e 3 da FIGURA 6 (Prancha de fotos 3).

Nas comunidades estudadas pode-se ressaltar que há diversas leguminosas de verão nativas da região que por falta de manejo adequado não expressam seu potencial produtivo como forrageiras com maior produção de biomassa, como é o caso de várias espécies de pega-pegas (*Desmodium spp*) que nas regiões tropicais e subtropicais podem chegar a mais de 300 espécies. Esses pega-pegas, segundo

²⁴ O manejo convencional é utilizado aqui para definir as técnicas de criação que utilizam agrotóxicos, rações com antibióticos e promotores de crescimento, antibióticos, confinamento, adubos de síntese química nas pastagens e controle químico de endo e ectoparasitas.

²⁵ Considera-se pastoreio contínuo quando o gado permanece no piquete por mais de 3 dias, período em que pode consumir a rebrota dos pastos, não permitindo que os mesmos armazenem reservas em suas raízes.

Monegat (1991) têm capacidade de fixar entre 215 a 406 Kg.ha.ano-1 de N através de uma interação positiva de simbiose com bactérias do gênero Rhizobium. Essas espécies de leguminosas podem ser responsáveis pelo enriquecimento das pastagens, pois normalmente apresentam proteína bruta em torno de 20% de sua matéria seca, proporcionando boas produções de carne e leite.



Foto 1 - Arado de aiveca com tração animal (Santo Amaro Um).

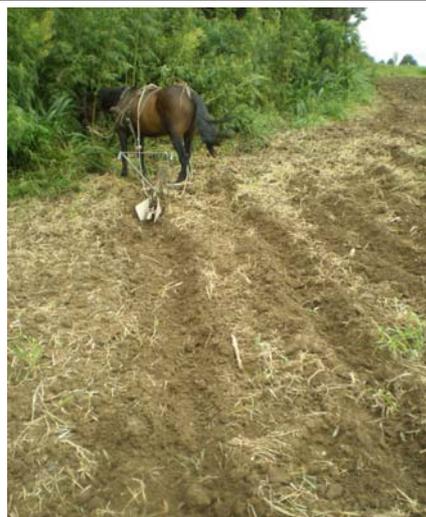


Foto 2 - Sulcamento do solo para plantio com tração animal (Santo Amaro Um)



Foto 3 - Caminho sem vegetação sujeito a erosão em função do pisoteio do gado



Foto 4 - Caminho e reserva legal sem vegetação pela passagem do gado leiteiro (Colônia Mergulhão)

FIGURA 6: PRANCHA DE FOTOS 3 - USO DO GADO PARA TRAÇÃO ANIMAL E CAMINHOS DESVEGETADOS

FONTE: O AUTOR (2008)

As pastagens de verão das comunidades estudadas constituem-se de gramíneas de crescimento estolonífero, principalmente espécies como capim quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hosct), grama missioneira ou jesuíta (*Axonopus compressus*), grama forquilha (*Paspalum notatum* Flügge), Hermarthria (*Hermarthria altissima*) e estrela africana ou grama africana (*Cynodum dactylon* (L), Pers.) Schultz (1985).

A maioria dos agricultores das comunidades estudadas produz pouca pastagem de inverno, porém existe uma exceção constituída pelo produtor especializado de leite, que cultiva azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e aveia preta (*Avena strigosa* Shreb) nesse período. Nas outras famílias os animais são mantidos com restos de culturas, milho em espiga e pequenas áreas de aveia e azevém.

O consumo dos restos culturais pelos animais, quando mal manejado, pode diminuir a fertilidade do sistema e facilitar a erosão do solo em cultivos posteriores pela diminuição da biomassa na superfície do mesmo.

O manejo de pastagens em sistema de pastoreio contínuo não permite as plantas forrageiras ter um período de descanso adequado, esgotando as reservas que seriam armazenadas nas raízes para uma rebrota vigorosa.

A capacidade de um sistema gerar vida está associada à presença de água, de temperatura adequada, de nutrientes e de luz, mas a água e a temperatura são os fatores que condicionam um ecossistema para o desenvolvimento da vida. É difícil interferir positivamente no regime hídrico, mas é possível manter a água nos ecossistemas por maior tempo, através da diminuição o efeito das correntes de ar com quebra ventos, com técnicas de conservação de solo e pela manutenção da matéria orgânica. O manejo inadequado do gado pode interferir em todos esses fatores acima citados. Nesse sentido é pertinente que se interfira no manejo do gado para melhorar a fertilidade do sistema nas comunidades estudadas através do método do Pastoreio Racional Voisin.

5.1.5 Rotação de culturas

A rotação de culturas é um método de manejo de agroecossistemas adotado há séculos na produção agrícola que consiste numa prática de cultivar diferentes

espécies em sucessões repetidas em seqüência numa mesma área. As rotações de culturas podem influenciar a produção agrícola, pois influenciam a fertilidade do sistema, as propriedades físicas e biológicas do solo, a erosão, a presença de nematóides, insetos, ácaros, a vegetação espontânea, minhocas e fitotoxinas (ALTIERI, 2002).

Os princípios gerais para se empregar a rotação de culturas são promover a manutenção da fertilidade do solo e uma melhor e mais eficiente exploração agrícola; sempre incluir leguminosas e espécies com sistema radicular diferentes; evitar plantios de espécies agrícolas suscetíveis às mesmas pragas e doenças; alternar culturas suscetíveis às invasoras com culturas supressoras; alternar adubação verde e cobertura de solo no inverno na perspectiva de aumentar o teor de matéria orgânica do solo.

Em climas tropicais, quentes e úmidos, é importante usar rotação de culturas com plantas fibrosas para fornecer maior quantidade de matéria orgânica ao solo com alta relação carbono/nitrogênio, o que proporciona que essa biomassa seja decomposta num espaço de tempo maior do que, comparativamente, a biomassa de baixa relação carbono/nitrogênio. Essa biomassa tem uma função mais de proteção do solo, do que fornecimento de nutrientes (KHATHOUNIAN, 2001).

Os principais objetivos da rotação de cultura são a melhoria da fertilidade do solo, o equilíbrio geral dos sistemas para controle de doenças e pragas através da incorporação de diversidade. Há inúmeros exemplos de pesquisas que demonstram uma maior produtividade do milho quando em rotação com leguminosas e em muitos casos, produtividades maiores mesmo quando comparadas com adubação nitrogenada de base e de cobertura (ALTIERI, 2002).

Nas comunidades estudadas, conforme a Questão 3 do ANEXO 6, grande parte dos agricultores faz rotação de culturas com poucas espécies de plantas sendo que alguns deles realizam uma sucessão de culturas dentro da mesma família botânica ou, como por exemplo, hortaliças rotacionadas com hortaliças que produzem pouca biomassa. A rotação com milho/feijão/hortaliças/aveia foi a mais praticada nas comunidades, aparecendo em 37,5% dos agricultores entrevistados.

Na área de plantio de milho destinado à silagem do agricultor da comunidade de Mergulhão, a rotação é feita com gramíneas de inverno (aveia e o azevém), porém esse tipo de rotação não é recomendado por serem ambas as culturas da família das gramíneas e também por que há pastoreio dessa biomassa.

A rotação de culturas planejada executada com fundamentos ecológicos é uma prática desconhecida pelos agricultores das comunidades estudadas. Pode-se afirmar que apenas um agricultor realiza uma rotação de culturas com maior base ecológica. Para muitos agricultores essa prática desejável de agricultura sustentável não é feita em função de condições socioeconômicas desfavoráveis, pouco terra, falta de planejamento, desconhecimento de princípios ecológicos e da fisiologia das plantas, do ciclo das culturas e das épocas de plantio.

5.1.6 Consórcio de culturas ou policultivos

O consorciamento de plantas de culturas é uma prática de plantio que combina uma ou mais culturas de interesse em policultivos. A humanidade desenvolveu muitos tipos de policultivos com base em conhecimentos da ecologia dos agroecossistemas locais, especialmente em países em desenvolvimento, para atender as necessidades humanas (LIEBMAN, 2002).

Os policultivos mais usados no Brasil combinam plantas anuais que podem ser plantadas simultaneamente ou em épocas diferentes como, por exemplo, milho e feijão plantados simultaneamente, milho e mucuna, plantados em épocas diferentes. Também podem combinar culturas perenes com anuais, como laranja e feijão, laranja e milho, café e feijão, erva mate e pastagens de inverno, entre outras. Nesse tipo de sistema de produção há ganhos ecológicos e de produtividade líquida total por unidade de área.

A produtividade depende das interações que ocorrem nos sistemas, pois no exemplo de gramíneas consorciadas com leguminosas (milho e feijão), há interação positiva que beneficia as duas culturas. As bactérias do gênero *Rhizobium* se associam à leguminosa e fixam nitrogênio do ar, enquanto que a leguminosa dá à bactéria carboidratos para que ela se desenvolva.

As bactérias do gênero *Rhizobium* desenvolvem-se em colônias que estão constantemente liberando nitrogênio também para o solo, através da decomposição da biomassa delas e da leguminosa e isso melhora as condições nutricionais do milho, proporcionando a gramínea uma melhor condição de vida. Há também

liberação de exsudatos das raízes do milho que favorecem o desenvolvimento da leguminosa.

O consórcio aproveita extratos de luz de camadas diferentes, otimiza o aproveitamento do espaço físico, faz uma cobertura mais rápida e eficiente do solo, diminuindo erosão, o impacto das gotas da chuva, a insolação direta e aumenta a diversidade ecológica do agroecossistema.

Os policultivos são importantes para a produção de alimentos e constituintes da paisagem agrícola de muitas partes do mundo onde, em continentes como a África representa 80% da área cultivada. Na América latina mais de 40% da área de mandioca, 60% da área de milho e 80% da área de feijão são produzidos através do método de policultivo ou cultivos consorciados.

A utilização do método de policultivos aumenta a eficiência do uso da terra e é um método significativamente importante para agricultores familiares que têm limitação de área e passivos ambientais como uso de áreas de preservação permanente para fins agrícolas. Um hectare de sorgo e Guandu consorciado apresentou, segundo Liebam (2002), um Uso Equivalente de Terra (UET) de 1,62 ha na Índia, isso quer dizer que precisaria de 62% mais terra cultivada em monocultura para produzir a mesma quantidade de sorgo e guandu, UET de 1,26 para amendoim com milheto; 1,38 para milho e feijão; 1,53 para milheto e sorgo; 1,67 para milho e guandu; 1,85 para cevada e fava; 2,08 para milho inhame e batata-doce e 2,51 para mandioca, milho e amendoim.

Quando são usados animais integrados a produção vegetal, podem-se considerar os sistemas agrossilvopastoris, que integram a produção animal a vegetal com ganhos a ambos. Os sistemas silvipastoris integram a produção vegetal com componentes lenhosos, como árvores, arbustos; com componentes herbáceos, como gramíneas e leguminosas e; com animais herbívoros, promovendo interações positivas nos agroecossistemas com benefícios mútuos a todos os seres vivos que ali habitam. Esses dois sistemas de produção podem ser considerados como policultivos, mas com um componente a mais, o animal que se beneficia da maior diversidade ecológica para alimentação, sombra e conforto térmico possibilitando uma maior qualidade de vida (CARVALHO; XAVIER, 2005).

Os consócios de culturas ou policultivos constituem-se em práticas agrícolas inversas à monocultura que além de eliminar a diversidade ecológica dos agroecossistemas, também contribui para eliminação da diversidade cultural e dos

conhecimentos tradicionais. Isso se reflete no número de espécies que os agricultores conhecem e cultivam. O não cultivo de determinada espécie faz com que os agricultores esqueçam as suas características, suas relações ecológicas, o seu uso e manejo.

O não cultivo de determinadas espécies promove a erosão genética caracterizada pela perda de sementes e de material de reprodução e isso se reflete na qualidade da alimentação das famílias e das populações urbanas das comunidades e dos municípios, podendo ser notada nos hábitos alimentares de toda a população de um país.

Muitas espécies que eram cultivadas foram preteridas em função de culturas de mercado que, em muitos casos, tem sido a força motriz do não cultivo em diversidade e do incentivo à monocultura.

A simplificação dos sistemas de produção, dos métodos de cultivo e de fertilização, também influenciam no modo de vida e de pensar dos agricultores familiares diminuindo a capacidade dos mesmos em resolver situações mais complexas. A mecanização foi outro fator decisivo para o abandono de práticas de manejo de policultivos, pois a mesma é mais eficientemente aplicada em monoculturas.

Nas comunidades estudadas, conforme Questão 4 do ANEXO 6, 4 agricultores realizam consórcio de milho com feijão, em pelo menos uma parte da área cultivada; um agricultor fez milho com soja; dois agricultores fizeram consórcio de cebola e milho; um agricultor faz consórcio de inhame e soja; um agricultor faz consórcio de diversas pastagens em coquetel²⁶; um agricultor faz pastagem nativa consorciada com trevo; um agricultor faz com milho e abóbora; um agricultor faz consórcio de milho e mandioca e um faz de milho com feijão de porco. A FIGURA 7 (Prancha de fotos 4) mostra alguns dos consórcios realizados nas comunidades.

Porém, dos treze relatos de consórcio, sete são de apenas um agricultor. Das famílias entrevistadas, três citaram que o consórcio é bom para a produção de alimentos para o consumo doméstico, mas não o fazem por que não conhecem mais as combinações possíveis e por estarem muito envolvidas na produção para agroindústria e hortaliças em grande escala.

²⁶ Pastagem em coquetel é um método de semear diversas plantas forrageiras concomitantemente para o pastoreio direto.

Nas comunidades estudadas, alguns policultivos são possíveis de ser observados em pequenas hortas destinadas ao consumo familiar, onde se encontram diversas hortaliças como chuchu em cercas de tela, couve manteiga, temperos verdes e plantas medicinais, conforme fotos 3 e 4 da FIGURA 7 (Prancha de fotos 4) porém, é uma prática limitada ao consumo doméstico.



Foto 1 - Abóbora consorciada com milho estágio inicial (Postinho)



Foto 2 - Abóbora consorciada com milho estágio final (Postinho)



Foto 3 - Policultivo de hortaliças para consumo doméstico (Santo Amaro Um)



Foto 4 - Policultivo em horta para consumo doméstico (Santo Amaro um)



Foto 5 - Consórcio de feijão de porco com melancia na presença de plantas espontâneas (Postinho)



Foto 6 - Consócio de feijão de corda e milho na presença de plantas espontâneas (Postinho)

FIGURA 7: PRANCHA DE FOTOS 4- SISTEMAS DE CONSORCIAMENTO E POLICULTIVOS

FONTE: O AUTOR (2008).

5.1.7 Diversidade de espécies cultivadas na propriedade

A diversidade de espécies cultivadas refere-se à quantidade de plantas que os agricultores dominam e efetivamente usam em suas propriedades para fins comerciais, de alimentação humana ou animal.

Da mesma forma que o consórcio de plantas, a diversidade tem influência significativa sobre a fertilidade do sistema, pois a mesma depende do uso de uma grande quantidade de espécies vegetais para produzir biomassa de forma abundante e variada. A diversidade de espécies cultivadas permite ao agricultor desenvolver consórcios e rotações importante para o agroecossistema, melhorando as características do solo, a alimentação humana e animal.

Para identificar o número de espécies cultivadas pelas famílias pesquisadas foi feita uma pergunta específica para esse fim, conforme Questão 5 do ANEXO 6. Dentre as famílias pesquisadas, 50% delas cultiva até 3 espécies; 18,75% cultiva entre 4 a 7 espécies; 6,25 cultivam entre 8 e 10 espécies e 25 % cultivam mais de 10 espécies.

Nas propriedades onde foi aplicado o questionário individual, 4 famílias apresentaram um número elevado de espécies cultivadas, porém, 3 delas apresentaram espécies de hortaliças, relacionados a comercialização do CEASA, ou seja, um grupo de plantas de horta que pertencem a poucas famílias botânicas de folhosas.

Isso pode estar ligada a questões culturais de consumo alimentar, mas também pode ser reflexo de uma integração cada vez maior ao mercado. Os produtores de fumo alegam envolvimento com mão-de-obra o ano todo, sobrando pouco tempo para produção para o consumo doméstico e os produtores de hortaliças, caso típico de Santo Amaro alegam que a produção é destinada ao mercado da CEASA e também ocupa muita mão-de-obra.

Da mesma forma que há poucos policultivos, há pouca diversidade de espécies cultivadas nas comunidades estudadas, apontando para uma tendência de especialização da produção, fato que pode prejudicar a manutenção e ampliação da fertilidade do sistema.

5.1.8 Método de preparo do solo

O método de preparo do solo influencia a fertilidade do sistema, pois, o revolvimento do mesmo pode acelerar a decomposição matéria orgânica a partir da incorporação da biomassa vegetal ao solo.

O revolvimento sistemático do solo pode transformar um ambiente produtivo e de grande geração de vida, num ambiente com baixa diversidade biológica. Para Fukuoka (1995) o ato de arar a terra “arruina o solo” e até hoje, não se encontrou uma explicação plausível que justifique o revolvimento do mesmo. A lógica de que arando o solo se afofa a terra e melhora a penetração do ar é uma falácia. Esse é um efeito momentâneo que acontece de fato, acelerando a decomposição da matéria orgânica por oxidação. Os cultivos aparentemente são beneficiados pela aração do solo, num efeito efêmero que desertifica o ambiente. Arações seguidas, ano após ano, cultivo após cultivo tem efeito contrário e promovem a compactação e a destruição das estruturas agregadas do solo.

As tramas radiculares existentes que promovem a formação de macro agregados por ação física e aumentam as forças de coesão entre as partículas são destruídas pelo revolvimento do solo. A presença de sistemas radiculares densos estimula o desenvolvimento de hifas de fungos e Micorrizas que podem ter efeito direto no micro agregação do solo (VEZZANI, 2001).

Este tipo de informação, quando associado a outros conhecimentos de ecologia de sistemas é muito importante para a proposição de métodos de manejo de fertilidade, pois demonstram que o revolvimento do solo, mesmo com grande adição de carbono, é prejudicial à formação de estruturas complexas de agregados e insustentável a médio e longo prazo. As fotos da FIGURA 8 (Prancha de fotos 5) mostram métodos de preparo e plantios em solo revolvido.

