

29

LOURDES HENCHEN RITTER SIMÕES

Biblioteca



12960029

INFLUÊNCIA DA COBERTURA PEDOLÓGICA NA UTILIZAÇÃO DO SOLO NA  
LOCALIDADE DE BENFICA, MUNICÍPIO DE ITUPIRANGA, PA.

BELÉM

2004

1296  
1296  
1296

1296

LOURDES HENCHEN RITTER SIMÕES

INFLUÊNCIA DA COBERTURA PEDOLÓGICA NA UTILIZAÇÃO DO SOLO NA  
LOCALIDADE DE BENFICA, MUNICÍPIO DE ITUPIRANGA, PA.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo F. da S. Martins

BELÉM

2004

LOURDES HENCHEN RITTER SIMÕES

INFLUÊNCIA DA COBERTURA PEDOLÓGICA NA UTILIZAÇÃO DO SOLO NA  
LOCALIDADE DE BENFICA, MUNICÍPIO DE ITUPIRANGA-PA.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de mestre.

Aprovado em março de 2004

BANCA EXAMINADORA



---

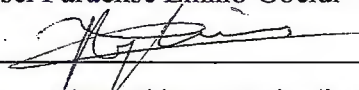
Prof. Dr. Paulo Fernando da Silva Marins  
Orientador

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



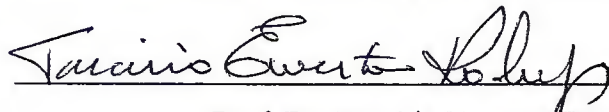
---

Dr.ª M.ª Thereza Ribeiro da Costa Prost  
Musel Paraense Emílio Goeldi - MPEG



---

PhD. Thierry Desjardins  
Institut de Recherche pour le Développement - IRD



---

Prof. Dr. Tarcísio Ewerton Rodrigues  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.

## AGRADECIMENTOS

Durante os dois anos que precederam a finalização desta dissertação obtive a orientação de pesquisadores excepcionais tanto para a execução da metodologia operacional realizada nos lotes de agricultores familiares, quanto na abordagem do método ao qual nos dispomos a utilizar durante este estudo. Tratam-se de Michel e Catherine Grimaldi, Paulo Martins, Miguel Cooper e Max Sarrazin, aos quais presto minha imensa gratidão.

Os esforços que Mireille Dosso e Alain Ruellan prestaram em favor da compreensão sobre a organização e funcionamento dos sistemas pedológicos, me foram essenciais para dar encaminhamento a este estudo. A eles meu muito obrigado, pela gentileza e companhia, e por terem me apresentado e me introduzido numa maneira singular de descoberta, compreensão e de melhor utilização do meio solo.

Aos fiéis colaboradores da área de estudo, seu Deurival, dona Benedita, os agricultores com os quais mantivemos relações de aprendizado, meus sentimentos de amizade e respeito.

Agradeço aos profissionais da UFRA e demais professores do curso, que contribuíram significativamente ao meu ensino e abordaram temas essenciais sobre o meio biofísico, para mim até então desconhecidos.

As colegas de curso Kátia Paiva, Lílian Linhares e Eliana Abreu, com as quais fiz amizade, minha gratidão carinhosa.

Ao meu esposo Aquiles Simões que durante este período me estimulou, não permitindo que eu desanimasse.

Pensar é mais importante que saber, mas é menos interessante que olhar.

(Goethe)

Criador da palavra morfologia

## RESUMO

O estudo do solo relacionado ao contexto da agricultura familiar em frente pioneira é importante para que se possa evidenciar as correlações entre os sistemas pedológicos em suas potencialidades e limitações em relação aos modos de utilização agrícola local. Basicamente a finalidade deste trabalho é de identificar a diversidade de tipos de solos em suas aptidões culturais e o modo como eles estão sendo utilizados pelos agricultores, através de observações morfológicas em três toposseqüências em solos formados sobre duas rochas: monzogranito e granodiorito, e de entrevistas com agricultores locais. Os resultados mostraram que existe uma diversidade de solos com diferentes potenciais agronômicos, possibilitando alternativas sustentáveis de agricultura e manejo. Esta diversidade de sistemas pedológicos, na maioria dos casos não é levada em consideração quando eles são utilizados pelos agricultores. No entanto, esta atitude decorre de uma estratégia de pecuarização, na qual os interesses estão ligados a valorização do lote com pastagem para posterior venda. Todavia, alguns agricultores adotam estratégias de diversificação do sistema de produção e conseqüentemente, as diferenças dos tipos de solos são consideradas. Neste caso o estabelecimento se apresenta mais sustentável, garantindo por um período maior a manutenção da capacidade produtiva do meio.

Palavras-chaves: Sistema Pedológico; Agricultura Familiar; Utilização Agrícola; Aptidão Cultural.

## RÉSUMÉ

L'étude du sol dans le contexte de l'agriculture familiale en front pionnier est importante pour mettre en évidence les corrélations entre les systèmes pédologiques, leurs potentiels et leurs limitations et les modes d'utilisation agricole locale. La principale finalité de ce travail est d'identifier la diversité des types de sols, leurs aptitudes culturales et comment ils sont utilisés par les agriculteurs, à partir d'observations morphologiques sur trois toposéquences de sols formées sur deux roches (monzogranite et granodiorite), et d'entretiens avec les agriculteurs locaux. Les résultats montrent qu'il existe une diversité de sols avec des potentiels agronomiques variés, offrant des alternatives durables pour l'agriculture et le maintien des exploitations. Cette diversité de systèmes pédologiques dans la plupart des cas n'est pas prise en compte par les agriculteurs. Cependant cette attitude est liée à une stratégie de production bovine dans laquelle les intérêts paraissent être la valorisation du lot en pâturage pour une vente future. Toutefois, quelques agriculteurs adoptent des stratégies de diversification du système de production et, alors, les différents types de sols sont considérés. Dans ce cas l'exploitation devient plus viable, garantissant pour une plus grande période le maintien de la capacité productive du milieu.

Mot-clès: Systèmes Pédologiques; Agriculture Familiale; Utilisation Agricole; Aptitude Culturelle

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
2.1. UMA ANÁLISE ESTRUTURAL PARA COMPREENDER A DIVERSIDADE DO SOLO NA PAISAGEM.....	13
2.2. CARACTERÍSTICAS DA ORGANIZAÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA DE MEIOS BIOFÍSICOS COMPARÁVEIS.....	17
2.3. UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA .....	21
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO MEIO.....	22
3.2. MÉTODOS.....	25
<b>3.2.1. Análise da organização da cobertura pedológica dos conjuntos I e II .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2. Modos de utilização agrícola do solo .....</b>	<b>27</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
4.1. ANÁLISE DA ORGANIZAÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA.....	28
<b>4.1.1. Solos sobre monzogranito.....</b>	<b>28</b>
4.1.1.1. Descrição morfológica da topossequência.....	28
4.1.1.1.1. <i>Estrutura dos horizontes no perfil.....</i>	<i>32</i>
4.1.1.1.2. <i>Porosidade dos horizontes no perfil.....</i>	<i>32</i>
4.1.1.1.3. <i>Relações entre os agregados e a porosidade.....</i>	<i>33</i>
4.1.1.2. Interpretação morfológica da topossequência.....	36
4.1.1.2.1. <i>O sistema pedológico.....</i>	<i>39</i>
<b>4.1.2. Solos sobre granodiorito.....</b>	<b>45</b>
4.1.2.1. Descrição das topossequências .....	45
4.1.2.1.1. <i>Topossequência maior.....</i>	<i>45</i>
4.1.2.1.2. <i>Topossequência menor.....</i>	<i>50</i>
4.1.2.2. Interpretação morfológica das topossequências.....	53
4.1.2.2.1. <i>Topossequência maior.....</i>	<i>53</i>
4.1.2.2.2. <i>Topossequência menor.....</i>	<i>54</i>
4.1.2.2.3. <i>Os sistemas pedológicos.....</i>	<i>55</i>
a) Topossequência maior.....	55
b) Topossequência menor.....	56

<b>4.1.3. Comparação entre os dois conjuntos.</b> .....	<b>58</b>
<b>4.1.4. Potencialidades e limitações dos sistemas pedológicos para a utilização agrícola.</b> .....	<b>61</b>
<b>4.2. MODOS DE UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DO SOLO</b> .....	<b>64</b>
<b>4.2.1. Conjunto I – rocha-mãe monzogranito.</b> .....	<b>64</b>
4.2.1.1. Atividades agrícolas diversificadas .....	64
4.2.1.2. Pecuarização.....	68
<b>4.2.2. Conjunto II – rocha-mãe granodiorito</b> .....	<b>70</b>
4.2.2.1. Atividades agrícolas diversificadas .....	70
4.2.2.2. Pecuarização.....	71
<b>4.2.3. Comparação entre os conjuntos I e II.</b> .....	<b>73</b>
<b>V. CONCLUSÕES</b> .....	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>77</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização de Benfica na Região de Marabá-PA -----	22
Figura 2.	Ocupação agropecuária da localidade de Benfica no ano de 2001 -----	24
Figura 3.	Topossequência sobre monzogranito -----	30
Figura 4.	Foto de erosão na pastagem -----	40
Figura 5.	Foto de hidromorfia na pastagem -----	40
Figura 6.	Topossequência maior sobre granodiorito -----	48
Figura 7.	Topossequência menor sobre granodiorito -----	51

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas na Amazônia reside no desafio de se encontrar formas sustentáveis de utilização das terras firmes na fronteira agrícola<sup>1</sup>. No sudeste paraense a não sustentabilidade dos estabelecimentos agrícolas familiares é devida, em parte, as estratégias que incluem a implantação de pastagens. Estas aumentam o preço da terra e podem eventualmente servir à especulação fundiária (De Reynal et al., 1995).