Para identificar os métodos de preparo do solo nas comunidades estudadas, foi organizada uma tipologia de sistemas de plantio onde o Tipo 1- é o sistema de plantio convencional (SPC), caracterizado por revolvimento intensivo do solo através de aração e gradagem ou; enxada rotativa e encanteiramento ou; aração tração animal, gradagem e sulcamento, o Tipo 2- é o sistema de plantio direto (SPD), caracterizado por aplicação de herbicida dessecante das plantas de cobertura do

solo para posterior plantio sobre a palha e o Tipo 3, é caracterizado pelo cultivo mínimo (SCM) onde os agricultores fazem um pequeno sulco no solo para posterior plantio.

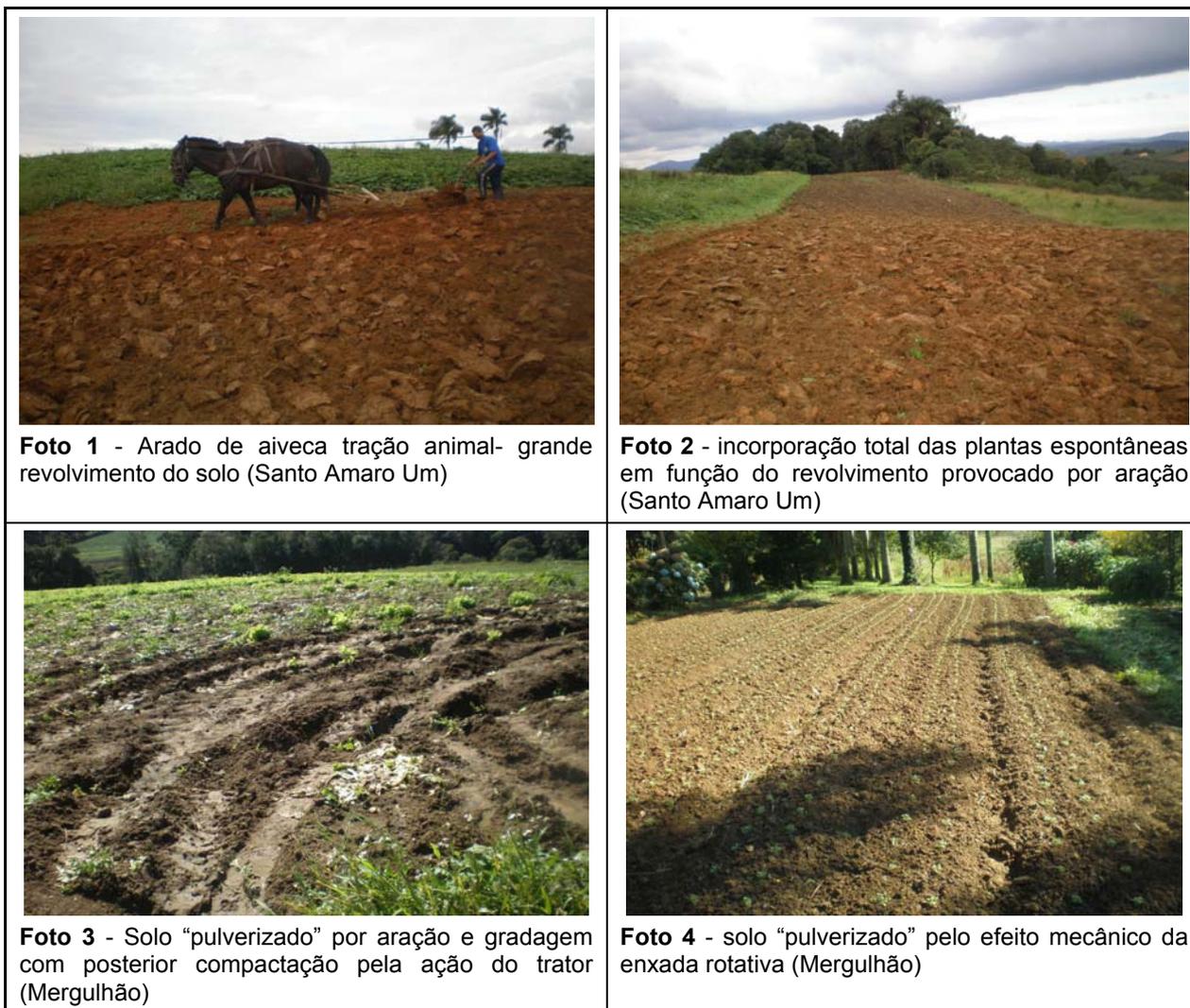


FIGURA 8: PRANCHA DE FOTOS 5- MÉTODOS DE PREPARO E PLANTIOS EM SOLOS REVOLVIDOS

FONTE: O AUTOR (2008).

Nas comunidades estudadas, conforme Questão 6 do ANEXO 6, todas as famílias utilizam métodos de preparo de solo com revolvimento, caracterizado como sistema de plantio convencional (SPC). Esse tipo de preparo é feito com equipamentos antigos como arado de disco com tração mecânica e arado de aiveca com tração animal, grade de disco tração com animal e mecânica, e grade de dente com tração animal. Em alguns casos (6 famílias) também há utilização de subsolador e capinadeira.

Todos esses equipamentos promovem o revolvimento e a desagregação das estruturas complexas do solo. Além disso, os agricultores têm poucas informações sobre como usar esses equipamentos dependendo da umidade do solo. É comum encontrar agricultores fazendo subsolagem após períodos chuvosos, onde o solo não apresenta um bom estado de friabilidade.

O revolvimento intensivo é um dos responsáveis por grande parte da erosão e das perdas de fertilidade relacionadas ao solo nessas comunidades. Para a fertilidade do sistema, métodos de cultivo que não revolvam o solo contribuem para a sua manutenção e ampliação.

5.1.9 A compreensão de fertilidade dos agricultores familiares

Os agricultores familiares entrevistados responderam uma questão elaborada que abordava qual a sua compreensão de fertilidade. Os agricultores responderam relacionando fertilidade à produção e produtividade e ao universo da produção agrícola, conforme Questão 7 do ANEXO 6.

Eles afirmam que: “fertilidade é quando as plantas dão bem; quando a terra produz”; “quando a terra é gorda”; “quando a terra produz a planta que eu planto”; “quando a terra é boa, limpa, boa para trabalhar, que entra máquina [...]”; “quando a terra é mais úmida e produz mais”.

Esses agricultores compreendem fertilidade a partir da relação com a capacidade produtiva da terra, do lugar aonde eles plantam e cultivam, e sua concepção de fertilidade está muito ligada à produção de alimentos. As respostas à questão elaborada mostraram que a concepção de fertilidade dos agricultores ainda não está ligada ao mundo da vida e a capacidade que um ecossistema tem de gerar vida. Essa nova concepção de fertilidade precisa ainda ser construída.

Dentre os mesmos agricultores aparecem alguns (18,75% dos entrevistados) que, além de relacionar a fertilidade à capacidade produtiva, ampliam o conceito relacionando fertilidade com saber cuidar do espaço de produção, uma condição de zelo com o solo, com as plantas e com os animais. Essa condição de zelo também é estendida às relações familiares, da coletividade e de qualidade de vida no meio rural. A importância da organização e da comunidade também aparecem como

relações importantes no horizonte de vida dessas famílias, revelando um princípio de fertilidade do sistema.

Esse princípio de fertilidade sistêmica também aparece nos detalhes do manejo que três famílias empregam nas práticas de produção. Palavras como “terra gorda” tem um significado de terra produtiva, onde o que se cultiva produz, mas também aparece a matéria orgânica como componente importante e um bom indicador de qualidade do solo. A “terra frouxa”, “terra solta”, “terra fofa” aparecem como expressões próprias que indicam qualidade física do solo, onde há presença de ar, água e vida.

O conhecimento ecológico local dos agricultores é evidente quando expressam que as “terras têm manchas boas e manchas ruins”, “pedaços de terra boa e pedaços de terras médias”. Normalmente isso é expresso para justificar o manejo que é dado para cada local específico. A fertilidade é algo construído, a partir do manejo que é empregado para cada local. A fertilidade, para estes agricultores, está relacionada às práticas de calagem e adubação, ao uso de esterco, de preparo do solo, à sua preservação e a presença de matéria orgânica. Alguns agricultores relacionam fertilidade à presença de água no solo. Outros relacionam a presença de plantas espontâneas, dizendo que “se essa terra não fosse boa, não tinha tanto inço”.

5.1.10 Estado da fertilidade das UPVFs

Para identificar o estado da fertilidade das propriedades estudadas, foi elaborada uma pergunta aos agricultores de como eles qualificariam a fertilidade em suas áreas de cultivo, conforme sua concepção, podendo qualificar a resposta em mais de uma categoria (Questão 8 do ANEXO 6). Dentre os agricultores entrevistados, 56,75% deles afirmaram que a fertilidade aumentou por que aumentou a produtividade das áreas cultivadas e 50% deles afirmaram que a fertilidade melhorou por que mantém a produtividade das áreas cultivadas. Apenas 12,5% dos agricultores entrevistados afirmam que a produtividade piorou por que a produtividade tem diminuído nos últimos anos.

Essa questão reafirma a concepção de fertilidade ligada à produção a produtividade das culturas. Os agricultores que afirmaram que a produtividade piorou, são os mesmos que apresentam erosão de solo em áreas de cultivo.

5.1.11 Manejo das plantas espontâneas

As plantas espontâneas e indicadoras são plantas que emergem nas áreas cultivadas, simultaneamente à cultura implantada e necessitam de manejo ou controle de seu desenvolvimento de modo a permitir que a cultura implantada se desenvolva satisfatoriamente.

A agricultura convencional que emprega a monocultura como método de produção agrícola, considera essas plantas como invasoras, plantas daninhas ou pragas e como tal, concebe um método que preconiza a erradicação total pela morte ou pela eliminação dos mecanismos de reprodução desses seres vivos.

O fazer “agricultura moderna” mantém a sucessão das comunidades de plantas em seu estágio inicial, onde as principais espécies dessas comunidades são classificadas como invasoras, porém, apenas um número de 250 espécies no mundo tem potencial suficiente para serem classificadas como tal. Outras ainda podem ser classificadas como oportunistas, pois são plantas nativas favorecidas pelas perturbações da ação antrópica nos ecossistemas (ALTIERI, 2002).

Não é objetivo deste trabalho discutir as características de crescimento e as adaptações que permitem a essas plantas sobreviver em condições de máxima perturbação do solo, mas é importante dizer que na perspectiva agricultura de base ecológica, as plantas espontâneas são indicadoras da sucessão vegetal, das condições do solo e das condições gerais dos ecossistemas.

A agricultura convencional relaciona a presença de plantas espontâneas a perdas de produtividade das culturas. Há poucos trabalhos de pesquisa sobre o controle não químico de plantas espontâneas, com métodos diversos. A indústria de agrotóxicos apregoa que um controle “pouco eficiente” das mesmas provocaria grandes prejuízos para a agricultura. Porém, a competição e o nível de prejuízo destas plantas com a cultura dependem de vários fatores como o período de crescimento destas em relação à emergência da cultura; as espécies e variedades

cultivadas; a espécie e fisiologia da vegetação espontânea; a classe e a umidade do solo (ALTIERI, 2002).

Em muitos casos a presença da vegetação espontânea não pode ser relacionada a prejuízos e é possível uma convivência com a cultura sem maiores danos econômicos e de produtividade, pois o grau de competição entre ambos é afetado pelo arranjo espacial das plantas, pela densidade e época de plantio da cultura, pela seqüência, mistura ou consórcio de culturas, pelas plantas de cobertura e pela cobertura morta (ALTIERI, 2002).

Existem casos, onde a presença de uma vegetação espontânea pode aumentar a produtividade da cultura desejada no momento ou para as próximas safras.

Nas comunidades estudadas, as famílias utilizam práticas intercaladas de controle mecânico (capina manual ou tração animal ou mecanizada) e controle químico através do uso de herbicidas pós-emergentes aplicados em fase inicial das plantas espontâneas, conforme controle mostrado na FIGURA 9 (Prancha de fotos 6).

Contudo, o eficiente controle de plantas espontâneas nas comunidades estudadas é feito especialmente na fase inicial das culturas. Nessa fase, os agricultores familiares tomam cuidado especial e realizam um trabalho intenso para, de alguma forma, eliminar e ou atrapalhar o desenvolvimento das plantas espontâneas.

Assim, a capina manual é mais utilizada nas áreas menores que geralmente são cultivadas com hortaliças. Já nas áreas ocupadas pelo milho, é comum o uso de capina tração animal. Há uma tendência generalizada, segundo relatos dos agricultores, de abandono da capina manual em função da penosidade do trabalho. Todos os métodos de capina usados nessas comunidades são revolvedores de solo, fato que contribui para diminuir a boa estrutura e a matéria orgânica do horizonte superficial, facilitando os processos erosivos.

Em relação ao uso de herbicidas para o controle dessas plantas, é possível afirmar que sua eficiência é influenciada por vários fatores, como por exemplo, a temperatura, a presença de ventos fortes, a umidade relativa do ar, a umidade do solo, o teor de argila do solo e as chuvas entre outros.

Existem também fatores fisiológicos de resistência das plantas espontâneas aos herbicidas, como a presença de serosidades nas folhas, presença de pêlos,

mecanismos enzimáticos de desdobramentos de moléculas tóxicas, velocidade do metabolismo interno, reações diversas de resistência.

Aliado a isso há também o problema dos equipamentos de aplicação que são ineficientes ou em mau estado de manutenção. A vazão e o desgaste dos bicos aspersores, uso de bicos aspersores inadequados, a altura de aplicação, a irregularidade do terreno que promove solavancos, o difícil controle da pressão de aplicação, o turbilhonamento ou não das gotas e o tamanho da gota são decisivos na eficiência dos herbicidas.

Não é objetivo deste trabalho aprofundar detalhadamente os mecanismos e ação dos herbicidas e de resistência das plantas espontâneas, mas afirmar que mesmo o mais informado e competente agricultor teria muita dificuldade de obter eficiência alta no controle das plantas espontâneas em determinadas situações, em função da dificuldade de controle dos fatores climáticos, de solo e fisiológicos das plantas. Em suma, a obtenção de eficiência dos herbicidas só é possível com um alto grau de informações, perícia na aplicação e condições climáticas apropriadas, o que, a campo, é quase impossível de ser alcançado.



Foto 1 - Capinadeira tração animal e seu efeito na erradicação das plantas espontâneas e no revolvimento do solo (Mergulhão).



Foto 2 - Efeito de aração e gradagem no controle de plantas espontâneas (Santo Amaro).



Foto 3 - Efeito da capina manual em área com brócolis (Santo Amaro Um).



Foto 4 - Efeito do controle químico das plantas espontâneas na cultura (Santo Amaro).



Foto 5 - Controle de plantas espontâneas com o uso de arado (Postinho).



Foto 6 - Convívio com plantas espontâneas nas culturas de feijão e amendoim, tendo milho ao fundo (Postinho).

FIGURA 9: PRANCHA DE FOTOS 6- CONTROLE DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS

FONTE: O AUTOR (2009)

Em função de todos esses fatores anteriormente abordados, os agricultores estudados utilizam diversas estratégias de controle das plantas espontâneas. Essas estratégias são empregadas de forma isoladas ou concomitantes, as quais é possível citar o uso do fogo controlado em pequenas áreas, como em canteiros de semeadura de cebola; revolvimento do solo; capina mecânica manual; capina tração animal e mecanizada; capina química; e eliminação manual ou controle das estruturas de reprodução através da coleta de ponteiros antes das plantas liberarem as sementes viáveis.

Os agricultores também desenvolveram um senso crítico e de conhecimento ecológico das espécies cultivadas e das plantas espontâneas, sabendo com precisão as épocas de emergência, pleno desenvolvimento, florescimento e produção de sementes. Esse conhecimento facilita as decisões sobre as melhores épocas de controle, incluindo contratação de mão-de-obra externa à propriedade para realizar essa atividade.

Eles também observam as condições climáticas favoráveis, especialmente no verão, o crescimento das plantas espontâneas é muito rápido. Nas épocas chuvosas e quentes da primavera e do verão, há um crescimento “exponencial” das plantas espontâneas. A temperatura do solo também é considerada pela sua influência na emergência do banco de sementes do solo e os cultivos são escalonados de acordo com essas informações, que embora sejam empíricas, são consideradas pelos agricultores.

Outra forma de controle, embora menos utilizada nas comunidades estudadas, é o uso das plantas espontâneas para a alimentação dos animais, especialmente os equinos de tração e o gado de leite. A utilização dos animais ocorre na fase final de maturação das plantas espontâneas, onde a cultura da área já foi colhida, o que facilita a eliminação das sementes das mesmas.

A maior preocupação desses agricultores é realizar um controle possível na fase inicial das culturas, onde a competição é mais sentida, podendo acarretar maiores prejuízos. A observação durante vários anos e a experiência adquirida demonstrou a essas famílias que é possível uma convivência entre as plantas indicadoras e as culturas na fase final do ciclo de produção das mesmas e essa prática de manejo têm uma influência decisiva na manutenção da fertilidade do sistema.

A sistematização das respostas da Questão 9 do ANEXO 6, demonstraram que 62,5% dos agricultores deixam as plantas espontâneas crescerem e incorporam ao solo com aração ou gradagem. Há também uma quantidade de 56,25% dos agricultores que dessecam as plantas espontâneas com herbicidas em pré-plantio para posterior aração e 31,25% deles aplicam herbicida pré-emergente, não permitindo que as sementes germinem. A quantia de 62,5% dos agricultores aplica herbicida pós-emergente na fase inicial das plantas espontâneas. Mesmo assim, 87,5% dos agricultores utilizam algum tipo de controle mecânico dessa vegetação.

A relação das plantas espontâneas com a fertilidade do sistema reside no fato de que as mesmas podem contribuir significativamente com a produção de biomassa vegetal ao ecossistema, aumentando a fertilidade do mesmo, mas isso depende da convivência delas com a espécie cultivada e com os agricultores a ponto de não causar danos econômicos.

5.1.12 Importância da biomassa para a fertilidade da propriedade

A importância da biomassa para a fertilidade do sistema já foi discutida no primeiro capítulo deste trabalho, portanto, neste item, trataremos no texto a seguir das respostas dadas pelos agricultores. Porém, é importante informar que para elaborar uma questão sobre a importância da biomassa para a fertilidade, foi feita uma explicação aos agricultores sobre o significado da palavra biomassa, anteriormente à entrevista, para unificar conceitos.

A Questão 10 do ANEXO 6, mostra que nas comunidades estudadas 43,75% dos agricultores consideram a biomassa muito importante para a fertilidade de sua propriedade e 31,25% dos agricultores consideram de média importância. Porém, existem 25% dos entrevistados que afirmam que a biomassa não tem nenhuma importância para a fertilidade. Esse grupo de agricultores é constituído por aqueles que fazem produção intensiva de hortaliças e de fumo e que dispõem de pouca terra para fazer rotação de culturas, adubação verde, ou mesmo deixar a terra em descanso.

Os agricultores expressam que a biomassa é importante para a fertilidade, pois é segundo eles “o esterco da terra”. O termo “esterco da terra” tem vários

significados para esses agricultores, sendo que alguns deles relacionam a presença de vida no solo, principalmente de minhocas, conforme fotos 1 e 2 da FIGURA 10 (Prancha de fotos 7).

A presença de minhocas é um indicador biológico importante que poderia ser tema gerador de uma discussão sobre fertilidade sistêmica, relacionando-as às propriedades física, química e biológica dos solos e da capacidade que um ecossistema tem de gerar vida.

5.1.13 Práticas utilizadas para produzir, manter ou ampliar a biomassa na propriedade

Foi elaborada uma questão para identificar quais as práticas de manejo que os agricultores familiares desenvolvem para ampliar a quantidade de biomassa produzida no sistema, caso os mesmos a considerem importante para a fertilidade.

Analisando os resultados da Questão 11 do ANEXO 6, pode-se verificar as principais ações que os agricultores familiares das comunidades estudadas desenvolvem para produzir, manter ou ampliar a biomassa nas áreas manejadas.

Das famílias pesquisadas, 62,5% deixam as áreas de cultivo em descanso para que as plantas espontâneas se desenvolvam, conforme fotos 3, 4, 5 e 6 da FIGURA 10 (Prancha de fotos 7). Normalmente isso acontece depois da colheita, em restevas de hortaliças, feijão e milho. Uma parcela de 50% das famílias também controla as plantas espontâneas somente na fase inicial das culturas, pois nessa fase é o momento mais crítico de competição entre as plantas espontâneas e a cultura.

Depois dessa fase inicial, as plantas espontâneas podem se desenvolver junto com a cultura, pois o milho começa limita a entrada de luz dificultando a competição. Quando o milho entra em maturação fisiológica e cessa o crescimento, as plantas espontâneas se sobressaem, mas desse ponto em diante, não há mais necessidade de controle, pois não há mais competição.



FIGURA 10 - PRANCHA DE FOTOS 7- PRESENÇA DE MINHOCAS E ÁREAS DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS

FONTE: O AUTOR (2008).

Concomitantemente a essas práticas, 25% dos agricultores pesquisados fazem algum tipo de adubação verde caracterizada principalmente por culturas de inverno, como, azevém e ervilhaca. Para adubação verde de verão, apareceu um exemplo de uso de feijão de porco consorciado com milho.

Dos agricultores entrevistados, 50% procura deixar o solo sempre coberto com uma cultura, porém isso não é possível no momento de preparo do solo, que ao revolver o mesmo, deixa-o descoberto. 81,25% dos entrevistados afirmam que adquire e usa adubos orgânicos para manter e ampliar a produção de biomassa.

Apenas um agricultor afirmou que queima restos de cultura para preparar canteiros de mudas de cebola. Porém, em áreas muito diminutas, normalmente menores que 100 m² e a queimada da palha do papuã é realizada em função de que, segundo os agricultores, as sementes de cebola germinam melhor.

5.1.14 Áreas de perda de fertilidade na propriedade

As perdas de fertilidade numa propriedade podem ser detectadas em áreas circundantes das instalações, onde há concentração de animais e perdas de dejetos, em áreas perdas de solo por erosão e em locais que não estão produzindo biomassa.

O solo é um organismo vivo que contém grande parte dos elementos responsáveis pela geração da vida de um ecossistema, como a energia oriunda da matéria orgânica, nutrientes, água, gases e um banco de germoplasma contendo sementes de plantas e biota. A erosão é o desgaste da parte superficial do solo pela ação da água e do vento e é um dos processos que promove perda de fertilidade de um sistema com maior intensidade.

O processo erosivo acontece em etapas de desagregação das partículas do solo que posteriormente são transportadas pelo agente erosivo, depositando-se em sedimentos nos fundos de vales, rios e deltas. A primeira fase do processo erosivo é a desagregação e é também o mais importante dos processos, pois sem ela, não haverá processo erosivo. Muitos são os fatores que influenciam a desagregação do solo, porém o impacto das gotas da água da chuva em solos descobertos em

regiões de clima tropical e subtropical é sem dúvida o mais importante agente natural desagregador do solo.

Também a textura e o teor de matéria orgânica do solo são fatores que influenciam a desagregação, pois elas atuam na formação e estabilização dos agregados do solo. Em solos argilosos temos uma maior resistência natural à desagregação que em solo arenosos e solos com maior teor de matéria orgânica apresentam uma maior resistência à desagregação que solos de menor teor de matéria orgânica (FAVARETO; COGO; BERTOL, 2006).

Os processos erosivos acontecem naturalmente nos ecossistemas, mas numa escala de tempo geológico em taxas que equivalem aos processos de formação do solo. A erosão acelerada na escala do tempo é decorrente da ação antrópica, ou seja, induzida pelo ser humano. Nas comunidades estudadas, está presente em todas as propriedades em maior ou menor escala.

Porém, é especialmente acentuada nas famílias que produzem hortaliças de forma intensiva. Nas famílias que produzem grãos e produtos para o consumo doméstico, também existe erosão, especialmente nas cabeceiras das áreas de plantio e beiradas de estradas.

Um fator importante de cunho social é que todas as famílias quando perguntadas se há erosão em sua propriedade, afirmaram que sim, que há algum tipo erosão, mas ainda encontram dificuldades de identificar processos erosivos lentos e graduais como, por exemplo, erosão entre sulcos de cultivo. Para os agricultores entrevistados há uma percepção da erosão em sulcos e em voçorocas, em função do grande volume de solo desagregado e transportado.

Em todas as famílias pesquisadas, o processo erosivo do solo acontece com maior intensidade em locais que os agricultores chamam de cabeceiras de lavoura ou cabeceiras de plantio, que são as áreas de beirada de estradas e ainda em divisas de propriedades, beiradas de reserva legal, de áreas de preservação permanente e arredores de instalações.

A Questão 12 do ANEXO 6 identifica as principais áreas de perda de fertilidade, segundo a visão dos agricultores entrevistados nas 3 comunidades estudadas. A sistematização dessa questão mostra que 100% dos agricultores entrevistados percebem que há áreas de perda de fertilidade por erosão do solo em sua propriedade. Das famílias entrevistadas, 75% delas identificam que há perdas de fertilidade em áreas circundantes as estrebarias, pocilgas e aviários. O Mesmo

percentual de famílias identifica que possuem áreas descobertas que não estão produzindo biomassa.

A desagregação do solo e o carregamento do mesmo pelo agente erosivo são notados já nas primeiras chuvas após o preparo com aração ou gradagem. Esse processo continuado, ano após anos é notado visualmente pelo rebaixamento de faixas de solo que podem variar de 20 a 60 metros de comprimento para dentro das áreas de cultivo. Isso também foi verificado pela diminuição da espessura dos horizontes superficiais ou pela ausência dos mesmos. A FIGURA 11 (Prancha de fotos 8) mostra as diversas formas de erosão existentes nas comunidades.

Nas espécies cultivadas das comunidades estudadas foi possível notar que as plantas apresentam um estado geral de debilidade, caracterizado pela cor amarelada e porte menor. Em alguns casos encontram-se nessas faixas de áreas erodidas, plantas com sintomas típicos de deficiência de fósforo, caracterizado pelo aumento de pigmentos vermelhos e roxos nas folhas do milho, cor amarelada nas folhas mais velhas, e atraso no florescimento e também com deficiência de N caracterizado pelo amarelecimento das folhas mais velhas e baixo crescimento das plantas (MALAVOLTA, 1980).

Outro fator importante na prática de manejo dos agricultores dessas comunidades é o fato de prepararem o solo em desnível. Todas as famílias, sem exceção, praticam uma agricultura com preparo de solo em desnível, variando o grau do mesmo.

As famílias que fizeram plantio de hortaliças utilizando encanteirador tração mecânica, (TA) foram as que empregaram preparo de solo e plantio em maior desnível. As operações foram feitas em desnível, segundo os agricultores, em função de que da facilidade de realizá-las, rapidez, e menor exigência de esforço do trator. A necessidade de canteiros lineares também foi citada como motivadora dos canteiros em desnível.

Essas práticas facilitam a erosão e as perdas de fertilidade.



FIGURA 11: PRANCHA DE FOTOS 8- ÁREAS DE PERDA DE FERTILIDADE

FONTE: O AUTOR (2008)

5.1.15 Limites para manter ou ampliar a fertilidade da propriedade

Para identificar, segundo a visão dos agricultores, quais os principais fatores limitantes a fertilidade do sistema, foi elaborado uma questão com esse intuito. As respostas podem ser vistas analisando a Questão 13 do ANEXO 6.

Para 87,5% dos entrevistados o custo elevado dos fertilizantes é caracterizado como um limite e 37,5% dos agricultores afirmam que existe dificuldade para adquirir esterco curtido configurando-se também como um limite. Para outros 37,5% dos agricultores a distância e custo elevado do frete é um limite, especialmente para aqueles que usam calcário e cama de aves na comunidade de Postinho, pois o custo do transporte desses insumos pode ser maior que o custo do próprio produto. Para 93,75% dos entrevistados a falta de conhecimento sobre a melhor forma de ampliar a fertilidade é um limite. Outros 3,75% dos agricultores identificam a falta de assistência técnica e 68,75% dos agricultores afirmam que a falta de terra é um limite.

A análise dos dados mostra que uma parte dos agricultores concebe fertilidade a partir do solo e dos nutrientes nele contidos, revelando que, segundo eles, a manutenção e ampliação da fertilidade só poderia ser feita com a aquisição de insumos externos à propriedade. Por outro lado, 93,75 % dos agricultores identifica a falta de conhecimento e assistência técnica como limites importantes. Esse grupo é maioria entre os agricultores entrevistados. Existe uma parcela 68,75 % que identifica o tamanho da propriedade como limitante, especialmente aquelas que desejam fazer adubação verde, rotação de culturas, ou mesmo deixar parte de sua área em descanso.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DAS ÁREAS DE ESTUDO

Para fins da investigação da produção de biomassa foram analisadas 8 áreas com produção de milho, 3 com produção de hortaliças e 15 com plantas espontâneas, as quais incluíram as áreas de milho e de hortaliças e mais 4 de resteva. A coleta foi realizada somente uma vez, representando um momento dos sistemas.

6.1 ANÁLISE DA CULTURA DE MILHO

Para estudar a biomassa produzida na área de milho foram coletadas plantas espontâneas e da própria cultura cujos dados e análise foram abordados no texto a seguir.

6.1.1 Biomassa dos grãos de milho

A quantidade de biomassa dos grãos de milho em cada propriedade pode ser vista na Tabela 7. A produtividade do milho em grão nas UPVFs estudadas foi muito variável e fortemente dependente das técnicas de cultivo e das variedades utilizadas.. Dentre as técnicas de cultivo, o método de plantio e a população de plantas por unidade de área foram determinantes.

Nas UPVFs estudadas foram utilizados para o plantio, desde máquinas tração mecânica de alta tecnologia (plantadeira pneumática) até o Sacho²⁷, passando por plantadeiras manuais e de tração animal. Houve também, no caso

²⁷ O Sacho é uma ferramenta rudimentar de plantio, utilizada desde o período neolítico, que consiste numa cavadeira de madeira que é usada para fazer um buraco no solo, onde é depositada a semente.

específico de um agricultor (UPVF 93), o plantio manual de precisão. Esse plantio consiste no preparo do solo com aração tração animal, gradagem de dente²⁸, sulcamento, adubação com cama de aves e/ou adubo de síntese química no fundo do sulco e plantio manual de precisão, onde o agricultor depositou a semente de grão em grão num espaçamento que determina cinco sementes por metro linear.

Esse tipo de plantio tem se mostrado eficiente para obtenção de boas produtividades quando é utilizada semente de boa qualidade, mas tem um inconveniente que é a baixa produtividade da mão-de-obra. Dificilmente um equivalente homem consegue plantar mais de 0,4 ha.dia⁻¹, além de ser um trabalho que exige concentração para manter o espaçamento e a profundidade.

Em relação ao germoplasma utilizado para o plantio, encontrou-se nas UPVFs estudadas, desde o cultivo de milhos crioulos até o de híbridos simples. Os milhos crioulos são plantados com espaçamento maior em função de desuniformidade geral da cultura e do porte alto de plantas, se comparados as sementes híbridas. Esse fato impede a utilização de populações elevadas por unidade de área, pois o adensamento promove naturalmente altura mais elevada, o que facilita tombamento das plantas pela ação da chuva e ou ventos.

A TABELA 7 compara as médias da produtividade de grãos de milho. Para saber a produtividade por área é necessário acrescentar 13% que é o valor de umidade permitido para a comercialização.

TABELA 7 – BIOMASSA MÉDIA DOS GRÃOS DE MILHO NAS PROPRIEDADES AVALIADAS (Kg.MS.ha⁻¹).

UPVF	Amostra	Média	Teste de Homogeneidade
93	3	9332	A
66	3	6042	AB
16	3	5926	AB
63-1	3	5570	AB
63-2	3	4659	B
87	3	4450	B
5	3	4080	B
41	3	2236	C

FONTE: O AUTOR (2009).

²⁸ Grade de dente é uma ferramenta de tração animal, que consiste num triângulo de madeira com pinos de metal, usada para destorroar e nivelar o solo para o plantio.

As propriedades número 93, 66, 16 e 63-1 não diferem estatisticamente entre si. Porém, a propriedade número 93 apresenta uma produtividade bem maior (175,75 sc de 60 kg.ha⁻¹) que a propriedade número 63-1 (104,90 sc de 60 kg.ha⁻¹) que foi a última do ranking dessa faixa. Embora a ferramenta estatística afirme que não há diferença significativa entre elas, dificilmente algum agricultor afirmaria que essa diferença não é significativa em sua UPVF.

Uma diferença considerável entre essas duas propriedades foi o uso de NPK, pois a UPVF 93 utilizou para o cultivo 288 Kg.ha⁻¹ enquanto que a UPVF 63-1, apenas 33 Kg.ha⁻¹. É possível que o custo financeiro e ambiental dessa última UPVF tenha sido menor, embora não tenha sido objeto desta pesquisa.

Essa diferença de produtividade poderia estar também relacionada ao método de plantio e à variedade de semente utilizada, pois o agricultor da UPVF 93 faz plantio manual de precisão, conforme descrito anteriormente, cujo stand e aspecto geral da cultura pode ser visto na foto 1 da FIGURA 12 (Prancha de fotos 9). O agricultor 93 semeou milho híbrido simples com manejo de alta tecnologia, enquanto que o agricultor 63-1 semeou uma cultivar de milho variedade selecionado no galpão.

As variedades de híbridos simples apresentam porte baixo, uniformes e que suportam grandes populações por unidade de área. A população utilizada pelo agricultor 63-1 foi de 59.473 plantas.ha⁻¹ enquanto que a população usada pelo agricultor 93 foi de 46.946 plantas.ha⁻¹. A semeadura do agricultor 63-1 foi feita com máquina manual que deposita em cada berço plantio em torno de 2 a 4 sementes, o que proporciona população alta, mas com baixa produtividade pela competição entre plantas numa restrita de área de solo.

Embora outras variáveis possam influenciar a produtividade, como a saturação de bases e o C%, neste exemplo citado o plantio de precisão feito manualmente foi decisivo, visto que as duas áreas foram plantadas na mesma época e tiveram condições climáticas semelhantes.

A produção de biomassa de grãos de milho dos agricultores 66, 16, 63-1, 63-2, 87 e 5 não diferiram estatisticamente entre si, embora a diferença de produtividade entre o agricultor 66. Aqui mais uma vez, o método estatístico não demonstrou diferença significativa, mas para o agricultor essa diferença pode significar a permanência de sua família no meio rural em função da importância estratégica que tem o milho na sua UPVF.

A produtividade do milho da área do agricultor 41 foi a menor de todos os outros agricultores (2.236 Kg.MS.ha⁻¹), quase a metade do penúltimo produtor do ranking (Tab. 7), conforme ilustra foto 2 Figura 12 (Prancha de fotos 9). Esse agricultor planta semente selecionada no galpão descendente de cultivares híbridas numa baixa população por unidade de área (37.536 plantas.ha⁻¹). A semeadura foi realizada com máquina manual que deposita várias sementes no berço de plantio, sem rotação de culturas e adubação verde.

A introdução de uma variedade de boa procedência e o domínio de técnicas básicas de seleção massal associada a uma melhor técnica de plantio, o uso de adubação verde e rotação de culturas poderiam melhorar a produtividade de milho desse agricultor.

A TABELA 8 apresenta o resumo estatístico da biomassa dos grãos de milho.

TABELA 8 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DE GRÃOS DE MILHO (Kg.MS.ha⁻¹).

<i>UPVF</i>	<i>População</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>C V (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Maximo</i>
93	46946	3	9332	3061	33	5797	11105
66	39448	3	6042	68	1	5989	6119
16	52298	3	5926	1481	25	4303	7206
63-1	49473	3	5570	143	3	5405	5652
63-2	46946	3	4659	430	9	4272	5122
87	56833	3	4450	304	7	4223	4795
5	45572	3	4080	353	9	3726	4432
41	37536	3	2236	254	11	1947	2426
Total		24	5287	2206	42	1947	11105

FONTE: O AUTOR (2009).