Chauvel et al. (1997) citam que historicamente o uso agrícola da terra firme na Amazônia se intensificou com a abertura das rodovias federais, a partir dos anos 70, o que desencadeou a exploração madeireira e a instalação de grandes fazendas bovinas, com a chegada de migrantes provenientes de diversas regiões do país que se instalaram nesta zona de fronteira agrícola. Nesse momento histórico se iniciaram profundas modificações no contexto da ocupação humana e da paisagem local. A floresta de terra firme, sobre os solos em sua maioria Latossólicos, começou a ser desmatada. Seguido ao desmatamento e após um período produtivo de alguns anos as terras cultivadas eram deixadas em pousio, para o crescimento da juquira permitindo a regeneração da fertilidade, ou em alguns casos transformada em pastagens, que por muitas vezes se degradavam e eram abandonadas. Todavia, certos agricultores graças a experiência adquirida e por intermédio de um controle constante da carga animal e da cobertura vegetal conseguiam fazer com que suas pastagens resistissem por um período maior que dez anos, mesmo sobre solos pobres e sem uso de fertilizantes.

Esses agricultores vindos de diversos lugares do país através das vias rodoviárias possivelmente não conheciam as possibilidades de utilização da floresta nativa local, pois não detinham os conhecimentos tradicionais necessários para valorizá-la em sua biodiversidade, extraindo dela seus remédios, diversos alimentos vegetais e animais, matéria-prima para fazer suas casas, comercializar, trocar, etc. como o faziam os que os antecederam (coletores de castanha-do-Pará, por exemplo). Ao contrário dos coletores, para a grande maioria dos colonizadores imigrantes, a floresta era vista como um obstáculo que deveria ser superado,

---

<sup>1</sup> Fronteira agrícola é um espaço recentemente aberto, com certa violência, a novos fluxos populacionais e a novas atividades econômicas que vem romper com o equilíbrio econômico e social (até ambiental) da região "arrombada". Um espaço em processo de transformação, de reestruturação e de remodelagem orientado por critérios e lógica exógenos (Velho, 1972; Hébette, 1990 apud Hébette, 1996).

para que se pudesse produzir e sobreviver naquela zona. Assim, a utilização do espaço foi realizada sem a devida consideração ambiental por grande parte dos agricultores familiares recém instalados. Todavia, sempre são encontrados exemplos de famílias que adotam estratégias sustentáveis de usos dos recursos biofísicos, mantendo níveis de qualidade de vida satisfatórios à sua reprodução social.

Os solos são muito pouco conhecidos e levados em consideração quando se pretende realizar uma atividade agrícola (talvez porque não possam ser facilmente observados) tanto pelos agricultores, como pelos elaboradores de políticas agrícolas. É evidente que essa ausência de consideração tem causado problemas sérios de sustentabilidade neste meio. Isto porque, ao se considerar homogêneos os diferentes tipos de solos do lote, como se eles tivessem as mesmas características e o mesmo potencial, se limitam as possibilidades de sua utilização e a tendência passa a ser a da exploração deste recurso de acordo com as capacidades do mercado e não do meio biofísico.

Por isso é importante que se conheçam as aptidões agrícolas dos solos para que se faça o melhor uso do potencial que ele oferece. A identificação de formas sustentáveis de utilização da terra pressupõe um bom entendimento do papel do solo, de seu funcionamento e de suas relações com demais integrantes do meio ambiente. Além disso, é necessário estudar as formas de utilização reais, praticadas no meio rural, a fim de que se encontre alternativas compatíveis com os meios de produção dos agricultores.

Neste contexto as perguntas que direcionam a presente pesquisa procuram evidenciar as características do meio biofísico e as ações dos agricultores na tentativa de se verificar como eles se relacionam com o meio. Elas são as seguintes:

Os sistemas pedológicos presentes na localidade apresentam uma variabilidade de aptidões culturais que possibilita sua utilização mais sustentável que os modos de uso atuais?

Os agricultores levam em conta as diferenças de aptidão dos solos em seu sistema de produção?

Assim a hipótese de trabalho que busca elucidar os questionamentos feitos é a seguinte:

Na localidade há uma diversidade de solos com potenciais de aptidão cultural variados, que podem ser mais bem utilizados do que exclusivamente com pastagem, permitindo a implantação de atividades mais sustentáveis e mais adaptadas às condições do meio ambiente.

Para satisfazer a hipótese levantada, os objetivos adotados no desenvolvimento do trabalho são:

- 1 - Descrever a diversidade da cobertura pedológica em dois lotes de uma localidade de fronteira agrícola e interpreta-la em termos de Sistemas Pedológicos;
- 2 – Interpretar os sistemas pedológicos em suas potencialidades e limitações para o uso agrícola através das observações da cobertura pedológica e dos saberes locais dos agricultores em relação aos tipos de solos;
- 3 – Descrever os modos de utilização e percepções relativas à aptidão cultural do solo pelos agricultores;

O tema deste trabalho está inserido no projeto “Biodiversidade e funcionamento do solo no contexto da agricultura familiar na Amazônia” que está sendo executado no Município de Itupiranga, região de Marabá no sudeste do estado do Pará e é desenvolvido no âmbito da Cooperação internacional, com apoio do CNPq, pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e pelo Institut de Recherche pour le Développement (IRD) com a participação do Museu Emílio Goeldi (MPEG), da Embrapa – Amazônia Oriental e da Universidade Federal do Pará (UFPA), além de estar associado a outros projetos como o *Zone Atelier*. Seu objetivo geral é caracterizar e avaliar a evolução, ao longo do tempo, das relações existentes entre a cobertura vegetal (natureza e diversidade), a fauna do solo (diversidade e abundância) e o próprio solo (organização e funcionamento), no contexto da agricultura familiar da Amazônia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável é importante considerar os procedimentos de estudo do solo como base para a sua utilização visando sistemas de produção também sustentáveis, bem como os modos de gestão praticados na fronteira agrícola amazônica.

### 2.1. UMA ANÁLISE ESTRUTURAL PARA COMPREENDER A DIVERSIDADE DO SOLO NA PAISAGEM.

Muitos dos métodos usualmente utilizados no estudo do solo foram concebidos para uma aplicação exclusivamente analítica sendo necessário adapta-los sob um enfoque que seja compatível com a articulação entre diferentes níveis de complexidade dos componentes do sistema-solo. Por outro lado, essa integração só resultará proveitosa se atender aos seguintes aspectos: a organização do solo à diferentes escalas; a valorização do estudo da morfologia do solo e os interesses dos agricultores (Martins, 1995).

O método adotado aqui para compreender a diversidade do solo na paisagem, em seus diferentes estágios de evolução em relação à cobertura inicial é principalmente a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica. Sua base teórica reside em considerar o solo como um sistema organizado em diferentes escalas, desde a microscópica até a da paisagem, em diferentes volumes interdependentes uns dos outros na sua gênese e no seu funcionamento. Esse método considera que a cobertura pedológica é um sistema complexo, apresentando transformações progressivas da sua organização, tanto vertical, como lateralmente (Queiroz Neto, 1987). Essas transformações incluem transferências de matéria, neoformações mineralógicas e mantêm relações com outros elementos da paisagem, principalmente, a rede hidrográfica, o relevo e a vegetação.

Nas opiniões de diversos autores citados por Miklós (2001), tais como Boulet, Ruellan e Queiroz Neto, uma das contribuições mais importantes que o método da análise estrutural oferece no estudo dos solos está na concepção de que mais importante do que observar a forma “acabada”, isoladamente, tal qual a vemos no presente, em perfis verticais, seria a observação e a descrição do que ocorre nas transições entre as partes que melhor explicaria o

objeto e favoreceria a compreensão do fenômeno em estudo. Isto porque é na transição, mais do que no produto formado de modo “definitivo”, que melhor se revelam as tendências evolutivas do conjunto da cobertura pedológica.