6.1.2 Biomassa da parte aérea das plantas de milho

Para medir os restos da cultura foi usada uma metodologia, conforme descrito no Capítulo 2, que coletou as plantas de milho cortadas rente ao solo e depois separou as folhas junto com a bainha, o colmo, a palha da espiga, o sabugo e o grão, para posterior secagem em estufa a temperatura constante de 65°C. A separação das partes da planta foi realizada para diminuir o erro de coleta, pois há diferenças significativas em termos de matéria seca nas diferentes partes da planta.

A TABELA 9 mostra que as áreas das UPVFs 93 e 63-1 foram as mais produtivas em restos da cultura e não diferem estatisticamente entre si, e apresentaram produtividade de 11.360 e 9.998 Kg.MS.ha⁻¹, respectivamente. A área da propriedade 93 foi também a que apresentou a maior produtividade de grãos, demonstrando uma correlação positiva entre MS da cultura e produtividade de grãos. É possível considerar também que há uma produtividade alta de matéria seca da cultura nas áreas dos agricultores 66, 5, 87, e 63-2.

As áreas dos agricultores 41 e 16 tiveram produtividade de MS menor que 6.000 Kg.ha⁻¹. A área do agricultor 41 novamente foi a menos produtiva em MS da cultura, acompanhando a tendência da produção de grãos.

TABELA 9 - BIOMASSA DA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DE MILHO (Kg.MS.ha⁻¹).

UPVF	Amostra	Média	Teste de Homogeneidade
93	3	11360	A
63-1	3	9998	AB
66	3	8655	BC
5	3	7966	BCD
87	3	7643	CD
63-2	3	7522	CD
16	3	5949	DF
41	3	4312	F

FONTE: O AUTOR (2009).

A TABELA 10 abaixo mostra o resumo estatístico da biomassa da parte aérea das plantas de milho, onde é possível notar que o maior coeficiente de variação foi observado na área da UPVF 16, cuja produtividade de MS dos restos da cultura é relativamente baixa, enquanto a de grãos está localizada entre os quatro melhores áreas, conforme foto 3 FIGURA 12 (Prancha de fotos 9). Esse resultado pode estar relacionado ao uso de cultivar de híbrido simples de baixo porte, que foram melhorados para ter maior produtividade de grãos e baixa biomassa do restante da planta.

TABELA 10 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DE MILHO (Kg.MS.ha⁻¹).

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>C V (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Maximo</i>
93	3	11360	1239	11	9956	12299
63-1	3	9998	597	6	9417	10610
66	3	8655	461	5	8196	9118
5	3	7966	905	11	6931	8609
87	3	7643	1132	15	6695	8896
63-2	3	7522	442	6	7039	7905
16	3	5949	1388	23	5031	7545
41	3	4312	401	9	3921	4722
Total	24	7926	2231	28	3921	12299

FONTE: O AUTOR (2009).

6.1.3 Biomassa das plantas espontâneas na cultura do milho

As plantas espontâneas contribuíram significativamente com a biomassa total que os agroecossistemas produziram e nas áreas de milho a produtividade de matéria seca delas variou de 103 Kg.MS.ha⁻¹ a 6.573 Kg.MS.ha⁻¹, sendo que na área de menor produtividade foi usada herbicida pós-emergente inicial. Nas áreas 63-1, 63-2 e 41 o controle foi realizado mecanicamente com capinadeira tração animal e capina manual na fase inicial da cultura, permitindo, mesmo assim, o crescimento vegetativo das plantas espontâneas a ponto de produzir uma significativa quantidade de MS por unidade de área e ainda, uma razoável colheita de grãos.

As áreas 63-1 e 63-2, geridas pela mesma família, foram as que tiveram maior produtividade de MS de plantas espontâneas, conforme foto 4 da FIGURA 12 (Prancha de fotos 9), não diferindo estatisticamente entre si e as áreas 93, 87, 5 e 16 foram as que tiveram as menores produtividades, conforme é possível observar na TABELA 11.

TABELA 11 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS.ha⁻¹).

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	
63-1	3	6573	A
63-2	3	4173	AB
41	3	3120	BC
66	3	2000	CD
93	3	1227	DE
87	3	880	E
5	3	627	E
16	3	103	F

FONTE: O AUTOR (2009).

A TABELA 12 mostra o resumo estatístico da biomassa das plantas espontâneas das áreas cultivadas com milho onde é possível identificar que os três locais que mais produziram MS de plantas espontâneas por unidade de área foram aqueles onde foi utilizado o método de controle mecânico no estágio inicial da cultura, (conforme QUADRO 5, p. 110). A produtividade abundante de biomassa de plantas espontâneas na UPVF 63 (1 e 2) não comprometeu a produtividade de grãos que está classificada entre as cinco áreas mais produtivas.

TABELA 12 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS.ha⁻¹).

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>C V (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Maximo</i>
63-1	3	6573	648	10	6160	7320
63-2	3	4173	820	20	3680	5120
41	3	3120	673	22	2600	3880
66	3	2000	567	28	1560	2640
93	3	1227	477	39	840	1760
87	3	880	317	36	640	1240
5	3	627	295	47	400	960
16	3	103	42	40	77	151
Total	24	2338	2132	91	77	7320

FONTE: O AUTOR (2009).



FIGURA 12 - PRANCHA DE FOTOS 9- BIOMASSA PRODUZIDA NA CULTURA DE MILHO

FONTE: O AUTOR (2009).

6.1.4 Biomassa total na cultura do milho.

O estudo dessa variável foi conclusivo sobre a produtividade de biomassa nessas áreas, fruto do somatório da produtividade total de MS do milho e das plantas espontâneas.

A TABELA 13 apresenta a produtividade total de biomassa das áreas cultivadas com milho e mostra que as áreas 63-1, 93, 66 e 63-2 foram as que mais produziram biomassa, em termos de matéria seca, e não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 10% de significância. Nesse grupo a menor produtividade foi de 16.355 Kg.MS.ha⁻¹ da área 63-2 e a maior foi de 22.141 Kg.MS.há⁻¹, da área 63-1.

Na última faixa de produtividade estão as áreas 87, 5, 16 e 41, sendo que novamente a área 41 foi a de menor produtividade biomassa em termos de matéria seca total. O grande diferencial das 4 áreas de melhor produtividade é o fato da área 63-1 e 63-2 ter empregado somente 33 Kg de NPK.ha.ano⁻¹, enquanto que a área 66 utilizou 111 NPK.ha.ano⁻¹ e a área 93 empregou 288 NPK.ha.ano⁻¹.

A fertilidade da área 63-1 e 63-2 está sendo mantida pela alta produtividade de biomassa, visto que outros fatores, como uso de NPK, saturação de bases e profundidade do horizonte A são semelhantes ou favorecem as outras áreas. Um fator importante é que o C% das áreas 63-1 e 63-2 está entre as três áreas de maior quantidade. O carbono elevado deve-se à alta produção de biomassa do sistema.

TABELA 13 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA TOTAL NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS.ha⁻¹).

UPF	Amostra	Média	Teste de Homogeneidade
63-1	3	22141	A
93	3	21919	A
66	3	16697	AB
63-2	3	16355	AB
87	3	12973	BC
5	3	12672	BC
16	3	11978	C
41	3	9668	C

FONTE: O AUTOR (2009).

No TABELA 14 é possível visualizar um resumo estatístico da soma das variáveis, ou seja, da produtividade total de MS da área cultivada com milho onde está incluída também a MS das plantas espontâneas.

TABELA 14 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA TOTAL NA CULTURA DE MILHO (Kg MS.ha. ⁻¹)

UPVF	Amostra	Média	Desvio Padrão	C V (%)	Mínimo	Maximo
63-1	3	22141	362	2	21778	22502
93	3	21919	4458	20	16833	25152
66	3	16697	430	3	16201	16955
63-2	3	16355	1621	10	14991	18147
87	3	12973	1294	10	12202	14467
5	3	12672	1419	11	11177	14001
16	3	11978	2676	22	9650	14902
41	3	9668	406	4	9228	10028
Total	24	15550	4720	30	9228	25152

FONTE: O AUTOR (2009).

Na TABELA 15 é possível visualizar todas as variáveis estudadas na área cultivada com milho e constitui-se num resumo estatístico das mesmas.

TABELA 15- RESUMO COM TODAS AS VARIÁVEIS DA BIOMASSA NA CULTURA DO MILHO (Kg.MS. ha⁻¹)

UPVF	Média GRÃOS	Média RESTOS CULTURA	Média PL. ESPONTÂNEAS	Média TOTAL
5	4080 b	7966bcd	627b	12672bc
16	5926ab	5949ab	103a	11978c
41	2236c	4312a	3120de	9668c
66	6042ab	8655cd	2000cd	16697ab
87	4450b	7643bc	880b	12973bc
93	9332a	11360e	1227bc	21919a
63-1	5570ab	9998de	6573f	22141a
63-2	4659b	7522bc	4173ef	16355ab

FONTE: O AUTOR (2009).

6.2 ANÁLISE DA CULTURA DE HORTALIÇAS

Para análise da biomassa das áreas cultivadas com hortaliças foram escolhidas três UPVFs que ilustram a produtividade dessas culturas nas comunidades estudadas. Na comunidade de Postinho não houve nenhuma UPVF com hortaliças cultivadas em área suficiente para esta investigação.

Das três UPVFs investigadas, duas estavam com repolho e uma com alface, mas ambas as áreas em ponto de colheita. Embora sejam culturas de famílias diferentes, cultivadas em locais e condições diferentes, a metodologia de investigação objetivou estudar o sistema de produção como um todo, analisando situações ilustrativas da agricultura familiar dessas comunidades. Para isso foi realizado a escolha de UPVFs que estavam com a cultura em estágio final de maturação fisiológica ou, no caso das hortaliças, em ponto de colheita.

6.2.1 Análise da biomassa das hortaliças

A análise dessa variável mostrou a quantidade de biomassa de hortaliças produzida na área investigada. Essa variável refletiu a quantidade de MS que é produzida com padrão comercial, segundo os critérios seguidos pelo agricultor que cultiva e comercializa.

A TABELA 16 mostra que a produtividade de matéria seca variou de 2.227 a 3459 Kg.MS.ha⁻¹. Essa é a quantidade efetivamente exportada da UPVF e, comparativamente à produção total de biomassa, é a maioria produzida.

TABELA 16 -COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹).

UPVF	Amostra	Média	Teste de Homogeneidade
16	3	3459	A
86	3	2359	B
27	3	2227	B

FONTE: O AUTOR (2009).

A TABELA 17 apresenta o resumo estatístico da produtividade de biomassa das hortaliças.

TABELA 17- RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹)

UPVF	Amostra	Média	Desvio Padrão	C V (%)	Mínimo	Maximo
16	3	3459	449	13	3086	3957
27	3	2227	447	20	1710	2487
86	3	2359	265	11	2192	2664
Total	9	2686	679	25	1710	3957

FONTE: O AUTOR (2009).

6.2.2 Análise da biomassa dos restos da cultura das hortaliças

Essa variável referiu-se à quantidade de restos da cultura de hortaliça que efetivamente fica na área de cultivo por ocasião da colheita. Essa quantidade foi mensurada a partir de informações fornecidas pelos agricultores e a coleta foi feita na ocasião da colheita. Indica as partes das hortaliças que são descartadas e ficam no solo, como folhas de baixeiro e caules, conforme fotos 1 e 2 da FIGURA 13 (Prancha de fotos 10, foto 1 e 2).

A TABELA 18 mostra a comparação de médias dessa variável e demonstra que a MS que efetivamente fica na área de cultivo é pequena. Outro fator importante que apareceu na investigação é o fato do uso intensivo do solo com hortaliças cultivadas sobre restos de hortaliças, num ciclo de baixa produtividade de biomassa para o sistema, sem rotação de culturas e sem práticas de adubação verde ou de cultivo de espécies com alto potencial de produtividade de biomassa vegetal.

É importante ainda considerar que os restos culturais das hortaliças estudadas apresentam alta relação C/N favorecendo a rápida decomposição no sistema, principalmente quando incorporados ao solo após a colheita em operação de aração e gradagem para futuro plantio.

TABELA 18 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA BIOMASSA DOS RESTOS DA CULTURA DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹).

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Teste de Homogeneidade</i>
16	3	1625	A
27	3	1139	B
86	3	393	C

FONTE: O AUTOR (2009).

A TABELA 19 apresenta um resumo estatístico da biomassa dos restos da cultura de hortaliças analisados nas propriedades estudadas.

TABELA 19 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA DOS RESTOS DA CULTURA DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹).

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>C V (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Maximo</i>
16	3	1625	127	8	1536	1771
27	3	1139	310	27	797	1402
86	3	393	50	13	340	440
Total	9	1052	563	53	340	1771

FONTE: O AUTOR (2009).

6.2.3 Análise da biomassa das plantas espontâneas nas hortaliças

Essa variável referiu-se à quantidade MS de plantas espontâneas que se desenvolveram na área de cultivo de hortaliças e que ficam no sistema após a colheita.

O sistema de cultivo de hortaliças intensivo não permite uma alta produtividade de MS de plantas espontâneas em função do controle mecânico ou químico, conforme fotos 3 e 4 FIGURA 13 (Prancha de fotos 10).

Uma das justificativas apresentadas para esse fato foi a questão cultural que faz com que os agricultores prefiram áreas limpas, bem capinadas e sem plantas espontâneas se desenvolvendo juntamente com as hortaliças, embora muitas vezes, não seja necessário promover a capina das mesmas, por não oferecerem competição à cultura principal.



FIGURA 13- PRANCHA DE FOTOS 10- RESTOS CULTURAIS E PRESENÇA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM HORTALIÇAS

FONTE: O AUTOR (2009)

Outro fator importante é o fato das hortaliças serem culturas de ciclo rápido, impossibilitando o desenvolvimento de plantas espontâneas nesses curtos períodos de cultivo. A maioria das hortaliças foi cultivada em monocultura com baixa presença de plantas espontâneas, conforme mostra a TABELA 20.

TABELA 20 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹)

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Teste de Homogeneidade</i>
86	3	347	A
16	3	213	AB
27	3	93	B

FONTE: O AUTOR (2009).

Embora haja diferença significativa entre as UPVFs estudadas, todas apresentaram uma pequena produtividade de MS de plantas espontâneas, se comparadas com áreas em repouso e com milho. Na TABELA 21 é possível visualizar o resumo estatístico dessa variável.

TABELA 21 - RESUMO ESTATÍSTICO DA VARIÁVEL “PLANTAS ESPONTÂNEAS” NAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹)

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>C V (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Maximo</i>
16	3	213	129	60	120	360
27	3	93	129	60	27	133
86	3	347	92	27	240	400
Total	9	258	122	47	120	400

FONTE: O AUTOR (2009).

6.2.4 Biomassa total produzida nas áreas de hortaliças

Essa variável foi resultante do somatório da MS total produzida no sistema que incluiu a MS da cultura efetivamente colhida, a MS dos restos culturais que ficaram na área de cultivo e a MS das plantas espontâneas. A TABELA 9 mostra as médias de MS que o sistema efetivamente produziu num cultivo.

Embora uma área possa ser cultivada várias vezes num mesmo ano agrícola, os dados mostraram que a produtividade de MS total de uma área cultivada com hortaliças é pequena se comparada com a cultura do milho. Na TABELA 22 é possível observar que a produtividade de MS nas áreas 16 e 27, que estavam ocupadas com a cultura de repolho, produziram mais biomassa que a área 86, ocupada com alface.

TABELA 22 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA BIOMASSA TOTAL PRODUZIDA NAS ÁREAS DE HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹)

<i>UPF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Teste de Homogeneidade</i>
16	3	5298	A
27	3	3579	A
86	3	3099	B

FONTE: O AUTOR (2009).

Na TABELA 23 pode-se visualizar o resumo estatístico da produtividade total de matéria seca das hortaliças estudadas.

TABELA 23 - RESUMO ESTATÍSTICO DA BIOMASSA TOTAL PRODUZIDA NAS ÁREAS DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹)

<i>UPVF</i>	<i>Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>C V (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Maximo</i>
16	3	5298	359	7	4977	5686
27	3	3579	601	17	3087	4249
86	3	3099	337	11	2800	3464
Total	9	3992	1074	27	2800	5686

FONTE: O AUTOR (2009).

Na TABELA 24 é possível visualizar um resumo com todas as variáveis analisadas nas áreas de hortaliças.

TABELA 24 - RESUMO ESTATÍSTICO COM TODAS AS VARIÁVEIS DE BIOMASSA PRODUZIDA NAS ÁREAS DAS HORTALIÇAS (Kg.MS.ha⁻¹)

<i>UPVF</i>	<i>Média HORTALIÇAS</i>	<i>Média RESTOS CULTURAIS</i>	<i>Média PLANTAS ESPONTÂNEAS</i>	<i>Média TOTAL</i>
16	3459 A	1625 A	213 AB	5298 A
27	2227 B	1139 B	93 B	3579 B
86	2359 B	393 C	347 A	3099 B

FONTE: O AUTOR (2009).

6.3 ANÁLISE DA BIOMASSA DAS PLANTAS ESPONTANEAS EM TODAS AS ÁREAS ESTUDADAS

Neste item foi realizada uma análise que compara as médias de MS das plantas espontâneas produzida nas áreas de milho, hortaliças e nas de resteva de

tomate, feijão, beterraba e alface. Na TABELA 25 é possível ter uma visão geral da contribuição da biomassa das plantas espontâneas ao sistema, bem como uma legenda que indica o local onde foi coletada e na FIGURA 14 (prancha de fotos 11) é possível visualizar detalhes da biomassa das plantas espontâneas nas diversas áreas pesquisadas.