Por outro lado, o perfil não pode ser considerado como definitivo, pois, resulta de fatores de transformações que interagiram e o caracterizaram, e que atuam e atuarão sobre ele, modificando-o sempre. Neste sentido, é melhor procurar compreendê-lo em suas interações estabelecidas com o sistema que o envolve.

Bueno (2001) discorrendo sobre o princípio da análise estrutural considera que se os mecanismos da dinâmica da cobertura pedológica manifestam-se na organização estrutural, em seus vários níveis, então o estudo dessas estruturas e de suas relações pode fornecer importantes informações sobre a gênese, a evolução e o futuro dessa cobertura.

Neste sentido, o primeiro passo para se compreender a organização estrutural (conjunto de tudo que constitui o solo e caracteriza a sua dinâmica) da cobertura pedológica é o estudo dos seus caracteres morfológicos. Eles são indicadores da fertilidade do solo, bem como de suas prováveis condições de utilização (Ruellan e Dosso, 1993). É importante considerar-se que esta cobertura pedológica é um meio dinâmico, com evolução contínua das estruturas e sistemas porosos que a constituem, pela transferência de materiais, vertical e lateralmente.

Os procedimentos para se estudar a morfologia dos solos numa abordagem proposta pelos autores referidos acima se baseiam no conhecimento de níveis de organização da cobertura pedológica. Começando pelas organizações elementares (agregados, poros, concentrações de constituintes, cores, traços de atividade biológica) e pela associação dessas organizações elementares (que descreve as relações existentes entre elas). Em seguida, pelos horizontes e pelas organizações dos vários horizontes em suas superposições verticais e sucessões laterais, que se denominam sistemas pedológicos. Por fim, os sistemas pedológicos são observados em uma topossequência (na qual são observados diferenças verticais nos horizontes e variações laterais por toda a encosta. Tais variações são ligadas à topografia, o solo e o relevo são interativos) possibilitando visualizar-se o solo em duas dimensões na paisagem.

Na topossequência é importante identificar os limites (Ruellan, 1987) ou frentes de transformação (Tardy, 1993 apud Bueno, 2001) que separam os sistemas pedológicos. Trata-se dos limites de penetração ou progressão de um domínio em outro, de um horizonte em outro, ou de uma zona em outra que marque uma transformação física, química ou biológica de um material em outro.

A noção de frente, aplicada à pedologia é descrita por Lucas (1989) apud Bueno (2001) podendo esta ser morfológicamente identificável ou não, havendo frentes bem localizadas e nítidas, e frentes que apresentam variações bastante progressivas, não passíveis de identificação através do estudo morfológico. Alterações estruturais, acompanhando a passagem das frentes são comumente observadas, embora não sejam obrigatórias, como no caso das frentes de formação dos saprólitos grosseiros sobre a rocha-mãe, em que as estruturas e volumes são preservados (Tardy, 1993 apud Bueno, 2001). As frentes representam, muitas vezes, as fronteiras de um sistema, ou os limites de subsistemas dentro de um sistema, através das quais transitam matéria e energia (Bueno, 2001).

Abordando os solos nas escalas da topossequência e da paisagem, Boulet et al. (1984), Boulet (1987) e Boulet et al. (1994) apud Bueno (2001) aplicam o conceito de equilíbrio dinâmico<sup>2</sup> à cobertura pedológica. A idéia fundamental é a de que, apesar das constantes transformações, dissoluções, neoformações e avanço das frentes (isto é, desequilíbrios na micro e meso escala) a estrutura considerada geral conserva-se ao longo do tempo. Isso não exclui a possibilidade de se considerar a cobertura pedológica como um sistema sujeito a descontinuidades e bifurcações, capaz de se auto-organizar.

Em se tratando de sistemas não-lineares, que apresentam limiares<sup>3</sup> e são capazes de se auto-organizar, admite-se a possibilidade de existência de períodos de comportamento em equilíbrio dinâmico ou em estado estacionário (Phillips, 1992 a apud Bueno, 2001). Boulet et al. (1994) apud Bueno (2001) afirmam que as coberturas pedológicas em equilíbrio dinâmico são, essencialmente, coberturas zonais, pois elas encontram-se em equilíbrio com as condições pedobioclimáticas vigentes.

Boulet et al. (1994) apud Bueno (2001) definem coberturas pedológicas em equilíbrio como aquelas que são constituídas pelas associações cobertura-modelado, que se rebaixam sobre elas mesmas, conservando a estrutura constante. Não apresentam discordâncias de horizontes, que se dispõem mais ou menos, paralelamente, à superfície e apresentam variações laterais

---

<sup>2</sup> A noção de equilíbrio dinâmico, tal como sugerida por Boulet (1978) apud Bueno (2001) admite a existência de tendência no tempo (processos cumulativos, por exemplo) significando que o sistema pedológico possui uma história.

<sup>3</sup> Um limiar pedológico é um limite de estabilidade da morfologia do solo que pode ser excedido tanto por uma mudança intrínseca (no interior do solo) da natureza morfológica, química ou mineralógica, ou por uma mudança extrínseca, ou seja, em um dos fatores externos da formação do solo (Muhs, 1984 apud Bueno, 2001).

progressivas, acompanhando a vertente. Podem ser caracterizadas, com boa aproximação, através do estudo de um perfil. A diferenciação é essencialmente vertical em escalas espaciais mais restritas, com as estruturas elementares a derivarem-se umas das outras, desequilibrando-se e sendo destruídas e reconstruídas mais abaixo no perfil, acompanhando o aprofundamento das frentes (Bueno, 2001). Já Nahon, (1991 a) apud Bueno (2001) considera que cada horizonte se desenvolve às expensas do horizonte inferior, ao mesmo tempo em que o horizonte inferior é abastecido pelos produtos liberados pelo horizonte sobrejacente. A superfície topográfica se rebaixa em consequência das perdas de matéria, mas, a cobertura pedológica espessa-se devido a acumulação relativa dos elementos não exportados (Boulet, 1978, apud Bueno, 2001).

Já nas coberturas pedológicas em desequilíbrio, segundo Boulet et al. (1984) apud Bueno (2001) a estrutura geral modifica-se com o tempo. Elas apresentam, pelo menos duas seqüências discordantes uma da outra. Na primeira, semelhante às coberturas em equilíbrio, há diferenciação vertical, com os horizontes mais ou menos paralelos a superfície. A segunda seqüência é oblíqua e pode progredir lateralmente, de cima para baixo e/ou de baixo para cima no perfil, interrompendo as estruturas da primeira seqüência, que não é mais funcional. Conforme Nahon (1991) apud Bueno (2001), a progressão da nova estrutura dá-se através do avanço da frente de transformação, que “corta” as estruturas da cobertura original (Boulet et al, 1994 apud Bueno, 2001)<sup>4</sup>. A nova configuração depende das características intrínsecas do sistema no momento da flutuação sendo, portanto, fruto da auto-organização do sistema. A mudança qualitativa sofrida pelo sistema pedológico passa a fazer parte da evolução e da história do mesmo, sendo um evento irreversível, pois, com o afastamento das condições de equilíbrio, o sistema pode atingir um limiar, além do qual suas estruturas não são mais estáveis. A partir desse ponto podem surgir novas estruturas organizadas, que substituem as antigas. Como a reestruturação é acompanhada (ou decorrente) de exportação de matéria, a transformação generalizada promove uma redução do volume do material. A exportação de matéria mineral e de elementos específicos da cobertura pedológica faz do processo de evolução pedológica, representado pelos sistemas de transformações, um processo irreversível (Bueno, 2001).

---

<sup>4</sup> O conjunto composto pela seqüência original de horizontes (transformada) e a seqüência derivada (transformante) foi denominado Sistema de Transformação por Boulet et al., 1984, apud Bueno, 2001, enquanto Fritsch (1986) utiliza a expressão Sistema Transformante.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DA ORGANIZAÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA DE MEIOS BIOFÍSICOS COMPARÁVEIS.

Na Guiana francesa um estudo da cobertura pedológica, efetuado através da abordagem da análise estrutural da cobertura pedológica, em uma bacia vertente sobre micaxisto da formação Armina (Milesi et al., 1995 apud Grimaldi, 2004, informação verbal) realizado por Boulet et al. (1982) revela a partir de observações morfológicas e de medidas hídricas e geoquímicas, um solo na alta vertente, com uma dinâmica de água vertical e profunda decorrente da existência em superfície de um conjunto de horizontes porosos e permeáveis, com microagregação bem desenvolvida, textura argilosa e suficientemente espessos (entre 1 e 1,5 m). Os autores atribuíram a este horizonte um papel de absorvente da água em relação aos horizontes a ele subjacentes.

Esse horizonte com microagregados se tornava (num estágio seguinte) mais finos à medida que se encaminhava à jusante, quando então a estrutura passava a apresentar-se poliédrica e a textura ficava franca arenosa, ao mesmo tempo em que um horizonte de alteração apresentando volumes vermelhos, com teor alto em silte e uma característica “seco ao tato” (devido a fraca organização do espaço poral e à ausência de água livre) se aproximava da superfície na altura da média vertente. Juntamente com a mudança de estrutura ocorriam modificações do regime hídrico, passando de uma drenagem vertical e profunda para uma superficial e lateral. Verificou-se um rebaixamento da cobertura topográfica em decorrência desta transformação o que favoreceu a aproximação do lençol freático à superfície. Na baixa vertente o material “seco ao tato” desaparecia pela influência desse lençol que nesta posição se encontrava presente até na superfície.

Boulet (1986) ao descrever características das terras altas encontradas na Guiana francesa se refere a três tipos de cobertura pedológica presentes nessas partes altas da topografia: o primeiro tipo era o mais raro e incluía solos em que a circulação da água dava-se verticalmente e em profundidade, não havendo jamais estagnação prolongada na parte do solo explorada pelas raízes das plantas, mas, tinham capacidade de armazenamento suficiente para assegurar o fornecimento de água para os vegetais nos períodos secos. Já em profundidade os horizontes porosos tornavam-se progressivamente compactos. Todavia, a regulação da infiltração da água da chuva, graças ao horizonte poroso subjacente, permitia uma drenagem

profunda que alimentava o lençol freático, não apresentando, portanto, limitações fortes para a utilização agrícola;

O segundo tipo correspondia, ao contrário do primeiro, a solos em que a infiltração de água era interrompida ou fortemente reduzida à pequena profundidade (0,5 e 1 m). A água que se acumulava em suspensão acima da barreira hídrica formada pelo horizonte de alteração presente logo abaixo, circulava lateralmente e em superfície no solo devido a saturação dos horizontes superiores, ao mesmo tempo em que a água da chuva escorria na superfície do solo. Esse comportamento hídrico era em virtude do estreitamento dos horizontes superiores permeáveis, que passavam a apresentar uma reduzida capacidade de estocagem de água, insuficiente para promover a infiltração através dos horizontes compactos abaixo. Além disso, a espessura dos seus horizontes tornava-se um forte impedimento para o cultivo;

O terceiro tipo correspondia às coberturas mistas, em que uma parte da vertente, geralmente a superior, tinha drenagem vertical livre e o resto tinha drenagem vertical bloqueada.

Num outro estudo de sistema transformante sobre micaxisto na Guiana francesa, Grimaldi et al. (1990) realizaram observações morfológicas, geoquímicas e hidrodinâmicas sobre uma encosta de vegetação de floresta natural, revelando que na alta vertente se apresentava a cobertura latossólica original, que era transformada, mais abaixo na unidade de relevo, em decorrência do desequilíbrio dessa cobertura. A cobertura latossólica era constituída de um conjunto de horizontes bruno argilosos, microagregados e ricos em nódulos ferruginosos e gibbsíticos por mais de 1 m de espessura, sendo que seus caracteres se atenuavam progressivamente na direção da base do perfil em decorrência da cor tornar-se mais vermelha e o teor de argila diminuir em detrimento do silte fino que aumentava. A água das precipitações se infiltrava verticalmente em condições não saturadas.

Sobre a média vertente a transformação se dava pela aproximação à superfície topográfica de um horizonte menos alterado, mais siltoso, de aspecto compacto e cor vermelha violácea. Os horizontes microagregados se adalgavam e eram substituídos por horizontes mais amarelos, mais argilosos (sobretudo em superfície), macroporosos e com estrutura poliédrica. A dinâmica da água era outra nesta posição, pois os horizontes de aspecto compacto tornavam mais lenta a infiltração de água, que por sua vez, saturava os horizontes superficiais macroporosos.

Em outro estudo, ainda nesta área de pesquisa, Grimaldi e Boulet (1989) estudam em uma toposseqüência a dinâmica da água em função da diferenciação lateral do solo e os resultados

apresentam dois principais tipos de comportamento hidrodinâmico. Na alta vertente o potencial total de água ( $\Psi_t$ ) decai com a profundidade, significando que a água não está saturando o horizonte microagregado e infiltra-se em profundidade. Na posição da média vertente um lençol d'água se forma acima do horizonte de alteração que se aproxima da superfície, evidenciando a diminuição da condutividade hidráulica do solo.

A micro região de Marabá apresenta, segundo De Reynal et al. (1997) uma grande diversidade de tipos de solos, constituídos tanto de solos de alta fertilidade, com um potencial de produção elevado, assim como de solos muito pobres quimicamente e mal estruturados. Mas, a maioria dos solos é de qualidade intermediária. Essa heterogeneidade resultaria principalmente da diversidade dos tipos de rochas e do relevo.

A alteração das rochas graníticas ácidas, que ocupam o município de Itupiranga deu origem principalmente a solos Latossólicos nas partes altas do relevo, constituído, sobretudo, por hidróxido de ferro e caulinita, mas, também Podzólicos<sup>5</sup> e Cambissolos nas partes médias das vertentes (De Reynal et al. 1995).

Estudando os solos desenvolvidos sobre xisto na região de Marabá, Colas e Rousseau (1998) fizeram uma cartografia e identificaram os sistemas pedológicos que se encontravam distribuídos na paisagem, através de uma interpretação cronosseqüencial e toposseqüencial. Estes autores apresentaram um esquema hipotético de evolução dos sistemas pedológicos, com a distribuição espacial de três tipos de cobertura. O primeiro refere-se as distribuições em relevos de longas barras ou grandes interflúvios, em que a repartição espacial dos tipos de solos se constitui de Latossolos vermelhos escuros argilosos com couraças lateríticas na alta vertente, seguidos de Latossolos vermelhos amarelos argilosos nodulares na média vertente e de Argissolos vermelhos amarelos à baixa vertente. O segundo tipo refere-se aos relevos de “falsas meias-laranjas” com vertente longa, que apresentam Cambissolos nas suas partes mais elevadas e Argissolos vermelhos amarelos nas posições mais baixas. E o terceiro correspondendo as “verdadeiras meias-laranjas” com vertentes curtas, nas quais os Cambissolos presentes no topo do relevo são substituídos por solos hidromórficos na baixa vertente.

---

<sup>5</sup> Os Podzólicos são denominados Argissolos, após 1999 com a publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos elaborado pela Embrapa Solos.

A partir das identificações dos sistemas pedológicos da paisagem os pesquisadores explicaram as suas variedades quanto à distribuição, supondo (tal qual Boulet, para os sistemas da Guiana francesa) que esses sistemas teriam sua origem pela degradação de formações lateríticas<sup>6</sup> muito antigas que constituíam toda a cobertura inicial do solo e que ainda ocupam as posições altas da paisagem. Os autores consideraram o Latossolo vermelho escuro com couraça do topo do relevo, o mais importante e o mais antigo. A couraça estaria protegendo-o e isso explicaria sua posição alta na paisagem. A passagem para o Latossolo vermelho amarelo nodular na média vertente desse relevo corresponderia ao dismantelamento da couraça em condições menos oxidantes que aquelas que lhe deram origem e à transformações mineralógicas ligadas a uma mudança do regime hídrico (a hematita passando a goethita e a cor do solo de vermelho para amarelo).

A evolução desse sistema pedológico, num estágio mais avançado levaria ao desaparecimento quase total da couraça e da fonte geoquímica dos volumes latossólicos. Esse fenômeno seria a origem da formação do relevo em “meia-laranja”, no qual os Cambissolos se desenvolvem nas partes mais altas da topografia, diretamente sobre o horizonte de alteração do xisto. Na baixa vertente a evolução se faria primeiramente pela formação de Argissolos vermelhos amarelos que iriam se transformando pela redução do teor em argila até o estágio de hidromorfia nos solos mais evoluídos.

Colas e Rousseau (1998) encontraram ainda estágios intermediários entre essas duas extremidades cronológicas. Existiria entre os grandes interflúvios e as “meias-laranjas” solos relativamente profundos ainda bastante influenciados pela cobertura laterítica inicial (couraça ferralítica).

---

<sup>6</sup> Segundo Curi et al (1993) laterita (1) é um termo em desuso, utilizado para designar material rico em óxidos de ferro, pobre em húmus, que endurece irreversivelmente quando exposto ao ar. (2) termo usado no passado para designar latossolos.

### 2.3. UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA

Bernet (1998) estudando as estratégias de utilização dos solos pelos agricultores familiares na região de Marabá observou as relações que eram estabelecidas entre as diversas culturas do sistema de produção e o fator solo, concluindo que a maioria dos agricultores quando leva em conta a diversidade do solo que dispõem, o faz depois do desmatamento da floresta. E neste caso a localização da parcela agrícola pode ser escolhida de acordo com o tipo de solo ou a espécie utilizada pode ser adaptada às características deste.