TABELA 25 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA BIOMASSA PLANTAS ESPONTANEAS EM TODAS AS ÁREAS (Kg.MS.ha⁻¹)

UPVF	LEGENDA	Amostra	Média	Teste de Homogeneidade
63-3	UPVF 63- resteva de feijão	3	9400	A
63-1	UPVF 63- área 1 de milho	3	6573	AB
93-1	UPVF 93- resteva de tomate	3	6387	AB
63-2	UPVF 63- área 2 de milho	3	4173	ABC
41	UPVF 41- área de milho	3	3120	BC
16-1	UPVF 16- resteva de beterraba.	3	2707	BCD
66	UPVF 66- área de milho	3	2000	CDE
93	UPVF 93- área de milho	3	1227	DEF
87	UPVF 87- área de milho silagem	3	880	EF
86-1	UPVF 86- resteva de alface	3	790	FG
5	UPVF 5- área de milho	3	627	FG
86	UPVF 86- área de alface	3	347	GH
16-2	UPVF 16-área de repolho	3	213	HI
27	UPVF 27- área de repolho	3	213	HI
16	UPVF 16- área de milho	3	103	I

FONTE: O AUTOR (2009).

Foi possível notar que as áreas que mais produziram MS de plantas espontâneas em ordem decrescente foram as de resteva de feijão, a 63-1, com a cultura de milho, a de resteva de tomate e a 63-2 com a cultura de milho sendo que não houve diferença estatística entre elas, a um nível de significância de 10%.

A produtividade de biomassa de plantas espontâneas nessas 4 áreas variou de 4173 a 9400 Kg.MS.ha⁻¹. Contudo, houve áreas com pouca produtividade de biomassa de plantas espontâneas, como se pode notar nas áreas de milho das UPVFs 66, 93, 87, 5, 16 e na resteva de alface.

No caso das áreas de milho, é possível afirmar que a aplicação de herbicidas pós-emergentes no estágio inicial da cultura impediu ou inibiu o desenvolvimento das plantas espontâneas desse estágio em diante.

No caso da alface, não houve aplicação de herbicidas na área estudada, mas a alface é uma cultura de ciclo rápido cuja permanência no canteiro depois de

transplantada varia de 45 dias a 70, em média. Após a colheita o solo é novamente preparado para receber novo transplante de hortaliças, e assim sucessivamente, o que impede que as plantas espontâneas se desenvolvam a ponto de se reproduzirem, concluindo seu ciclo e deixando um banco viável de sementes. A TABELA 25 apresenta uma comparação da produtividade de biomassa de plantas espontâneas nas áreas estudadas e a TABELA 26 um resumo estatístico dessas variáveis.

TABELA 26 - RESUMO ESTATÍSTICO COM TODAS AS VARIÁVEIS (Kg.MS.ha⁻¹)

UPVF	Amostra	Média	Desvio Padrão	C V (%)	Mínimo	Maximo
633	3	9400	1543	16	7640	10520
631	3	6573	649	10	6160	7320
931	3	6387	579	9	5720	6760
632	3	4173	820	20	3680	5120
41	3	3120	673	22	2600	3880
161	3	2707	522	19	2160	3200
66	3	2000	567	28	1560	2640
93	3	1227	477	39	840	1760
87	3	880	317	36	640	1240
861	3	790	126	16	645	870
5	3	627	295	47	400	960
86	3	347	92	27	240	400
27	3	213	129	60	120	360
162	3	213	129	60	120	360
16	3	103	42	40	77	151
Total	45	2584	2833	110	77	10520

FONTE: O AUTOR (2009).



FIGURA 14: PRANCHA DE FOTOS 11- PLANTAS ESPONTÂNEAS NAS ÁREAS ESTUDADAS

FONTE: O AUTOR (2008).

6.4 CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS ESTUDADAS

Para complementar a análise da biomassa foi realizada o teste de Correlação de Spearman, com 90% de confiabilidade, analisando a relação entre as variáveis que compõe análise química de solo, uso de NPK e calcário, profundidade do horizonte A e variáveis da coleta de biomassa das áreas estudadas, conforme mostra a TABELA 27. Para fins de análise, considerou-se significativa as correlações que tiveram coeficiente maior que 50%.

A biomassa vegetal total, medida em MS, apresentou uma correlação altamente positiva (93%) com a Biomassa dos restos culturais e das plantas espontâneas (76%). Foi possível afirmar que quanto maior a biomassa das plantas espontâneas, considerando o manejo específico das famílias pesquisadas, maior foi a produtividade de biomassa total e da biomassa das culturas. Também existiu uma relação significativa positivamente entre a produtividade total de biomassa das plantas espontâneas e a percentagem de carbono (C%) do solo. Houve correlação positiva entre a produtividade de grãos e a biomassa total das áreas em estudo.

Existiu uma correlação negativa entre o uso de NPK e a produtividade de biomassa das plantas espontâneas, das culturas e da biomassa total dos sistemas investigados. Existiu uma relação pouco significativa (20%) entre o uso de NPK e a produtividade de grãos de milho, considerando as UPVFs estudadas, conforme o manejo empregado nessas áreas.

A análise dos dados permitiu afirmar que existiram correlações negativas ou pouco significativas entre a Saturação de Bases (V%) e a produtividade de grãos de milho, das plantas espontâneas, da cultura e da biomassa total dos sistemas analisados.

TABELA 27- ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN

		MS TOTAL (Kg.ha ⁻¹)	MS CULTURA (Kg.ha ⁻¹)	MS PL ESP (Kg.ha ⁻¹)	MS GRÃO (Kg.ha ⁻¹)	NPK (Kg.ha ⁻¹)	V (%)	CALCÁRIO (Kg.ha ⁻¹)	C% (g/dm3)	HOR. A (m)
MS TOTAL (Kg)	Coeficiente de correlação	1,00	0,93	0,76	0,57	-0,46	-0,13	0,29	0,37	-0,34
	Significância do teste		0,00	0,01	0,14	0,16	0,71	0,39	0,27	0,31
MS CULTURA (Kg)	Coeficiente de correlação	0,93	1,00	0,61	0,62	-0,30	0,05	0,47	0,16	-0,35
	Significância do teste	0,00	,	0,05	0,10	0,37	0,88	0,15	0,65	0,29
MS PL ESP (Kg)	Coeficiente de correlação	0,76	0,61	1,00	-0,05	-0,54	-0,22	0,32	0,57	-0,43
	Significância do teste	0,01	0,05	,	0,91	0,04	0,43	0,24	0,03	0,11
MS GRÃO (Kg)	Coeficiente de correlação	0,57	0,62	-0,05	1,00	0,20	-0,07	-0,17	-0,49	0,24
	Significância do teste	0,14	0,10	0,91	,	0,63	0,87	0,69	0,22	0,56
NPK (Kg)	Coeficiente de correlação	-0,46	-0,30	-0,54	0,20	1,00	0,38	-0,29	-0,41	0,63
	Significância do teste	0,16	0,37	0,04	0,63	,	0,17	0,29	0,13	0,01
V(%)	Coeficiente de correlação	-0,13	0,05	-0,22	-0,07	0,38	1,00	0,11	0,11	0,42
	Significância do teste	0,71	0,88	0,43	0,87	0,17	,	0,68	0,70	0,12
CALCÁRIO (Kg)	Coeficiente de correlação	0,29	0,47	0,32	-0,17	-0,29	0,11	1,00	0,18	-0,50
	Significância do teste	0,39	0,15	0,24	0,69	0,29	0,68	,	0,51	0,06
C% (g/dm3)	Coeficiente de correlação	0,37	0,16	0,57	-0,49	-0,41	0,11	0,18	1,00	-0,41
	Significância do teste	0,27	0,65	0,03	0,22	0,13	0,70	0,51	,	0,13
HOR. A (m)	Coeficiente de correlação	-0,34	-0,35	-0,43	0,24	0,63	0,42	-0,50	-0,41	1,00
	Significância do teste	0,31	0,29	0,11	0,56	0,01	0,12	0,06	0,13	,

FONTE: O AUTOR (2009).

CONCLUSÕES

Em relação à primeira hipótese²⁹ deste trabalho, pode-se afirmar que a mesma é verdadeira, ou seja, os sistemas que produziram maior quantidade de biomassa vegetal são mais férteis e tem maior possibilidade de reprodução da vida de forma sustentável. Isso se refletiu também na produção de grãos da cultura do milho nas quatro propriedades que apresentaram a maior produtividade. Porém, é importante afirmar que outros fatores podem influenciar a produtividade de uma cultura, como, principalmente, as técnicas de plantio, variedades e clima. Isso corrobora com a hipótese geral de que a produtividade de biomassa vegetal em um agroecossistema é um bom indicador de fertilidade do sistema.

Conseqüentemente e da mesma forma, a segunda hipótese³⁰ também é verdadeira, pois nos agroecossistemas em que as plantas espontâneas não foram totalmente controladas pelo manejo antrópico na fase final da cultura, a ponto de erradicá-las, houve uma melhoria da fertilidade do sistema, como indicado pela produtividade de biomassa total. Porém essa contribuição de biomassa em relação à biomassa total, embora importante, é menos significativa que a biomassa produzida pela própria cultura.

Esse fato reforça a tese de que as culturas que tem grande capacidade de produção de biomassa em termos de matéria seca por unidade de área são importantes para manter e ampliar a fertilidade de um sistema. Isso combinado com outras técnicas ecológicas de manejo, como rotação de culturas, adubação verde, sistemas de plantio direto na palha, pastoreio racional e sistemas agroflorestais podem contribuir para a manutenção e ampliação da fertilidade do sistema.

A terceira hipótese³¹ desta pesquisa também é verdadeira, pois as condições socioeconômicas das famílias das comunidades estudadas demonstraram-se mais determinantes à fertilidade do sistema do que as condições ambientais, embora ambas devam ser consideradas para a manutenção e

²⁹ Hipótese 1- Os sistemas que produzem maior quantidade de biomassa vegetal são mais férteis e tem maior possibilidade de reprodução da vida de forma sustentável.

³⁰ Hipótese 2- Nos agroecossistemas, a biomassa vegetal é originária das culturas e das plantas espontâneas. Nos sistemas em que as plantas espontâneas não foram totalmente controladas pelo manejo antrópico na fase final da cultura, há uma melhoria da fertilidade do sistema.

³¹ Hipótese 3- As condições sócio-econômicas dos agricultores familiares das comunidades estudadas são determinantes à fertilidade do sistema tanto quanto as condições naturais.

ampliação da mesma, conforme descrito nos capítulos 3, 4 e 5 desta investigação. O manejo antrópico demonstrou-se como o elemento que conduziu a fertilidade do sistema.

A quarta hipótese³² também é verdadeira, pois maioria dos agricultores entrevistados (75%) percebeu que a biomassa vegetal foi importante para a fertilidade do sistema e adotaram práticas para melhorar a produtividade da mesma, sendo que muitas delas foram empregadas concomitantemente. Isso se confirmou na sistematização do no item 5.1.1 que mostrou que a maioria dos agricultores entrevistados utilizou métodos simples de manejo como deixar a área descansando para as plantas espontâneas se desenvolverem, controlaram as plantas espontâneas só na fase inicial da cultura, plantaram adubo verde, deixaram sempre que possível o solo coberto, usaram adubo orgânico e nunca queimaram restos de cultura.

De um modo geral, a horticultura foi uma atividade de baixa sustentabilidade em relação à fertilidade do sistema, pois além de produzir pouca quantidade de biomassa por unidade de área, exportou a maioria dela para fora da UPVF. Em função disso, foi uma atividade altamente dependente de insumos externos, como cama de aves e adubos de síntese química.

No sentido de minimizar o impacto negativo da horticultura sobre a fertilidade do sistema, uma alternativa poderia ser deixar essas áreas permanecerem em descanso de cultivo, mas ocupadas, pelo menos, pelas plantas espontâneas naturais de cada região, proporcionando os benefícios da biomassa, da trama radicular e das interações dinâmicas das plantas, solo e biota. A “adubação verde em coquetel³³” também poderia ser uma opção viável. Houve, porém, um limite estrutural em muitas UPVFs, que foi a pouca terra disponível para cultivo que impediu a realização dessas práticas.

Da mesma forma, a produção de milho destinada à silagem foi uma atividade que pouco contribui a fertilidade do sistema, devido a grande exportação de biomassa para fora da área de cultivo. Isso, associado ao fato de que os

³² Hipótese 4- Os agricultores que percebem a importância da biomassa vegetal para a melhoria da fertilidade do sistema adotam práticas de manejo que permitem a produção de quantidades maiores de biomassa de plantas espontâneas e das culturas.

³³ “Adubação verde em coquetel” é uma técnica usada por agricultores ecológicos que consiste em semear diversas variedades de adução verde, de várias famílias botânicas, a fim de promover rápida cobertura vegetal no solo, abundante produção de biomassa, evitando assim, o monocultivo de adubo verde.

agricultores apresentaram baixa eficiência na coleta de dejetos animais para que os mesmos retornem à área de cultivo de milho e às perdas de nutrientes nas áreas circundantes das instalações, tornaram a atividade altamente dependente de insumos externos, principalmente NPK. O pastoreio racional poderia ser uma alternativa de manejo adequado que reduziria o uso de silagem, rações e fertilizantes, além de promover grande produção de biomassa vegetal de forma sustentável.

Na comunidade de Mergulhão, o abiegato³⁴ constituiu-se num limite socioeconômico importante para efetivar o manejo sustentável do gado, fato que não permitiu aos agricultores de leite implantar o pastoreio racional, pois uma das técnicas preconizadas por esse método é deixar o gado no piquete não só durante o dia, mas também durante a noite, para que possam defecar e urinar na área de pastoreio, repondo assim, parte dos nutrientes extraídos. Em função da existência de abigeato o gado foi sempre recolhido para um piquete de pousio, onde concentrou dejeções, onde perdeu grande parte dos nutrientes, constituindo-se em área de contaminações de doenças e parasitas, entre outros problemas.

Dentre as UPVFs estudadas, a número 63 foi a mais sustentável, pois apresentou uma alta produção de biomassa por unidade de área, mesmo com baixo uso de NPK ($33 \text{ Kg.ha.ano}^{-1}$) e em área de baixa saturação de bases. Essa UPVF foi a que apresentou os melhores indicadores de manejo e de fertilidade em vários aspectos importantes, como diversidade de culturas, rotação, uso de adubação verde, consórcios e um certo equilíbrio dinâmico entre produção animal e vegetal.

Do ponto de vista ambiental é possível que essa UPVF se reproduza de forma durável na escala do tempo, mantido as mesmas condições de manejo. Do ponto de vista da reprodução social foi possível verificar que nessa UPVF existe um envelhecimento da família que faz a gestão da propriedade e possivelmente nenhum dos filhos continue na atividade agrícola, visto que todos os filhos do casal já estavam, no momento da pesquisa, vivendo no ambiente urbano com renda proveniente de atividades não agrícolas.

Em relação a essa questão e no sentido de minimizar esse problema, identificou-se a necessidade de valorização do espaço rural como meio de produção

³⁴ Significa furto de gado, tanto bovino, quanto eqüino.

e de vida com qualidade, onde seja possível a permanência dos jovens nas atividades agrícolas.

A racionalidade da agricultura convencional aliada ao método de preparo do solo para o plantio foi identificada como uma das práticas agrícolas mais degradadoras da fertilidade do sistema nas famílias pesquisadas. O preparo do solo com revolvimento intensivo, através do uso de arado de aiveca, gradagem aradora, gradagem de nivelção e ou enxada rotativa, tem acarretado sistematicamente a destruição de agregados do solo de maior diâmetro, compactando-o e promovendo perdas de matéria orgânica por oxidação e erosão.

A erosão foi observada de forma marcante nas cabeceiras das áreas de cultivo, nas áreas de baixada e nas áreas de cultivo em desnível. Os efeitos da erosão do solo foram observados no assoreamento dos rios das comunidades e no fraco desenvolvimento das culturas nessas áreas. A questão da erosão merece especial atenção das políticas públicas e da extensão rural, pois é imperativo que se adotem ações que evitem o processo erosivo do solo, para que a humanidade tenha áreas com capacidade de produção de alimentos para as futuras gerações.

O uso intensivo e sistemático de NPK, tanto de síntese química quanto o de origem orgânica (cama de aviário) tem sido um recurso empregado com poucos critérios científicos, promovendo, na maioria dos casos, perdas de nutrientes e possíveis acelerações do processo de decomposição da matéria orgânica do solo.

A falta de conhecimento sobre o uso e manejo dos recursos naturais disponíveis e os métodos e práticas de uma agricultura mais sustentável, foram os limites mais importantes a serem superados pelos agricultores para manter ou ampliar a fertilidade do sistema. A pouca ou esporádica assistência técnica que os agricultores recebem pouco contribui para melhorar a fertilidade do sistema, pois estão ligadas às empresas de insumos, integradoras, ou extensão rural pública comprometida com a agricultura convencional, salvo raras exceções.

Uma possível mudança do objeto de estudo da fertilidade do solo para a fertilidade do sistema pode contribuir para a construção de práticas mais sustentáveis de agricultura e de manejo da fertilidade. A produção de biomassa por unidade de área na escala do tempo é um indicador confiável de mensuração da fertilidade do sistema, portanto deve ser mais estudada.

A “ciência do solo” como está constituída atualmente, embora seja muito importante, é insuficiente para resolver os problemas da reprodução sustentável da

fertilidade. É necessária a interação interdisciplinar entre as ciências da sociedade e da natureza para enfrentar os problemas complexos e dinâmicos que se apresentam na realidade sócio-econômico e ambiental das comunidades estudadas. Nesse sentido, a interdisciplinaridade deve constituir-se numa ferramenta fundamental e necessária para o desenvolvimento de métodos sustentáveis de manejo de fertilidade do sistema e dos agroecossistemas em geral, contribuindo para a construção de uma agricultura mais sustentável nos âmbitos sociais, econômicos, ambientais e culturais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G.E.G. **Fumo**: servidão moderna e violação dos direitos humanos. Curitiba: Terra de Direitos, 2005.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: as bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- ANDREOTTI, M.; SOUZA, E.C.A; CRUSCIOL, C.A.C. Componentes morfológicos e produção de matéria seca de milho em função da aplicação de calcário e zinco. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 321-327, abr./jun. 2001.
- ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; FONTANA, A. Matéria orgânica e pedogênese. In: SANTOS, G.A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 65-82.
- ANGUINONI, I.; BAYER, C.; Manejo da fertilidade do solo. In: BISSANI, C.A. *et al.* **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 251-264
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-16
- BARBIN, D. **Componentes de variância**: teoria e aplicações. Piracicaba: FEALQ, 2004.
- BERGONCI, J.I. *et al.* Eficiência de irrigação em rendimento de grãos matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 949-956, jul. 2001.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 23 nov. 2008
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo demográfico 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 15 jul. 2008
- _____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **PRONAF**. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br>>. Acessado em: 20 de mar. de 2009.
- CAMARGO, F.A.O *et al.* Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G.A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 87-97
- (Fonte: <http://www.pr.gov.br/comec/> acessado em 06/07/2007).
- CARVALHO M. M.; XAVIER, D. F. Sistemas silvipastoris para recuperação e desenvolvimentos de pastagens. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia**

princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2005. p. 449-517

CARVALHO, J. E. B. *et al.* **Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre a produtividade de citros em São Paulo.** Cruz das Almas: EMBRAPA;CNPMF, 2003. (EMBRAPA-CNPMF – Comunicado Técnico, 86)

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2 Ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.137-154

CORONA, I. M. P. **A reprodução social da agricultura familiar na região metropolitana de Curitiba em suas múltiplas interrelações.** 262p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

COSTA, F.S.; ZANATTA, J.A.; BAYER, C. Emissões de gases de efeito estufa em agroecossistemas e potencial de mitigação. In: SANTOS, G.A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2 ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 545-556

COSTA, M.B.B. **Análise da sustentabilidade da agricultura da região metropolitana de Curitiba pela ótica da agroecologia.** 262 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DAJOZ, R. **Princípios de ecologia.** Tradução de: MURAD, Fátima. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

DIAS, J.B. *et al.*: O Rural da RMC. **Sob o olhar interdisciplinar: relatório síntese da oficina de pesquisa II.** Curitiba: UFPR/MADE. (mimeo.). 2003a.

DIAS, J.B. *et al.*: **Diagnóstico Preliminar sobre a RMC.** Relatório da Oficina de Pesquisa. Curitiba: UFPR/MADE. (mimeogr.). 2003b.

DIAS, J. B.. **A Dimensão dos sistemas naturais na (re)produção dos sistemas agrícolas da agricultura familiar: análise da paisagem de três comunidades rurais na região metropolitana de Curitiba.** 342 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

DOVER, M.J.; TALBOT, L.M. **To feed the earth: agro-ecology for sustainable development.** Washington: World Resources Institute, 1987.

SANTOS, H.G. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA;CNPQ, 2006.

FAVARETTO, N.; COGO, N.P.; BERTOL, O.J. Uso, manejo e conservação do solo e água: aspectos agrícolas e ambientais. In: LIMA, M.R. *et al.*: **Diagnóstico e**

recomendações de manejo de solo: aspectos teóricos e metodológicos. Curitiba: UFPR/setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 293-341.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal 1.** 2ª ed. rev. e atual. São Paulo: EPU, 1985.

FUKUOKA, M. **Agricultura natural: teoria e prática da filosofia verde;** Tradução de: SEÔ, Hiroshi; MAIA, Ivna Wanderley. São Paulo: Nobel, 1995.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo:** ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 159-168

GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. Avaliação da fertilidade do solo. In: BISSANI, C.A. *et al.* **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas.** Porto Alegre. Genesis, 2004. p. 43-48

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia:** processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000.

HOWARD, A. **Um testamento agrícola.** Tradução de: JESUS, Eli Lino de. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Ed. CERES, 1985.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura.** Botucatu: Ed. agroecológica, 2001.

KLAMT, E.; MEURER, E.J. Composição da fase sólida mineral do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo.** Porto Alegre: Genesis, 2000. p 11-44.

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves.** Anais V Seminário Técnico da Cultura de Milho – Videira, SC. 2003

LIEBMAN, M. Sistemas de policultivo. In: ALTIERI, M. **Agroecologia:** as bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 347-368

LOPES, A. S.; GUILHERME L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, F.R. *et al.* **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-64.

LOPES, J.C. et al. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, jan./mar. 2005.

LOVELOCK, J. **As eras de gaia. Uma biografia de nosso planeta vivo.** Fórum da ciência. Publicações Europa-América. Trad. Lucia Rodrigues. 1988

MACHADO, L. C. P. **Pastoreio Racional Voisin:** tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980.

MEDEIROS, J.F.; *et al.*. Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26. n 4, out./dez. 2008.

MELLO, F.A.F. *et al.* **Fertilidade do solo**. 3a Ed. São Paulo: Nobel, 1987.

MEURER, E.J. Introdução a ciência do solo. In: _____ (org.). **Fundamentos de química de solo**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 11-21

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 1-4.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do autor, 1991.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. atual. e ampl.- Lavras: Ed. UFLA, 2006.

MOTTA A. C. V.; LIMA, M.R.: Princípios de calagem. In: LIMA, M.R. *et al.* **Diagnóstico e recomendações de manejo de solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 191-232

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninguer princípios de bioquímica**. Tradução de SIMÕES, Arnaldo A.; LODI, Wilson R.N. 3 ed. São Paulo: SARVIER, 2002.

NICOLODI, M. *et al.* Insuficiência do conceito mineralista para expressar a fertilidade do solo percebida pelas plantas cultivadas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32, p. 2735-2744, 2008, Número Especial.

NOVAIS, F.R.; MELLO, J.W.V. Relação solo planta. In: NOVAIS, F.R. *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.133-204.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p

_____. **Fundamentos da ecologia**. Fundação Calouste Gulbenkian. 7° Ed. Lisboa, 2004.

PARANÁ. Coordenação da Região metropolitana de Curitiba. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/comec>>. Acessado em: 06 de jul. de 2007.

_____. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). **Caderno estatístico municipal de São José dos Pinhais**. Dados IPARDES e

IBGE 2004. Disponível em <<http://www.ipardes.gov.br>>. Consulta Acessado em: 01 de ago. de 2007.

_____. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). **Caderno Estatístico Municipal de Mandirituba**. Dados IPARDES e IBGE 2004. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br>>. Acessado em: 01 de ago. de 2007.

_____. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). **Caderno Estatístico Municipal de Tijucas do sul**. Dados IPARDES e IBGE 2004. Disponível em <<http://www.ipardes.gov.br>>. Acessado em: 01 de ago. de 2007.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Índice de Desenvolvimento Humano - IDH-M**. 2000. Paraná. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Acessado em: 24 ago. de 2007.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação e utilização**. Campinas, SP: Instituto campineiro de ensino agrícola, 1979.

QUEIROGA, J. L. **Evolução e diferenciação dos sistemas agrários da RMC: Estudos de caso de comunidades de agricultores familiares**. 249 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RAYNAUT, C. Meio ambiente e desenvolvimento: construindo um novo campo do saber a partir da perspectiva interdisciplinar. **Desenvolvimento e meio ambiente: Interdisciplinaridade, meio ambiente e desenvolvimento: desafios e avanços do ensino e da pesquisa**, Curitiba, n.10, p.21-37. 2004.

ROESLER, D.A. *et al.* **Limites e potencialidades para o desenvolvimento: socioambiental: um estudo em comunidades rurais no sul da Região Metropolitana de Curitiba – Brasília: Anais ANPPAS, 2008. a**

ROESLER. D. A. *et al.* **Metodologia de diagnóstico e análise ambiental dos Limites e potencialidades para o desenvolvimento do rural**. Ponta Grossa: III Anais SIMPGEO, 2008. b

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2009.

RUELLAN, A. Uma experiência pedagógica de pedologia a serviço de pequenos agricultores. **Boletim paulista de geografia**, n° 73, 1994.

RUELLAN, A. Contribuição das pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da ciência do solo. In: **Anais Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Campinas: SBCS, 1988. p. 405- 114.

SANTOS, D.R. et al. Fósforo orgânico no solo. In: SANTOS, G.A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 101-109.

SCHULTZ, A. **Introdução a botânica e sistemática**. 5 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1985.

SILVA, I.R; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 275-374.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DE SOLO (SBCS). Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBCS, 2004.

SOUZA, C. R. **Políticas ambientais e agricultura familiar na RMC e a recomposição dos espaços rurais**. 260 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOUZA, O. T.: **Políticas públicas e trajetórias de desenvolvimento rural em cenários de heterogeneidade socioeconômica e ambiental: casos ilustrativos em comunidades rurais da Região Metropolitana de Curitiba**. 232 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TEDESCO, M.J.: BISSANI, C.A. A importância do estudo da fertilidade do solo. In: BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 9-19

VALADARES FILHO et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2º Ed.- Viçosa: UFV, DZO, 2006. 329p.

VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 184 p. Tese (Doutorado em Agronomia Ciência de Solo)- Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

VEZZANI, F. M. et al. Matéria orgânica e qualidade do solo. In: SANTOS, G. A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 483-491.

VOISIN, A. **A vaca e seu pasto**. Tradução de: LUNARDON, Elson. 1 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1973.

_____. **Dinâmica das pastagens: devemos lavrar nossas pastagens para melhorá-las?** Tradução de: MACHADO, Luiz C. Pinheiro. 2 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1979.

_____. **A produtividade do pasto**. Tradução de: MACHADO, Norma B. P. 2 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VIEIRA, L.S. **Manual da ciência do solo**: com ênfase aos solos tropicais. São Paulo: Ed Agronômica Ceres, 1988.

ZANONI, M.; RAYNAUT, C. Meio ambiente e desenvolvimento: imperativos para a pesquisa e a formação. Reflexões em torno do doutorado da UFPR. **Cadernos de desenvolvimento e meio ambiente**, Curitiba, n 1, 1994. p. 143-189.

ANEXOS

ANEXO 1- QUESTIONÁRIO COLETIVO DA TURMA V- Elaborado pela Turma V período 2001/2005.....	183
ANEXO 02 - LIMITES E POTENCIALIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DO RURAL NUMA PERSPECTIVA SOCIO-AMBIENTAL- QUESTIONÁRIO COLETIVO TURMA VII.....	192
ANEXO 03 - QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL SOBRE O MANEJO DA FERTILIDADE E DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	199
ANEXO 4 - INSTRUMENTO PARA ANOTAR DADOS DE COLETA BIOMASSA..	203
ANEXO 5 - LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO- ROTINA + FRAÇÃO ARGILA E A NECESSIDADE DE CALCÁRIO PARA V2= 70%.....	204
ANEXO 6 - SISTEMATIZAÇÃO DAS RESPOSTAS FORMULADAS NO QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL.....	205

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO COLETIVO DA TURMA V- Elaborado pela Turma V
período 2001/2005

QUESTIONÁRIO COLETIVO DA TURMA V – MADE/UFPR

I. IDENTIFICAÇÃO

Nº Formulário: _____

- 1.1) Entrevistador: _____
- 1.2) Data da entrevista: _____
- 1.3) Comunidade: Postinho **(1)** Mergulhão **(2)** Santo Amaro **(3)**
- 1.4) Localização geográfica: Latitude S _____
- 1.5) Longitude O _____
- 1.6) Altitude _____ m
- 1.7) Nome do responsável pelo estabelecimento: _____
- 1.8) Tem outros domicílios no estabelecimento: Sim () Não ()
- Quem ()
- | | | |
|----------------------|--------------------------------|-------------------|
| (1) Filho | (4) Genro/Nora | (7) Outros |
| (2) Filha | (5) Irmãos | |
| (3) Pai/Sogro | (6) Empregados/Caseiros | |
- 1.9) Quanto tempo a família reside nessa propriedade:
- | | |
|-----------------|-------------------------|
| (1) 0-5 | (3) 11-20 |
| (2) 6-10 | (4) + de 20 anos |

II. CARACTERIZAÇÃO DA FAMÍLIA

2.1) Origem Étnica

1. Do responsável:
- | | | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| (1) brasileiro | (4) ucraniano | (7) outros _____ |
| (2) português | (5) italiano | |
| (3) polonês | (6) alemão | |
2. Do cônjuge:
- | | | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| (1) brasileiro | (4) ucraniano | (7) outros _____ |
| (2) português | (5) italiano | |
| (3) polonês | (6) alemão | |

2.2) Composição da Família:

Membros /nome	1. Grau de parentesco	2. Idade	3. Escolaridade	4. Residência	5. Ocupação Atual: Principal	6. Ocupação secundária	7. Ocupação Anterior: Principal	8. Ocupação Anterior: Secundária
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								

1) Primeiro nome de cada membro da família

- 2)** (1) Responsável
(2) Cônjuge
(3) Filho

- (4) Filha
(5) Pai/Sogro
(6) Outros.

3) Escolaridade:

- (1) se esta cursando (2) se não esta cursando.

- 4)** (1) Sem escolaridade
(2) Educação Infantil
(3) 1ª a 4ª Séries
(4) 5ª a 8ª Séries

- (5) Ensino Médio
(6) Ensino Técnico
(7) Ensino Superior.

5) Residência: No estabelecimento

(1) Em outra propriedade no meio rural:

- (1) da comunidade (3) da RMC
(2) do município (4) outros

(2) No meio urbano:

- (1) do município (2) da RMC (3) outros.

6 e 7) Ocupação:

- (1) Agricultor (5) trabalho assalariado agrícola
(2) do lar (6) Trabalho assalariado não agrícola,
(3) Agroindústria (7) aposentado pensionista
(4) Estudante (8) Autônomo (9)Caseiro

III. CONDIÇÃO DO DOMICILIO:

3.1) Condições de moradia:

1. Abastecimento de água:
 - (1) Poço/Vertente individual (3) Rede pública
 - (2) Poço/Vertente Coletivo
2. Acesso à água encanada: (1) Sim (2) Não
3. Esgoto:
 - (1) Fossa séptica (3) Céu aberto
 - (2) Rede (4) Poço Negro
4. Destino dos dejetos humanos:
 - (1) Banheiro interno (3) Céu aberto
 - (2) Privada Externa,
5. Tipo de casa:
 - (1) alvenaria
 - (2) madeira
 - (3) mista – Condições: (1) Boa (2) Razoável (3) Precária
6. Rede Elétrica: (1) Sim (2) Não
 Tipo de fornecimento: (1) Público (2) Privado
7. Telefone: (1) Sim (2) Não
 Tipo de telefonia: (1) Fixo (2) Celular Rural (3) Celular
8. Lixo Doméstico:
 - (1) Queima (3) Céu aberto (5) Coleta Pública
 - (2) Enterra (4) Lixão comunitário

3.2) Veículos e equipamento domésticos:

Tipo	Quantidade
1. TV	
2. Geladeira	
3. Fogão a Gás	
4. Chuveiro Elétrico	
5. Freezer	
6. Rádio	
7. Parabólica	
Computador	
9. Máquina de Lavar Roupa	
10. Tanquinho	
11. Carro	
12. Moto	
13. Bicicleta	

VI. ACESSO AOS SERVIÇOS

4.1) Educação (da Família)

Tipo	1. Público	2. Privado
1. Ensino de 1ª a 4ª Série		
2. Ensino de 5ª a 8ª Série		
3. Ensino Médio		
4. Ensino Superior		

(1) Na Comunidade, (2) No núcleo rural, (3) no meio urbano do município, (4) outro município

4.2) Saúde

Tipo	1. Público	2. Privado
1. Médico		
2. Dentista		
3. Hospital		
4. Farmácia		

(1) Na Comunidade, (2) No núcleo rural, (3) no meio urbano do município, (4) outro município

4.3) Assistência Social

1. Cesta Básica: 1. Sim () 2. Não ()
2. Bolsa Família: 1. Sim () 2. Não ()
3. Bolsa Escola: 1. Sim () 2. Não ()
4. Bolsa do Programa de erradicação do trabalho infantil: 1. Sim () 2. Não ()
5. Outros Benefícios: 1. Sim () 2. Não () _____.

4.4) Transporte

1. Transporte coletivo público: 1. Sim () 2. Não ()
2. Transporte coletivo privado: 1. Sim () 2. Não ()
3. Carro próprio: 1. Sim () 2. Não ()
4. Outros: 1. Sim () 2. Não () _____.

4.5) Participação na vida da comunidade e do município

	Participação	Sócio	Membro/Diretoria
1. Igreja			
2. Associação Agricultor			
3. Clube das Mães			
4. ONG's			
5. APM's			
6. Sindicato dos Trabalhadores Rurais			
7. Sindicato Rural			
8. Conselhos			
9. Cooperativas Agropecuárias			

V. UTILIZAÇÃO DA ÁREA E PRODUÇÃO

5.1)

Estabelecimento	1. Proprietário	2. Arrendatário	3. Parceiro	4. Meeiro	5. Ocupante	6. Total
1. Área						
2. Cultiva?						

2) 1. Sim 2. Não.

5.2) Utilização da área (ha):

Tipo de uso	1.Área
1. Lavoura temporária	
2. Lavoura permanente	
3. Horta e pomar doméstica	
4. Mata plantada	
5. Mata natural	
6. Pastagem plantada	
7. Pastagem natural	
8. Pousio	
9. Outros usos	
10. Sem uso	

5.3) Técnicas de uso e conservação

- | | | |
|---|------------|------------|
| 1. Curvas de nível: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 2. Consórcio de Produtos: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 3. Rotação de Culturas: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 4. Queimadas: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 5. Adubação Verde: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 6. Plantio direto: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 7. Sistemas Agroflorestais e Agrossilvopastoril: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 8. Existem nascentes, sangas e córregos? | 1. Sim () | 2. Não () |
| 9. Existe mata ciliar nestas áreas de nascentes e córregos? | 1. Sim () | 2. Não () |
| 10. Existe proteção artificial nas nascentes: | 1. Sim () | 2. Não () |

5.4) Usos e problemas com recursos naturais

- | | | |
|---|------------|------------|
| 1. Existem tipos diferentes de solos: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 2. Existem erosões de solos: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 3. Existem cultivos em áreas quebradas: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 4. Utiliza madeira da propriedade: | 1. Sim () | 2. Não () |
| 5. Utiliza água da propriedade: | 1. Sim () | 2. Não () |

Finalidade:

- | | |
|--|---|
| 1. Irrigação () | 3. Limpeza de máquinas e equipamentos () |
| 2. Abastecimento de pulverizadores () | 4. Criação () |

5.5) Destino das embalagens de agrotóxicos e produtos veterinários

1. Recolhido pela SEAB ou empresas: 1. Sim () 2. Não ()
 2. Queima na propriedade: 1. Sim () 2. Não ()
 3. Enterra na propriedade: 1. Sim () 2. Não ()
 4. Reutiliza: 1. Sim () 2. Não ()
 5. Deixa a céu aberto: 1. Sim () 2. Não ()
 6. Armazena na propriedade: 1. Sim () 2. Não ()

5.6) Assistência técnica: 1. Sim () 2. Não ()

1. Secretária Municipal () 5. SEBRAE ()
 2. Emater () 6. ONG's ()
 3. Privada () _____ (nome) 7. Universidade ()
 4. SENAR () 8. Outros ()

5.7) Integração: 1. Sim () 2. Não ()

- (1) Fumageira (2) aves (3) outros

5.8) Produção agrícola nos últimos 12 meses

1) Culturas		
2) Área plantada		
3) % de perda		
4) Quantidade colhida Total (Kg, Maço, ton)	1. Venda	
	2. Consumo	
5) Para quem vende		
6) Calcário		
7) Adubo Químico		
8) Adubo Orgânico		
9) Agrotóxicos	1. Ins.	
	2. Fun.	
	3. Her.	
10) Sementes	1. Cert.	
	2. Prop.	