Os tipos de solos identificados por Colas e Rousseau (1998) foram analisados do ponto de vista agrônomo. Para o Latossolo vermelho amarelo com presença de nódulos, as considerações daqueles autores foram de que a presença abundante de nódulos ferruginosos e de calhaus de quartzos quando se encontram em superfície, poderiam ser um entrave às raízes das culturas e dificultar o trabalho do agricultor. Além do que quando estes solos apresentam pequena espessura torna-se inviável a implantação de culturas perenes. Entretanto, os Cambissolos encontrados nas pequenas encostas sobre xisto, seriam menos interessantes ainda para a agricultura, sobretudo pelas razões físicas, embora quimicamente sejam mais relevantes devido ao acesso aos minerais primários presentes no horizonte de alteração. Já os solos hidromórficos gleisados teriam um papel importante dentro do sistema de produção pelo fato de permitirem o cultivo de culturas específicas devido sua aproximação ao lençol freático e a possibilidade da implantação precoce ou tardia da maioria das culturas tradicionais. Devido o excesso de água a cultura da mandioca não seria possível, todavia com o arroz poder-se-ia obter muito boa produção.

Os solos originados das rochas graníticas da região de Marabá foram avaliados do ponto de vista da utilização agrícola por De Reynal et al. (1995) da seguinte maneira: para a agricultura praticada na região esses solos não apresentam impedimentos físicos para o desenvolvimento da maioria das culturas, já que são bem estruturados e a reserva útil de água é boa, podendo, porém em alguns locais apresentar algumas dificuldades para o desenvolvimento das raízes quando da existência de camadas de concreções ferruginosas muito concentradas e próximas a superfície. Quando cultivados no primeiro ano, estes solos têm garantido boas safras de arroz, contando com as reservas de nutrientes advindas da matéria orgânica, uma vez que suas limitações maiores se relacionam à fertilidade química.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO MEIO

A localidade Benfica, onde se encontra situado o Projeto de Assentamento (PA)-Benfica, enfocada neste estudo, pertence ao município de Itupiranga-PA, integrante da região de Marabá. Essa região, além de ter sido historicamente ocupada por um grande número de agricultores familiares, é marcada pela eminência de grandes fazendas, iniciadas nos anos 60 e 70 [a partir da implantação de infra-estrutura rodoviária (De Reynal et al., 1995)] e crescente nos dias atuais. Ao longo desses anos a apropriação de terra pela agricultura familiar se deu freqüentemente dentro de um quadro de relação de forças que opõem camponeses e fazendeiros (Ibid.). Foi neste contexto que se deu a ocupação da área agrícola em 1994 do PA – Benfica, posteriormente legalizada (1997) pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. A figura 1 mostra a localidade de Benfica na região.

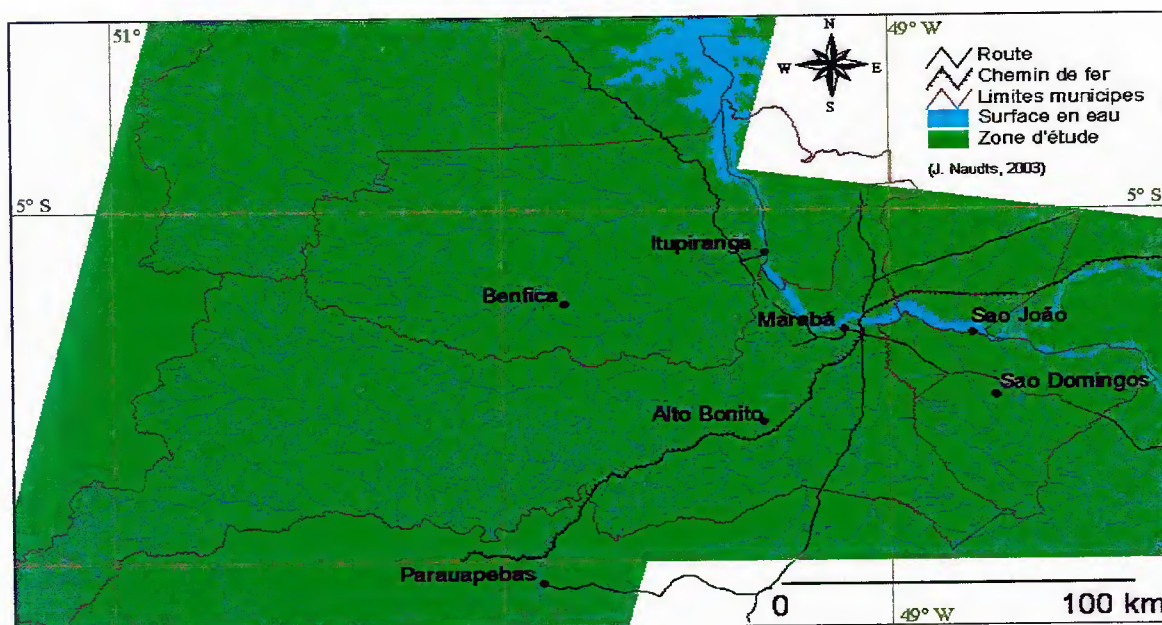


Figura 1. Mapa da localidade Benfica na região de Marabá-PA (Imagem cedida por J. Naudts, 2003).

A escolha da localidade Benfica como área de pesquisa se deu em virtude da ocupação recente (cerca de 8 anos) pelos agricultores assentados no PA-Benfica, permitindo que ainda fosse encontrada na paisagem floresta nativa (embora já anteriormente explorada pela forte extração de madeira, realizada pelo antigo proprietário) e uma diversidade de tipos de uso do meio com variadas práticas agrícolas, devido aos diferentes tipos de agricultores que a compunham. Isto permitiria que o meio biofísico pudesse ser observado em seus aspectos, antes das intervenções humanas (com sua vegetação nativa) e durante a utilização agronômica.

A figura 2 mostra a ocupação agropecuária da localidade Benfica no ano 2001. Ela foi dividida em dois conjuntos, chamados de conjunto I e II, que apresentam diferenças em termos de época de ocupação (o conjunto I foi tomado por agricultores familiares em 1994 enquanto que no conjunto II as atividades agrícolas se iniciaram anteriormente aos anos 90), forma de aquisição (o conjunto I foi ocupado por famílias sem terra, que posteriormente foram assentadas pelo INCRA, enquanto que no conjunto II a terra foi comprada, por colonos que posteriormente se tornariam pequenos fazendeiros) e cobertura pedológica (no conjunto I os sistemas pedológicos se desenvolveram a partir da rocha-mãe monzogranito em sua maioria, enquanto no conjunto II a rocha-mãe predominante é o granodiorito).

O PA-Benfica é fundamentalmente situado sobre o conjunto I. Os desmatamentos observados no mapa revelam uma paisagem agrícola com pequenas áreas de pastagem distribuídas por toda parte deste conjunto. Isto porque esta área é ocupada por pequenos agricultores recém instalados, que são donos de áreas em torno de 70 a 100 hectares. Já no conjunto II as áreas de desmatamento são muito maiores, correspondendo a pequenas fazendas, devido os estabelecimentos serem de tamanho superior, em torno de 200 hectares. Outra particularidade deste conjunto II, evidenciadas pela cor rosa no mapa, é que o solo em vários pontos está exposto, pela ausência de vegetação. Supõe-se que estas áreas possam ser de pastagens antigas em estágio de degradação.

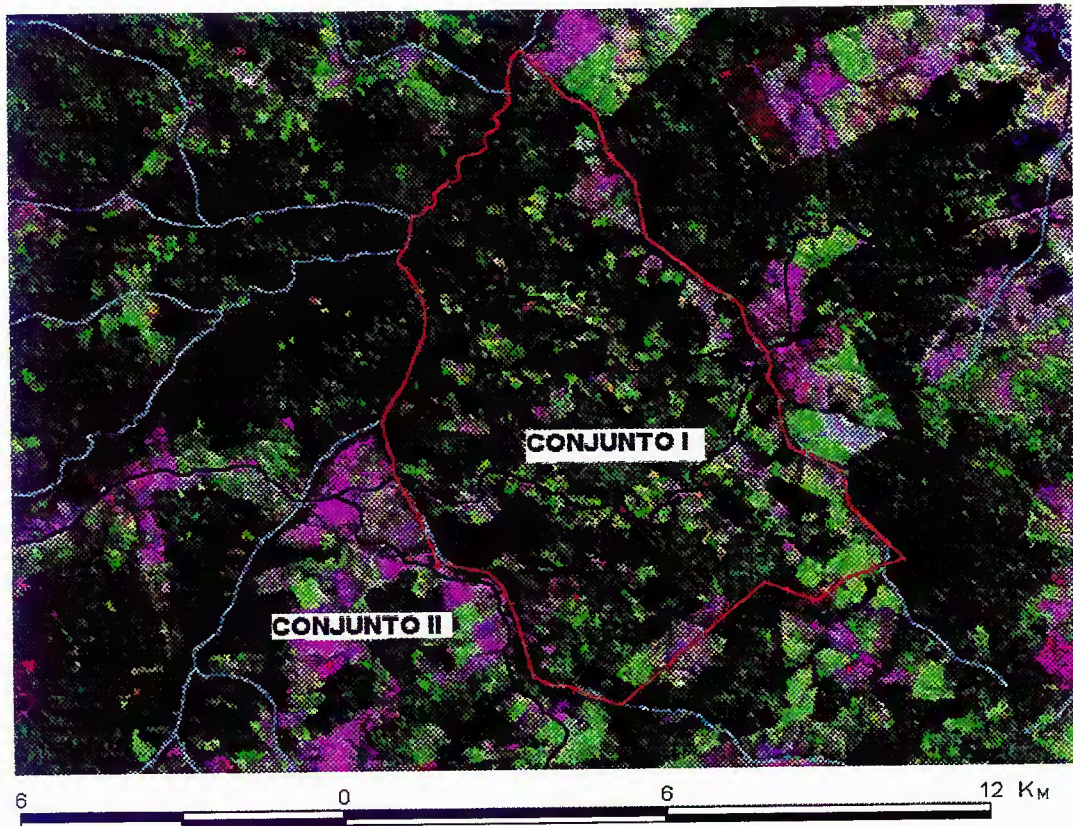


Figura 2. Ocupação da área de estudo em 2001 (J. Naudts, 2003).