- 1 Seqüência de culturas por importância na geração de renda e horta e pomar caseiros.
 (1) Cooperativa (5) Feiras
 (2) Supermercado (6) CEASA
 (3) Empresas agropecuárias (7) Intermediários
 (4) Direito ao Consumidor (8) Outros (Quem?)

Uso de tecnologia (do 6 ao 10): (1) Sim (2) Não.

5.9) Produção animal nos últimos 12 meses

Criações	1.Quantidade Total	2.Quantidade Vendida	3.Quantidade Consumida
1.Bovino de corte			
2.Bovino de Leite			
3.Suíno			
4.Ovino			
5.Caprino			
6.Equíno			
7.Aves			
8.Peixe			
TOTAL			

5.10) Principais derivados da produção animal nos últimos 12 anos

Produto	1.Quantidade Total	2.Quantidade Vendida	3.Quantidade Consumida

5.11) Principais produtos artesanais agrícolas e não agrícolas nos últimos 12 meses

Produto	1.Quantidade Total	2.Quantidade Vendida	3.Quantidade Consumida

5.12) Renda bruta nos últimos 12 meses – em R\$

Descrição	Renda (R\$)
1.Produção Agrícola	
2.Produção pecuária	
3.Derivados da produção vegetal e animal	
4.Aposentadoria e pensões	
5.Renda não agrícola	
6.Arrendamento de terras	
7.Aluguel de máquinas	
8.Renda trabalho agrícola fora do estabelecimento	
9.Programas sociais	
10.Outros	
Renda Total	

VI. INFRAESTRUTURA

6.1) Veículos e Equipamentos para produção do estabelecimento

Tipo	
1. Caminhão	
2. Trator	
3. Grade	
4. Motores	
5. Pulverizador mecânico	
6. Plantadeira	
7. Colheitadeira	
8. Micro-trator	
9. Ordenhadeira mecânica	
10. Pulverizador costal	
11. Arado/aiveca	
12. Carroça	
13. Carpideira/cultivador	
14. Riscadeira/Bico de pato	
15. Alterador	

6.2) Veículos e Equipamentos para produção da associação ou comunidade

Tipo	
1. Caminhão	
2. Trator	
3. Grade	
4. Motores	
5. Pulverizador mecânico	
6. Plantadeira	
7. Colheitadeira	
8. Micro-trator	
9. Ordenhadeira mecânica	
10. Pulverizador costal	
11. Arado/aiveca	
12. Carroça	
13. Carpideira/cultivador	
14. Riscadeira/Bico de pato	
15. Alterador	

6.3) Construções

Tipo	
Área (m ²)	
1. Silos	
2. Galinheiros	
3. Estrebaria	
4. Galpões	
5. Estufas	
6. Granjas	
7. Tanques	
8. Casa	
9.	

VII.FINANCIAMENTO

Tipo de financiamento	1.Fonte financiadora	2.Valor Financiado
Investimento		
1. 2003/2004		
2. 2001/200		
3. 1999/2000		
4. 1997/1998		
Custeio		
1. 2003/2004		
2. 2001/2002		
3. 1999/2000		
4. 1997/1998		

VIII.UTILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA NOS ÚLTIMOS 12 MESES

1.Mão de obra familiar:	1. Sim ()	2. Não ()	Número de pessoas ()
2. Empregados permanentes:	1. Sim ()	2. Não ()	Número de pessoas ()
3. Empregados temporários:	1. Sim ()	2. Não ()	Número de pessoas ()
4. Troca de dias:	1. Sim ()	2. Não ()	Quantidade de dias ()
5. Participa de mutirão:	1. Sim ()	2. Não ()	Número de pessoas ()

ANEXO 02 - LIMITES E POTENCIALIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DO
RURAL NUMA PERSPECTIVA SOCIO AMBIENTAL-
QUESTIONÁRIO COLETIVO TURMA VII

**LIMITES E POTENCIALIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DO RURAL NUM
QUESTIONÁRIO COLETIVO TURMA VII**

Responsável (pela entrevista): _____

Data da entrevista: ___/___/___

Comunidade: _____

BLOCO I – CARACTERIZAÇÃO E ORIGEM DA FAMÍLIA

1. Identificação da família e parentes que moram no mesmo sítio

Nome Completo	Grau de Parentesco	Local de Nascimento	Mês/ Ano de Nascimento	Último Local de Morada antes do atual	Ano de saída do último local de morada antes do atual	Local de moradia no sítio (*)

Identificar se: (1) Moram na mesma casa; (2) moram em casa diferente, mas no mesmo sítio/lote

1. A. Identificação dos filhos que moram fora

Nome Completo	Mês/ ano de Nascimento	Local de Nascimento	Local de moradia (comunidade / município/estado)	Motivo da saída da comunidade (*)	Ano de saída da comunidade

(*) Identificar se: (1) casamento, (2) trabalho, (3) estudo, (4) tratamento de saúde, (5) outros: _____

2. Existem membros da família que trabalham fora?

Quem? (colocar o grau de parentesco)	Tipo de trabalho (agrícola, serviços, comércio etc.)	Local de trabalho	Freqüência (diário, semanal, sazonal, etc.)

3. Possui outros parentes morando na mesma comunidade e/ou no município? Em caso afirmativo, preencher:

Nome e Sobrenome do Parente	Grau de Parentesco	Local de Moradia	Freqüência de visitas que fazem entre si

4 Se a família e/ou o morador veio de outra comunidade, o que motivou a mudança?

- () terra é mais barata
 () casamento
 () para ficar perto da família
 () herdou terra
 () por que tem trabalho
 () outro _____

5. Qual a renda estimada da família? (últimos 12 meses)

Tipo de renda	Valor R\$	Freqüência (mensal ou anual)
Produção agrícola		
Produção pecuária		
Produção florestal e derivados (lenha, carvão etc.)		
Derivados produção vegetal e/ou animal		
Aposentadoria e pensões		
Arrendamento de terras		
Aluguel de máquinas		
Bolsa família		
PETI		
Trabalho fora		
Outra (qual? _____)		
Renda total estimada		

BLOCO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE DA TERRA e da FORÇA DE TRABALHO

6. Característica da propriedade

a. Tamanho da propriedade (colocar medidas em hectares)

- i. Qual é área total da Propriedade _____
- ii. A propriedade é () única ou () partes separadas
- iii. Qual a área utilizada para produção (comercial e/ou consumo) _____
- iv. Qual a área na propriedade com mata nativa ? _____

b. Como conseguiu a terra?

- () Herança ano _____
- () compra ano _____ valor da compra _____
- () outro. Qual? _____ ano _____

c. Título da propriedade

- i. A propriedade está no nome de quem? _____
- ii. Possui o título da terra? () sim () não
- iii. Em caso afirmativo, qual a forma do título?
 - () registrado em cartório
 - () Termo de Ajustamento de Conduta –TAC- do IBAMA?
 - () outro _____

d. Tem reserva legal averbada no IBAMA ?

- () sim () não. Qual a área em hectares? _____

e. Já foi multado pelo IBAMA?

- () sim () não. Em caso afirmativo, qual o motivo? _____

f. Qual o valor, hoje, estimado da propriedade? _____

g. Qual o preço médio da terra na comunidade? _____

h. Arrenda parte do seu lote para outro?

- () sim () não. Em caso afirmativo, qual o tamanho em hectares? _____

i. Arrenda terra de outro para plantar? () sim () não

- i. Em caso afirmativo, qual o tamanho em hectares? _____
- ii. Qual o local em que arrenda a terra?
 - () na mesma comunidade () no mesmo município () outro _____
- iii. Tem alguma parceria no uso da terra? (qual o tipo?) _____

j. Tem reflorestamento na propriedade () sim () não. Em caso afirmativo, responder:

i. Qual o tipo de reflorestamento:

() Pinus () Eucalipto () Bracatinga () Pinheiro () outros

ii. Qual o motivo:

() para vender para a reflorestadoras () recuperação de solo
 () para fazer carvão () recuperação da mata ciliar
 () agrofloresta () Outros _____
 () para consumo no sítio (fogão, palanques, construção)

k. Principais mudanças no lote/sítio nos últimos 10 anos:

Modalidade	Tipo de mudança (marcar com um X)		
	Diminuiu	Na mesma	Aumentou
Tamanho da propriedade			
área de matas nativas			
Área de reflorestamento exótico (pinus, eucalipto)			
Área de pastagem			
Área de agricultura			
Extração de madeiras para carvão			
Contaminação da água			
Quantidade de água nos cursos d'água			
Assoreamento dos rios			
Vegetação na beira dos rios			
Quantidade de água nas nascentes			
Vegetação nas nascentes (APP)			
Fertilidade dos solos			
Erosão			
Restrição de uso da terra na propriedade			
Contaminação do solo			
Uso de agrotóxico			
Plantio de culturas orgânicas			
Presença de animais silvestres			
Presença de pássaros			
Presença de insetos			

l. A área disponível para uso é suficiente para você e sua família? () sim () não

m. Sente necessidade de aumentar a propriedade () sim () não

i. Em caso afirmativo, qual o motivo:

() para dividir entre os/as filhos/as () outro _____
 () para cultivar reflorestamento () turismo rural
 () para aumentar a produção
 () por que tem restrição de uso (solo 'fraco')
 () por que tem restrição de uso (muito curso d'água)
 () por que tem restrição de uso (solo 'quebrado'e/ou erosão)

7. Utilização da força de trabalho

a. Contrata mão de obra fora? () sim () não

b. Se contrata mão de obra externa, responder as questões abaixo, considerando os últimos 12 meses:

- i. Quantas pessoas contratam? _____
- ii. Contrata para qual tipo de trabalho? _____
- iii. Qual a frequência (por quanto tempo)? _____
- iv. Qual a modalidade de pagamento (diária, serviço, troca de dia, outros)? _____
- v. Quem contrata? _____

c. Tem algum contrato de integração (frango, suínos, fumo, outros)? _____

- i. Com quem é o contrato _____
- ii. Tipo de contrato (formal ou verbal) _____
- iii. Tipo de serviço _____
- iv. Período de vigência (1 safra, 2 anos, outros) _____

d. Estabelece contrato de parceira com outras pessoas? () sim () não

- i. Em caso afirmativo, qual a forma de parceria? _____

8. Relação com o mercado

Produto	Quem vende	Preço (R\$)	Quantidade	Período (?)	Local em que vende

9. Atividade produtiva desenvolvida

Atividade	S ou N	Quem faz	Volume produção	Número safras por ano	Área Plantada
Milho					
Feijão					
Soja					
Olericultura					
Leite					
Galinhas – quintal					
Horta – consumo					
Aviário					
Suínos					
Carvão					
Lavadeira					
Transporte para CEASA					
Queijos					
Doces					
Compotas / conservas					
Fumo					
Reflorestamento (pinus/eucalipto)					

BLOCO 3 – POLÍTICAS PÚBLICAS E PARTICIPAÇÃO SOCIAL

10. Quais são as políticas públicas que você conhece, e quais a família tem acessado?

Política Pública	Conhece a política? (S ou N?)	Acessou a política? (S ou N?)	Ano em que acessou a política pública
Crédito (qual? _____)			
PSH Rural (construção de moradias)			
Manutenção de vias pela prefeitura			
PAA / CONAB			
Comercialização (qual? _____)			
Seguro Agrícola			
Assistência técnica – EMATER			
Assistência técnica privada			
Previdência Rural			
Bolsa Família			
Outra. (Qual? _____)			

5.A – Possui alguma dívida bancária produtiva? (qual, de que ano, e tem conseguido pagar?) _____

11. Participação social da família (social, religioso, político, econômico)

Organização	Quem da família participa	É associado? (S ou N)	Local da atividade	Frequência da atividade
Clube de mães				
Sindicato Rural				
Associação do trator				
Associação da água				
Cooperativa (qual?) _____				
Associação informal de venda				
Associação formal (qual?) _____				
Conselho municipal de saúde				
Conselho municipal de educação				
Conselho Tutelar				
Conselho de Desenv. Rural				
Grupo de Oração				
Equipe de missa e/ou culto				
Grupo de jovens				
Grupo de esporte				

BLOCO 4 – USO DOS RECURSOS NATURAIS**12. Quais foram as principais mudanças que ocorreram em nível de meio ambiente na comunidade?**

Modalidade	Tipo de mudança (marcar com um X)			Quando ocorreu (30, 20, 10 anos)	O que motivou a mudança?
	Diminuiu	Na mesma	Aumentou		
Florestas / áreas de matas nativas					
Reflorestamento exótico (pinus, eucalipto)					
Extração de madeiras para carvão					
Contaminação da água					
Quantidade de água nos cursos d'água					
Quantidade de água nas nascentes					
Assoreamento dos rios					
Vegetação na beira dos rios e nascentes					
Vegetação nas nascentes (APP)					
Fertilidade dos solos					
Erosão					
Restrição de uso da terra na propriedade					
Contaminação do solo					
Uso de agrotóxico					
Plantio de culturas orgânicas					
Presença de animais silvestres					
Presença de pássaros					
Presença de insetos					

BLOCO 5 – PROJETOS DE VIDA

13. Onde pensa que você vai estar daqui a 10 anos? _____
14. Como pensa o futuro dos filhos homens? _____
15. Como pensa o futuro das filhas mulheres? _____
16. Se você tiver que mudar que mudar da comunidade, isto será: () bom () ruim
17. Como pensa o futuro da comunidade? _____
18. Quais são as maiores dificuldades na comunidade? _____
19. Quais são as vantagens de viver no campo? _____
20. Quais as desvantagens de se viver no campo? _____
21. Qual a sua opinião sobre Curitiba? _____
22. Qual a sua opinião sobre a cidade (do município)? _____
23. Como o pessoal da cidade vê o agricultor do campo? _____
24. O que mais marcou (de mudança) na vida da comunidade nos últimos anos? (quando foi e qual o motivo?) _____.

ANEXO 03 - QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL SOBRE O MANEJO DA FERTILIDADE E DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL SOBRE O MANEJO DA FERTILIDADE E DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Nome do entrevistado:.....data/...../.....

Nº do entrevistado:..... Comunidade:.....

Bloco I - O processo de produção: levantamento detalhado de cada cultura e pecuária, para saber a lógica geral de reprodução da fertilidade, do manejo do solo e da propriedade.

01. O que você faz para manter a fertilidade de sua propriedade?

Modalidade	Tipo de mudança (marcar com um X)			A cada quanto tempo e fórmula	Em qual a área é utilizado? (Identificar visualmente e quantitativamente)
	sim	não	Quantidade anual? Próprio ou comprado?		
Usa calcáreo					
Usa adubo químico (formulado)					
Usa uréia					
Usa cama de aves (frangos, peru ou poedeiras)					
Usa esterco curtido puro (gado, suínos, ovinos ou cavalo)					
Usa compostagem					
Usa substrato de champignon					
Pós de rocha					
Pós fosfatados (fosfato de gafsa, ARAD, termofosfatos)					
Super triplo					
Super simples					
Outros					

1.1 Que culturas ou rações são utilizadas para alimentar animais:

Cultura	Quantidade anual em toneladas	Destino gado marcar com "X"	Destino aves marcar com "X"	Destino suínos marcar com "X"	Comprado (C) Próprio (P)
Milho grão					
Milho silagem					
Mandioca					
Cará e inhame					
Concentrados					
Ração formulada					
Farelo de soja					
Farelo de trigo					
Casquinha de trigo					
Casquinha de soja					
Pastagem em geral					
Sal mineral					
Núcleo mineral					
Sal comum					
Outros					

* Gado: bovino leite () corte () ovinos () caprinos ()

Aves: Galinha caipira () patos e gansos () perus () frangos de corte ()

2. Qual o tipo de manejo do gado que você desenvolve na sua propriedade?

1 () Não tem gado

2 () tenho pouco gado e deixo num piquete, tratando nos períodos de pouco pastagem

3 () tenho até 5 piquetes onde eles pastoreiam

4 () tenho até 5 piquetes onde eles pastoreiam mas também complemento alimentação cortando pasto de dando a eles no cocho

6 () tenho entre 6 e 12 piquetes, dou silagem e ração

7 () tenho Pastoreio Racional Voisin

03. Faz rotação de culturas? () Sim () Não. Descrever o tipo de rotação:.....

04. Faz consorciação de culturas? () Sim () Não

Marcar abaixo o tipo de consorciação

cultura	milho	feijão	soja	inhame	Mandioca	Hort folh	cebola	Brócolis	repolho	Couve flor	Past	trevo
milho												
feijão												
soja												
Inhame												
Mandioca												
Hortaliças folhosas												
Cebola												
Brócolis												
Cou flor												
Repolho												
Pantagem nativa												
trevo												
abóbora												

5. Qual o número de culturas que você cultiva em sua propriedade ao mesmo tempo?

Que tipo de plantas você usa?

() até 3 culturas

() de 8 a 10 culturas

() de 4 a 7 culturas

() mais de 10 culturas citar:.....