A utilização do ecossistema local se deu no decorrer destas últimas décadas, basicamente por uma dinâmica de fronteira agrícola (Hébette, 1996), com a evolução da produção agrícola dos estabelecimentos familiares tendendo, em geral, para uma especialização da atividade pecuária. Isto tem levado, na maioria dos casos, a uma crise dos sistemas de produção familiares no que se refere ao processo de reprodutibilidade agro-ecológica (De Reynal et al., 1995), sendo que a expansão das pastagens inviabiliza a produção de culturas anuais. Quando a totalidade do estabelecimento agrícola se encontra ocupado por pasto, a terra valoriza e os agricultores, sem capital suficiente para comprar os produtos dos cultivos anuais, acabam vendendo-a para um médio ou grande fazendeiro, para em seguida adquirir outra terra (seja por posse, seja por compra) num lugar mais distante, porém com um capital inicial maior. Este mecanismo é denominado por De Reynal et al. (1995) de estratégia de fronteira e tem contribuído para acelerar o processo de concentração fundiária na região.

A área de estudo tem localização latitudinal de 5°16' S e longitudinal de 49°50' W. Apresenta precipitações médias anuais de 1800mm. A distribuição média da pluviosidade ao longo do ano faz nitidamente aparecer uma estação de chuvas em torno de sete meses com um máximo em março e uma estação seca de cinco meses, com um mínimo em julho (Chauvel et al., 1997). O clima da micro-região de Marabá (Awi, segundo a classificação de Köppen) é do tipo tropical úmido. A temperatura média varia fracamente no decorrer do ano, se situando em torno de 26° C, mínima absoluta de 23° C e máxima absoluta de 36° C.

Duas formações geológicas foram estudadas em Benfica, sendo uma de material original classificado como biotita-monzogranito com grãos finos e a segunda biotita-hornblenda-granodiorito porfírico com grãos médios (Dall' Agnol, 2004, informação verbal), que originam solos um pouco mais arenosos em relação a primeira.

A organização geomorfológica sobre essas formações se constitui, em geral, de encostas alongadas com vertentes caracterizadas por uma parte alta de pequeno declínio até a média vertente onde a declividade se acentua em relação à alta vertente formando um relevo que diminui a profundidade dos solos e encurta a extensão para com a baixa vertente.

A cobertura vegetal primária da região de estudo é do tipo Terra Firme, denominada Floresta Ombrófila Densa (Tropical Pluvial Tropical) (Bigarella et al, 1996). A vegetação que é implantada pelos agricultores após corte e queima da floresta pode ser de lavoura anual, como, por exemplo, de arroz, milho ou feijão; bianual como mandioca ou banana e permanentes como pastagem ou café. Em geral a trajetória de utilização do meio segue essa ordem: mata-roça-pastagem, mata-roça-juquira, mata-roça-permanente ou mata-pastagem.

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. Análise da organização da cobertura pedológica dos conjuntos I e II

O início das atividades realizadas para a descoberta da diversidade das organizações pedológicas dos conjuntos I e II deu-se através de uma pesquisa exploratória, com a identificação dos principais tipos de paisagem e dos principais tipos de ecossistemas da localidade. Isto foi feito através de sondagens pelos lotes dos agricultores, observando-se os

diferentes relevos, as características dos solos (perfurando com um trado, em diversos pontos e observando os cortes das estradas), as rochas, a vegetação, etc.

Em seguida, selecionou-se em cada um dos conjuntos uma unidade de relevo representativa, a fim de se estudar detalhadamente um exemplo de cada paisagem, proporcionando-se, assim a possibilidade de se fazer comparações entre as duas rochas mais significativas da localidade.

Após a seleção das áreas a serem estudadas, foi caracterizada uma topossequência pedológica sobre monzogranito, no conjunto I e duas sobre granodiorito, no conjunto II, localizadas em função da topografia, escolhendo-se a linha de maior declividade<sup>7</sup>, do topo à base da vertente. A principal finalidade foi a descrição e interpretação das características morfológicas do solo, observando-se as transições e os limites, tanto entre os horizontes como entre os sistemas pedológicos. As observações foram feitas com o auxílio de um trado holandês, até a profundidade mais ou menos de 3 metros.

Os procedimentos para se investigar os aspectos morfológicos da cobertura pedológica nas topossequências dos dois conjuntos foram realizados da seguinte maneira: com uma tradagem inicial no ponto mais alto da encosta, em seguida com outra tradagem no ponto mais baixo, limitada em profundidade pelo lençol freático, depois uma terceira entre as duas e sucessivamente as tradagens foram sendo feitas no ponto médio entre duas tradagens anteriores, até que os pontos perfurados evidenciassem os limites de todos os horizontes encontrados.

No conjunto I as observações da topossequência foram complementadas com a descrição da organização estrutural na escala do perfil vertical, utilizando-se uma trincheira de aproximadamente 2 metros de profundidade, localizada no segmento médio da vertente. Foram identificados no perfil os pedotúbulos<sup>8</sup>, os tipos de estruturas e agregados de cada horizonte, a textura, a umidade e a abundância de macroporos visíveis e de raízes.

As observações nas demais partes da topossequência do conjunto I, bem como daquelas realizadas no conjunto II, foram feitas exclusivamente com a utilização do trado,

---

<sup>7</sup> Bueno, 2001 faz a observação de que a escolha de maior declividade não é por acaso. Trata-se, obviamente, do caminho preferencial da água, que é reconhecida, como o principal agente de diferenciação e de organização da cobertura pedológica.

<sup>8</sup> Pedotúbulos são volumes pedológicos que se pode interpretar como sendo o resultado de atividades biológicas animais (Ruellan e Dosso, 1993).

impossibilitando a verificação da estrutura (agregados, poros, etc.) dos sistemas pedológicos, mas, evidenciando diversos aspectos morfológicos (cor, textura, profundidade dos horizontes, umidade, etc.) que permitiram a caracterização desses sistemas.

### **3.2.2. Modos de utilização agrícola do solo**

Por intermédio de entrevista se procurou identificar e analisar a diversidade de modos de utilização agrícola dos sistemas pedológicos desenvolvidos pelos agricultores, no sentido de se compreender a lógica das tomadas de decisões, referente as escolhas dos diferentes sistemas pedológicos disponíveis para introdução das culturas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ANÁLISE DA ORGANIZAÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA.

#### 4.1.1. Solos sobre monzogranito.

A classificação da rocha é biotita-monzogranito de textura equigranular de grãos finos, isotrópicos. Os minerais presentes essenciais são o quartzo, plagioclásios sódicos e feldspatos alcalinos potássicos. A quantidade de plagioclásios é menos que o dobro do feldspato potássico, o que o classifica como monzogranito (Dall' Agnol, 2004, informação verbal).

##### 4.1.1.1. Descrição morfológica da toposseqüência.

A toposseqüência descrita sobre monzogranito com grãos finos se localiza sobre uma paisagem topográfica de encostas alongadas. Apresenta uma extensão de 310 m de comprimento e 45 m de desnível entre o topo da encosta e o início do *talweg* principal. Em seu formato é possível distinguir dois segmentos principais de declive, um mais moderado (aproximadamente 25° de declividade) que se inicia na alta vertente (AV) e desenvolve-se até o segmento médio da vertente (MV); um outro mais forte de forma convexo-côncava (mais ou menos 14° de declividade) originado a partir de uma ruptura de declive na altura da parte superior da baixa vertente (BV) em direção à jusante.

Dentre o conjunto de características morfológicas que favorecem a compreensão da evolução dos sistemas pedológicos em relação ao relevo presentes nos horizontes que constituem a toposseqüência (figura 3), as mais importantes a serem descritas foram as seguintes:

No topo da encosta, sob o horizonte superficial de cor bruna (10YR4/3) enriquecido em matéria orgânica (horizonte a) o solo é argiloso, com cor bruno amarelada (10YR5/6) até a profundidade de 30 cm (horizonte b), quando então, é substituído pelo horizonte subjacente (c) de cor bruno forte (7.5YR5/6 à 5/8) mais argiloso e de consistência friável. À profundidade de 90 cm, em uma matriz também bruno forte (horizonte d) surgem nódulos ferruginosos milimétricos e centimétricos, que tornam-se mais abundantes a partir de 1,2 m (horizonte nodular e) atingindo 70% do total da amostra em tamanhos centimétricos à 1,7 m.

A camada nodular relativamente próxima à superfície na parte central da alta vertente apresenta-se numa forma convexa que arma o relevo. Já na parte inferior da alta vertente e

superior da média, onde o horizonte (d) é mais espesso, as concreções nodulares apresentam-se de maneira côncava. Correlativamente o horizonte bruno forte (d) aumenta de espessura. Mais ao centro, na média vertente os horizontes bruno forte (c) e (d) desaparecem em bisel sucessivamente e um horizonte subsuperficial (f) bruno amarelado, mais espesso que anteriormente (b) substitui o horizonte bruno forte presente mais acima na toposseqüência. Na parte inferior da média vertente a camada nodular volta a aproximar-se da superfície, recobrando os horizontes de alteração (g) vermelho amarelado (5YR5/6 à 5YR5/8) e (h) também vermelho amarelado (5YR5/8) com nódulos roxos friáveis e variegados brancos e amarelos, textura argila siltosa, consistência firme e características de “seco ao tato”.

Na parte superior da baixa vertente o horizonte (g) aparece muito próximo à superfície, ao nível de uma ruptura de declive onde o solo torna-se mais raso. Este horizonte é encontrado ainda a pequena distância da superfície na parte central da baixa vertente, na qual a ele encontram-se subjacentes os horizontes heterogêneos (h) vermelho amarelado (5YR5/8) e (i) amarelo avermelhado (7,5YR6/6 à 7,5YR6/8) com variegados brancos, amarelo claro e preto. Suas texturas são argila siltosas. Esses horizontes apresentam nódulos ferruginosos esparsos. Sobre o horizonte (g) o solo varia de 40 a 50 cm a partir da superfície de bruno a bruno amarelado e depois bruno forte.

No segmento inferior da baixa vertente são encontrados os horizontes superficiais hidromórficos (k) de cor bruna (7,5YR5/2), (l) bruno acinzentado muito escuro (10YR3/2) e (m) bruno oliva (2,5Y4/4) com variegado de cores. E os horizontes subsuperficiais (n) cinza claro (2,5Y7/2) à bruno amarelado claro (2,5Y6/4) ao nível do lençol freático, apresentando também variegado de cores e uma textura argila arenosa e (j) bruno forte (7,5YR5/6) à amarelo brunado (10YR6/8) com variegados avermelhados e amarelos forte.

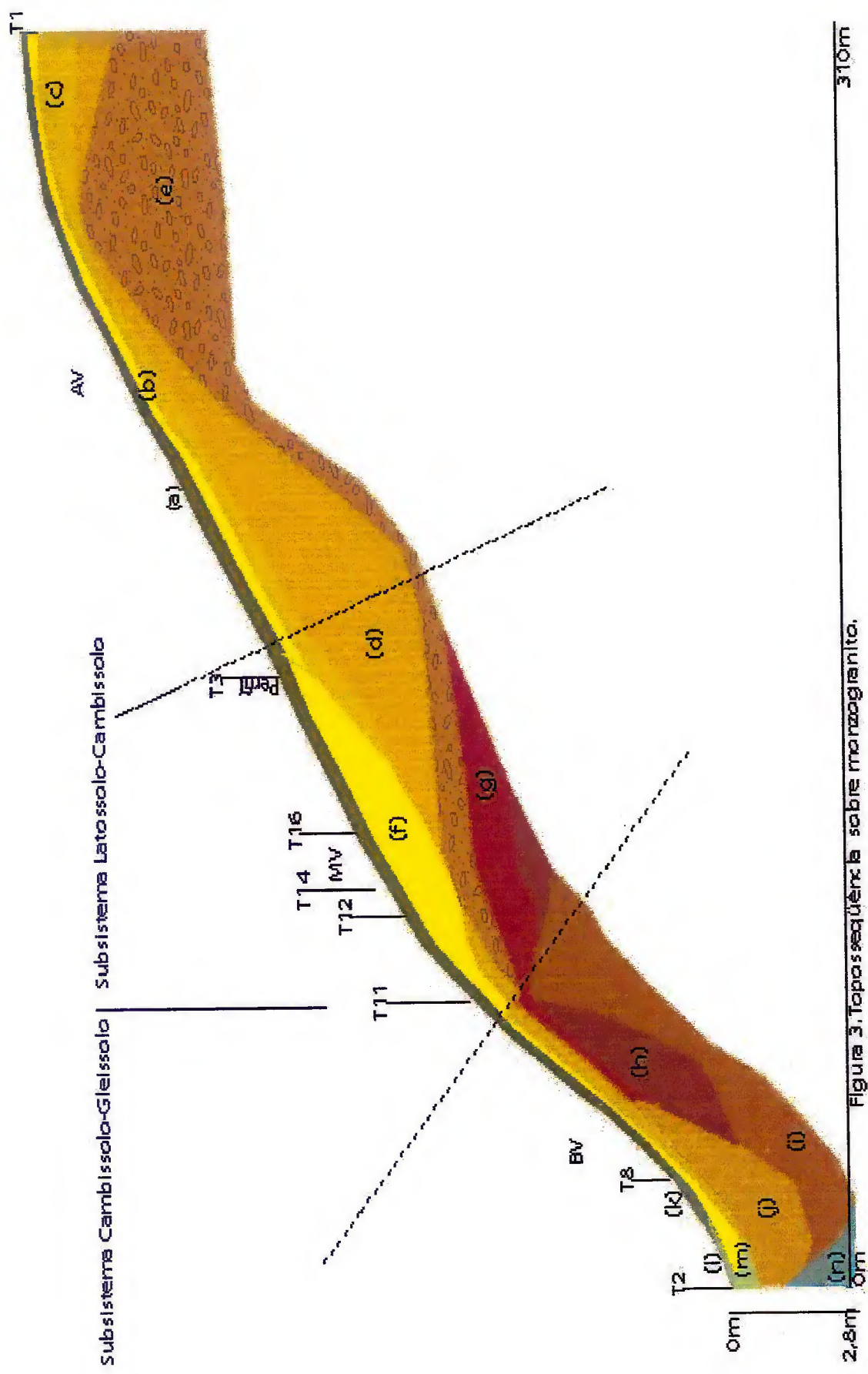


Figura 3. Topo seqüência sobre marzagranito.

### Legenda da figura 3. Monzogranito

- (a) Horizonte superior de cor 10YR4/3 (bruno), textura franco argilosa, consistência úmida, com mistura de matéria orgânica, compacto;
- (b) Horizonte de cor 10YR5/6 (bruno amarelado), textura argilosa, estrutura com microagregados;
- (c) Horizonte de cor 7,5YR5/6 a 7,5YR5/8 (bruno forte), textura argilosa a muito argilosa;
- (d) Horizonte de cor 7,5YR5/8 (bruno forte), textura argilosa, estrutura com microagregados, nódulos cm esparsos;
- (e) Horizonte nodular de cor 7,5YR5/8 (bruno forte), textura argilosa;
- (f) Horizonte de cor 10YR5/8 (bruno amarelado), textura argilosa, com nódulos cm. esparsos;
- (g) Horizonte de alteração de cor 5YR5/6 à 5YR5/8 (vermelho amarelado), textura argila siltosa, consistência seca, friável e firme, presença de nódulos roxos friáveis;
- (h) Horizonte de alteração de cor 5YR5/8 (vermelho amarelado), textura argila siltosa, com variegados brancos e amarelos;
- (i) Horizonte amarelo avermelhado (7,5YR6/6 a 7,5YR6/8) com variegados brancos, amarelos claros e pretos, textura argila siltosa;
- (j) Horizonte amarelo de cor 7,5YR5/6 (bruno forte) à 10YR6/8 (amarelo brunado), com variegados avermelhados e amarelos forte, textura franco argilosa;
- (k) Horizonte superficial 7,5YR5/2 (bruno), textura franco argilosa, consistência úmida;
- (l) Horizonte superficial 10YR3/2 (bruno acinzentado muito escuro);
- (m) Horizonte 2,5Y4/4 (bruno oliva) com variegados vermelhos, textura franco argilosa, consistência úmida;
- (n) Horizonte gleizado de cor 2,5Y7/2 (cinza claro) a 2,5Y6/4 (bruno amarelado claro) com variegado de cores cinza, branco, vermelho e amarelo, textura franco argilosa, consistência muito úmida.