6. Como prepara o solo para plantio?

() Plantio Direto

() Cultivo Mínimo. Descrever como.....

() Plantio Convencional

7. O que você entende por fertilidade da sua propriedade

() 1- é a capacidade que a terra tem de produzir a cultura que você cultiva

() 2- quando o ambiente tem capacidade de desenvolver a vida de forma abundante.

8. Na sua visão, como está a fertilidade da sua propriedade?

() 1-Melhorou

() 2-Continua a mesma

() 3-piorou. E por quê?

() 1- melhorou a produtividade

() 3-piorou a produtividade

() 2 mantém a produtividade

() 4 outras explicações.....

9. Como maneja plantas espontâneas?

() 1- Deixa crescer e incorpora mecanicamente

() 2- desseca

() 3- não permite que nasçam aplicando herbicida pré-emergente

() 4- aplica um herbicida pós-emergente inicial

() 5-faz capina mecânica antes da competição com a cultura, se necessário.

10. Na sua opinião, que importância tem a biomassa ou a matéria orgânica para a fertilidade de sua propriedade?

- 1- Muito importante 3- nenhuma importância
 2- média importância

11. Se a biomassa ou a matéria orgânica é importante, quais as práticas que você usa para produzir biomassa ou para manter ou ampliar matéria orgânica?

- 1- deixa a área descansando para as plantas espontâneas se desenvolverem
 2- Controla as plantas espontâneas só na fase inicial da cultura
 3- planta adubo verde
 4- tenta deixar sempre o solo coberto
 5- compra adubo orgânico
 6- Nunca queima restos de cultura

12. Existe áreas de perda de fertilidade na sua propriedade?

- 1- erosão do solo
 2- queima de matéria orgânica pelo uso de fogo
 3- perda de esterco e urina nos arredores das pocilgas, estrebarias e aviários
 4- outras

13. Que limites você identifica para manter ou ampliar a fertilidade de sua propriedade?

- 1- alto custo dos fertilizantes
 2- dificuldade para adquirir esterco curtido
 3- distância e custo elevado do frete
 4- falta de conhecimento sobre a melhor forma de ampliar a fertilidade
 5- falta de assistência técnica
 6- Falta de mais terra para fazer rotação de culturas e adubação verde

14. Qual a cultura mais importante economicamente?

15. Qual a cultura que mais usa mão-de-obra?.....

ANEXO 5 - LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO- ROTINA + FRAÇÃO ARGILA E A NECESSIDADE DE CALCÁRIO PARA V2= 70%.

LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO- ROTINA + FRAÇÃO ARGILA E A NECESSIDADE DE CALCÁRIO PARA V2= 70%.

Agricul tor	pH		Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg	Argila	NC*
	CaCl ₂	SMP	Cmol/dm ³							mg/dm ³		g/dm ³	%	%		g/kg	t/ha
05	6,2	6,9	0,0	2,5	5,2	2,1	0,16	7,46	9,96	16,2	-	14,8	75	0	2,5	400	0,0
94	5,6	6,6	0,0	3,2	4,0	1,2	0,46	5,66	8,86	111,2	-	11,8	64	0	3,3	300	0,531
50	4,7	5,8	0,4	5,8	2,7	0,9	0,17	3,77	9,57	2,1	-	13,6	49	10	3,0	350	2,966
19	6,1	6,7	0,0	3,0	5,0	2,0	0,4	7,4	10,4	47,6	-	18,4	71	0	2,5	325	0,0
41	5,0	6,1	0,0	4,6	3,2	1,3	0,12	4,62	9,22	4,9	-	17,2	50	0	2,5	350	1,844
66	5,7	6,6	0,0	3,2	4,8	2,0	0,17	6,97	10,17	20,2	-	14,8	69	0	2,4	350	0,10
63 -1	5,7	6,2	0,0	4,3	5,4	2,1	0,3	7,8	12,1	16,2	-	25,1	64	0	2,6	300	0,726
63- 2	4,6	5,3	0,8	8,4	3,4	1,1	0,18	4,68	13,8	4,02	-	27,5	36	15	3,1	350	4,692
27	4,7	6,1	0,3	4,6	3,1	0,5	0,34	3,94	8,54	102,5	-	12,4	46	7	6,2	350	2,04
22	4,5	5,8	0,5	5,8	3,5	1,0	0,37	4,87	10,67	25,1	-	13,6	46	9	3,5	400	2,56
95	5,2	6,1	0,0	4,6	5,0	1,5	0,33	6,83	11,43	13,7	-	16,6	60	0	3,3	350	1,146
93	5,1	6,4	0,0	3,7	4,0	0,8	0,32	5,12	8,82	29,0	-	14,2	58	0	5,0	300	1,05
16	5,2	6,4	0,0	3,7	4,1	1,1	0,34	5,54	9,24	17,6	-	13,6	60	0	3,7	400	0,924
61	4,6	5,3	0,9	8,4	3,4	1,1	0,18	4,68	13,8	3,02	-	27,5	36	15	3,1	350	4,692
78	6,7	7,1	0,0	2,2	10,7	2,1	0,61	13,41	15,61	130,80	-	14,8	86	0	5,1	400	0,00
87	6,4	6,9	0,00	2,7	6,9	2,0	0,49	9,39	12,09	11,80	-	16,6	78	0	3,5	500	0,00
86	5,4	5,9	0,0	5,4	5,8	1,1	0,95	7,85	13,25	47,60	-	20,8	59	0	5,3	425	1,457

*NC- Necessidade de calcário

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

ANEXO 6 - SISTEMATIZAÇÃO DAS RESPOSTAS FORMULADAS NO QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL.

SISTEMATIZAÇÃO DAS RESPOSTAS FORMULADAS NO QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL.

Agricultor	comunidade	Sistema de produção ¹	Preparo do solo ²	Controle de plantas espontâneas ³	NPK (Kg.ha ano ⁻¹)	Argila (g/Kg)	V (%)	Calcário (Kg.ha ano ⁻¹)	C% (g/dm ³)	Classe de solo
95	Postinho	1: F/M	Tipo 1	mec./quím	122	350	60	830	16,6	Latossolo
66	Postinho	1: F/M	Tipo 1	mec./quím	111	350	69	1250	14,8	Latossolo
50	Postinho	1: F/M	Tipo 1	mec./quím	115	350	49	300	13,6	Latossolo
63(1)	Postinho	2: M/FJ/H/A	Tipo 1	mecânico	33	300	64	830	25,1	Cambissolo
63(2)	Postinho	3: M/FJ/H/A	Tipo 1	mecânico	33	350	36	00	27,5	Cambissolo
41	Postinho	4: M	Tipo 1	mecânico	66	350	50	1000	17,2	Latossolo
61	Postinho	4: M	Tipo 1	mec./quím	100	350	36	1000	27,5	Latossolo
5	Santo Amaro	5: M/AV	Tipo 1	mec./quím	211	400	75	555	14,8	Argissolo
87	Mergulhão	6: L/H	Tipo 1	mec./quím	833	475	78	1000	16,6	Latossolo
86	Mergulhão	7: H	Tipo 1	mecânico	733	425	59	1000	20,8	Gleissolo
78	Mergulhão	7: H	Tipo 1	mec./quím	672	400	86	1250	14,8	Gleissolo
93	Santo Amaro	8:H/M	Tipo 1	mec./quím	288	300	58	300	14,2	Cambissolo
22	Santo Amaro	8:H/M	Tipo 1	mec./quím	306	400	46	0,0	13,6	Cambissolo
94	Santo Amaro	8:H/M	Tipo 1	mec./quím	390	300	64	300	11,8	Cambissolo
16	Santo Amaro	9:H/M	Tipo 1	mec./quím	225	400	60	200	13,6	Argissolo
19	Santo Amaro	9:H/M	Tipo 1	mec./quím	212	325	71	250	18,4	Argissolo
27	Santo Amaro	10:H	Tipo 1	mec./quím	255	350	46	0,0	12,4	Cambissolo

QUADRO 9- CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES ESTUDADOS

FONTE: O AUTOR (2008).

¹ Refere-se à atividade de maior importância econômica e de utilização de mão de obra familiar, em ordem decrescente, sendo que um mesmo produtor pode ter um ou mais sistemas de produção concomitantemente. F= fumo; M= milho; CF= consumo familiar; H= hortaliças e; L=leite; A=animais; FJ= feijão AV= aviário

² Refere-se ao tipo de preparo do solo: Tipo 1- Sistema de plantio convencional, caracterizado por revolvimento intensivo do solo através de aração e gradagem ou; enxada rotativa e encanteiramento ou; aração tração animal, gradagem e sulcamento. Tipo 2- Sistema de plantio

direto, caracterizado por aplicação de herbicida dessecante das plantas de cobertura do solo para posterior plantio direto sobre a palha. Tipo 3- cultivo mínimo.

³ Controle mecânico refere-se a capina manual, capina tração animal ou ambas. Controle químico refere-se à aplicação de herbicida pós-emergente na fase inicial das plantas espontâneas.

		Questão 2- Qual o tipo de manejo do gado que você desenvolve na sua propriedade?						
Comunidade	N	1	2	3	4	5	6	7
Santo Amaro	05		x					
	16		x					
	19	x						
	22		x					
	27		x					
	93					x		
Postinho	41		x					
	50		x					
	61		x					
	63					x		
	66		x					
	95		x					
Mergulhão	78	x						
	86	x						
	87						x	
Total de Citações:		3	9	1	1	1	1	0
Percentagem		18,75	56,25	6,25	6,25	6,25	6,25	0
Legenda: 1() Não tem gado 2() tenho pouco (>5 animais) gado e deixo num piquete, tratando nos períodos de pouco pastagem 3() tenho até 5 piquetes onde eles pastoreiam 4() tenho até 5 piquetes onde eles pastoreiam mas também complemento alimentação cortando pasto de dando a eles no cocho 6() tenho entre 6 e 12 piquetes, dou silagem e ração 7() tenho Pastoreio Racional Voisin								

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 03. Você faz rotação de culturas? Que tipo de rotação você faz?					
Comunidade	N	1	2	3	4	5	6
Santo Amaro	05					x	
	16	x					
	19	x					
	22	x					
	27			x			
	93	x					
	94	x					
Postinho	41					x	
	50						x
	61					x	
	63	x					
	66		x				x
Mergulhão	78			x			
	86			x			
	87				x		
Total de Citações:		6	1	3	1	3	3
Percentagem		37,5	6,25	18,75	6,25	18,75	18,75
Legenda: (1) milho/feijão/hortaliças/aveia (2) Milho/aveia/azevém/feijão; (hortaliças1/hortaliça2/hortaliça3/ hortaliça4 (4) milho/aveia e azevém/milho (5) milho/papua e descanso no inverno (6) Fumo/milho/papua e descanso no inverno.							

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 04. Você faz consórcio de culturas? Que tipo de consórcio você faz?								
Comunidade	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Santo Amaro Um	05									
	16	x		x						
	19	x								
	22									
	27									
	93									
	94	x								
Postinho	41									
	50									
	61									
	63	x	x	x	x			x	x	x
	66									
	95									
Mergulhão	78									
	86									
	87					x	x			
Total de Citações:		4	1	2	1	1	1	1	1	1
Percentual		25	6,25	12,5	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
Legenda: (1) milho e feijão; (2) milho e soja; (3) milho e cebola; (4) Inhame e soja (5) diversas pastagens misturadas em coquetel (6) pastagem nativa e trevo (7) milho e abóbora (8) mandioca e milho (9) milho feijão porco.										

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 05. Qual o número de espécies que você cultiva na propriedade ao mesmo tempo?			
Comunidade	N	1	2	3	4
Santo Amaro	05	x			
	16				x
	19				x
	22				x
	27	x			
	93			x	
	94				x
Postinho	41	x			
	50	x			
	61	x			
	63				x
	66			x	
	95	x			
Mergulhão	78			x	
	86	x			
	87	x			
Total de Citações:		8	3	1	4
Percentual		50	18,75	6,25	25
Legenda: (1) até 3 culturas; (2) de 04 a 07 culturas; (3) de 08 a 10 culturas; (4) mais de 10 culturas					

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 6. Como prepara o solo para plantio?		
Comunidade	N	1	2	3
Santo Amaro	05	x		
	16	x		
	19	x		
	22	x		
	27	x		
	93	x		
	94	x		
Postinho	41	x		
	50	x		
	61	x		
	63	x		
	66	x		
	95	x		
Mergulhão	78	x		
	86	x		
	87	x		
Total de Citações:		16		
Percentual		100	0	0
Legenda: 1 Plantio Direto; 2 Plantio Convencional; 3 Cultivo Mínimo				

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008).

		Questão 07. O que você entende por fertilidade?	
Comunidade	N	1	2
Santo Amaro	05	x	
	16	x	x
	19	x	
	22	x	
	27	x	
	93	x	
	94	x	x
Postinho	41	x	
	50	x	
	61	x	
	63	x	x
	66	x	
	95	x	
Mergulhão	78	x	
	86	x	
	87	x	
Total de Citações:		16	3
Percentual		100	18,75
Legenda: () 1-É a capacidade que a terra tem de produzir a cultura que você cultiva () 2- É quando o ambiente tem capacidade de desenvolver a vida de forma abundante.			

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 8- Na sua visão, como está a fertilidade da sua propriedade e por quê?		
Comunidade	N	1	2	3
Santo Amaro	05	x		
	16		x	
	19		x	
	22	x	x	
	27	x		
	93		x	
	94		x	
Postinho	41			x
	50			x
	61	x		
	63	x	x	
	66	x	x	
	95	x		
Mergulhão	78	x		
	86		x	
	87		x	
Total de Citações:		8	9	2
Percentual		50	56,25	12,5

Legenda: 1-Melhorou porque mantém a produtividade; 2- melhorou porque aumentou a produtividade; 3- piorou porque a produtividade tem diminuído

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 09. Como maneja plantas espontâneas				
Comunidade	N	1	2	3	4	5
Santo Amaro	05	x			x	
	16	x	x		x	x
	19	x			x	x
	22	x	x	x	x	x
	27		x			x
	93	x	x		x	x
	94	x	x		x	x
Postinho	41	x				x
	50		x	x	x	x
	61	x				x
	63	x				x
	66	x	x	x	x	x
	95	x	x	x	x	x
Mergulhão	78					x
	86					x
	87		x	x	x	
Total de Citações:		11	9	5	10	14
Percentual		62,5	56,25	31,25	62,5	87,5

Legenda: 1- Deixa crescer e incorpora mecanicamente; 2- desseca 3- não permite que nasçam aplicando herbicida pré-emergente; 4- aplica um herbicida pós-emergente inicial; 5-faz capina mecânica antes da competição com a cultura, se necessário.

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 10- Na sua opinião, que importância tem a biomassa ou a matéria orgânica para a fertilidade de sua propriedade?		
Comunidade	N	1	2	3
Santo Amaro	05		x	
	16	x		
	19	x		
	22	x		
	27			x
	93		x	
	94	x		
Postinho	41		x	
	50			x
	61		x	
	63	x		
	66	x		
	95	x		
Mergulhão	78			x
	86			x
	87		x	
Total de Citações:		7	5	4
Percentual		43,75	31,25	25
Legenda: 1- muito importante; 2- média importância; 3- nenhuma importância.				

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 11- Se a biomassa ou a matéria orgânica é importante, quais as práticas que você usa para produzir biomassa ou para manter ou ampliar matéria orgânica?					
Comunidade	N	1	2	3	4	5	6
Santo Amaro	05	x					x
	16	x	x	x	x	x	x
	19	x	x		x	x	x
	22	x	x		x	x	x
	27					x	x
	93	x	x	x	x	x	x
	94	x	x	x	x	x	x
Postinho	41						x
	50						x
	61	x	x			x	x
	63	x	x	x	x	x	x
	66	x	x		x	x	x
	95	x				x	x
Mergulhão	78					x	x
	86					x	x
	87				x	x	x
Total de Citações:		10	8	4	8	13	16
		62,5	50	25	50	81,25	100
Legenda: 1- deixa a área descansando para as plantas espontâneas se desenvolverem; 2- Controla as plantas espontâneas só na fase inicial da cultura; 3- planta adubo verde; 4- tenta deixar sempre o solo coberto; 5- compra adubo orgânico; 6- Nunca queima restos de cultura.							

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 12. Existe áreas de perda de fertilidade na sua propriedade?			
Comunidade	N	1	2	3	4
Santo Amaro	05	x		x	x
	16	x		x	
	19	x			
	22	x		x	x
	27	x			x
	93	x		x	x
	94	x		x	x
Postinho	41	x		x	x
	50	x		x	x
	61	x		x	x
	63				
	66	x		x	x
	95	x		x	x
Mergulhão	78	x			
	86	x		x	x
	87			x	x
Total de Citações:		16	0	12	12
Percentual		100	00	75	75

Legenda: 1- erosão do solo; 2- queima de matéria orgânica pelo uso de fogo; 3- perda de esterco e urina nos arredores das pocilgas, estrebarias e aviários; 4- área descoberta, que não está produzindo biomassa.

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

		Questão 13. Que limites você identifica para manter ou ampliar a fertilidade de sua propriedade?					
Comunidade	N	1	2	3	4	5	6
Santo Amaro	05	x			x	x	x
	16	x			x	x	x
	19				x	x	x
	22	x			x	x	x
	27	x			x	x	x
	93	x			x	x	x
	94	x			x	x	x
Postinho	41	x	x	x	x	x	
	50	x	x	x	x		x
	61	x	x	x		x	
	63		x	x	x	x	
	66	x	x	x	x	x	
	95	x	x	x	x	x	
Mergulhão	78	x			x	x	x
	86	x			x	x	x
	87	x			x	x	x
Total de Citações:		14	6	6	15	15	11
Porcentagem		87,5	37,5	37,5	93,75	93,75	68,75

Legenda: 1- Alto custo dos fertilizantes; 2- dificuldade para adquirir esterco curtido; 3- distância e custo elevado do frete; 4- falta de conhecimento sobre a melhor forma de ampliar a fertilidade; 5- falta de assistência técnica; 6- Falta de mais terra para fazer rotação de culturas e adubação verde

FONTE: DADOS DA PESQUISA DE CAMPO (2008).