AV = Alta Vertente; MV = Média Vertente; BV = Baixa Vertente.

#### 4.1.1.1.1. *Estrutura dos horizontes no perfil.*

A estrutura dos horizontes no perfil foi avaliada através da variação dos agregados, dos tipos de poros correspondentes bem como de suas relações.

1º horizonte = 0-10 cm: Estrutura laminar, nos primeiros três centímetros compactando a superfície e direcionando o desenvolvimento das raízes no sentido horizontal, paralelamente aos agregados laminares. E estrutura em blocos sub-angulares<sup>9</sup> logo abaixo, contendo ainda raízes laterais na face dos agregados. Grau de agregação moderado a forte.

2º horizonte = 10-70 cm: Coexistência entre estrutura de blocos sub-angulares, poliédrica e granular<sup>10</sup> (microagregados, tipo pó-de-café) bem desenvolvida.

3º horizonte = 70-90 cm: Estrutura granular de dimensões milimétricas. E blocos sub-angulares de dimensões centimétricas.

4º horizonte = 90-200+ cm: Estrutura granular. Grau de agregação forte. E blocos sub-angulares de dimensões médias, que se desfazem rapidamente em microagregados mais estáveis.

#### 4.1.1.1.2. *Porosidade dos horizontes no perfil.*

1º horizonte = 0-10 cm: A porosidade visível é tubular<sup>11</sup> com cavidades preenchidas por material biológico e fissural<sup>12</sup> entre os agregados laminares.

2º horizonte = 10-70 cm: Porosidade tubular diferenciada: centimétrica desenvolvida a partir da decomposição das raízes grandes. Algumas preenchidas (pedotúbulos) e outras sem preenchimento ou com coprólitos de minhocas. Predominância de porosidade fissural entre agregados e entre microagregados. E porosidade de empilhamento<sup>13</sup> (conjunto de microagregados que se amontoam em contato ou não) bem desenvolvida.

<sup>9</sup> Essa estrutura tem seus agregados em geral bastante grossos, de formas poliédricas, mas todos os ângulos são arredondados (Ruellan e Dosso, 1993).

<sup>10</sup> Estrutura de agregados pequenos (< 1 cm), regularmente arredondados (Ruellan e Dosso, 1993).

<sup>11</sup> As porosidades tubulares e de cavidade são de origem biológica, animal ou vegetal (Ruellan e Dosso, 1993).

<sup>12</sup> As porosidades fissurais resultam de variações de volumes de argila, delimitam os agregados angulares e os agregados fissurais (Ruellan e Dosso, 1993).

<sup>13</sup> As porosidades de empilhamento dos agregados arredondados decorre de poros que separam os agregados arredondados uns dos outros (Ruellan e Dosso, 1993).

3° horizonte = 70-90 cm: Porosidade tubular e de empilhamento bem desenvolvidas e fissural menos desenvolvida.

4° horizonte = 90-200+ cm: Porosidade tubular bem desenvolvida centimétrica a milimétrica que atravessa os domínios microagregados. Fissural pouco desenvolvida e de empilhamento.

#### *4.1.1.1.3. Relações entre os agregados e a porosidade.*

Todos os horizontes observados no perfil realizado na parte superior da média vertente apresentam a coexistência de agregados de morfologias diferentes. Essas associações constituem-se geralmente de vários níveis que se encaixam (um agregado centimétrico decompõe-se em agregados menores, que podem ser da mesma forma ou de forma diferente. Por exemplo: um agregado angular centimétrico pode ser composto de agregados arredondados menores).

O primeiro horizonte (a) apresenta estrutura laminar em superfície, a qual pode decorrer de vários fatores. Os mais evidentes, de acordo com as observações em campo correspondem à destruição dos agregados arredondados ou angulares da superfície do solo pela ação da chuva, formando uma crosta de fina espessura, bem como, as características da vegetação de pastagem introduzida, que favorecem a exposição do solo pelo fato de não recobri-lo por inteiro, deixando partes mais sucessíveis à compactação superficial. A presença de uma camada superficial compactada é visível entre as touceiras da gramínea. Já nos lugares em que o solo é recoberto a estrutura é granular devida à permanência de invertebrados do solo, tais como minhocas, besouros, etc.

Em termos de aptidão cultural a estrutura laminar é um obstáculo ao desenvolvimento do sistema radicular e a infiltração da água da chuva. A movimentação vertical da água é menos favorecida pela porosidade do solo que a horizontal, o que desencadeia processos de erosão. A presença dessa estrutura significa que o solo é frágil e as práticas agrícolas e pastoris não são adequadas.

O segundo horizonte (f), além de estruturas granulares, apresenta também agregados de forma poliédrica, formados pela redução das atividades biológicas. O surgimento dessas estruturas poliédricas pode ter sua origem a partir da desestabilização das estruturas granulares em solo cultivado, o que se traduz em compactação mais em profundidade e menor estabilidade dos

agregados (são desagregados com mais facilidade que os granulares)<sup>14</sup>, pois esta estrutura é menos nítida na floresta, conforme observações de Renaudin (2002) que, ao comparar perfis de pastagens com perfis de floresta constatou mudanças na morfologia dos agregados dos horizontes superficiais das pastagens: a estrutura, microagregada sob floresta, adquiria características poliédricas nas profundidades semelhantes as das parcelas de pastagem. Nas medidas de condutividade hidráulica, realizadas nos dois ambientes comparados a autora citada, obteve em todas as profundidades, índices inferiores nas pastagens em relação à floresta.

Os horizontes terceiro (c) e quarto (d) por sua vez, são constituídos de estruturas granulares e blocos sub-angulares. Trata-se de uma evolução gradual da estrutura com a profundidade que consiste em um desenvolvimento da microagregação.

As caracterizações dos sistemas porosos são importantes para se estudar o movimento da água no solo, bem como sua capacidade de armazenamento e para o conhecimento da resistência mecânica que os solos exercem sobre o crescimento das raízes.

No primeiro horizonte (a) a presença de poros tubulares demonstra haver atividade biológica propiciada pela atividade de organismos do solo. As formas fissurais dos poros são em decorrência das estruturas laminar e poliédrica presentes. A porosidade determina, neste caso, o crescimento do sistema radicular em superfície, com um desenvolvimento lateral (as raízes procuram as fendas dos agregados, nas quais há minerais de argila e circulação de água).

No segundo horizonte (f), a porosidade evidencia um conjunto de características que atuam simultaneamente no solo. Além da tubular, decorrente das atividades biológicas; da fissural, proveniente das variações de volume dos domínios argilosos nas estruturas de blocos sub-angulares e aqui neste horizonte também angulares; surgem poros com morfologia de empilhamento resultante das estruturas granulares e de blocos sub-angulares.

A coexistência de vários tipos de porosidade neste horizonte elucidam transições estruturais em relação aos horizontes adjacentes, demonstrando a tendência de um perfil que inicia suas estruturas granulares (começam aí os primeiros indícios de microagregados) aumentando a ocorrência de estruturas poliédricas, o que está ligado a alta concentração de poros fissurais que a delimitam. Isso elucidado, de certa forma, o que se disse anteriormente quanto à presença de estruturas poliédricas, que seriam decorrentes (neste horizonte) de mudanças de estruturas

---

<sup>14</sup> Isto pode ser observado se os dois tipos de agregados forem submergidos em água dentro de um copo: os agregados angulares se desestruturam, enquanto os arredondados se conservam.

granulares, frágeis, que se desmantelaram pela ação das atividades culturais, causando um início de compactação.

A porosidade deste segundo horizonte pode ser, do ponto de vista da aptidão cultural, interpretada como boa. Os resultados de densidade do solo realizados por Renaudin (2002), embora tenham evidenciado um aumento de densidade, sobretudo nos horizontes superiores dos solos cultivados por pastagem quando comparados à floresta não foram significativas estatisticamente pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

A macroporosidade é suficiente para evitar o excesso de água, todavia, a capacidade de retenção de água do horizonte (fator que define a disponibilidade de água às plantas, principalmente, nos períodos de estiagem de chuva) varia em função da estrutura de cada horizonte. As observações de Renaudin (2002) indicam que há mudanças na dinâmica da água entre a pastagem e a floresta as quais apresentam estruturas diferentes nessa profundidade: no período de estiagem a floresta apresenta rápido secamento do solo, enquanto na pastagem a umidade é conservada por mais tempo e diminui com menor intensidade. Esse comportamento do solo sob floresta pode ser dado, segundo a autora, em função das condições de melhor drenagem, ligada ao desenvolvimento da estrutura microagregada da floresta, o que também explicaria os teores e potenciais mais elevados obtidos na estação de chuvas quando comparada com as pastagens de estruturas poliédricas.

O terceiro e o quarto horizontes têm intensificado a porosidade de empilhamento de agregados arredondados e mantém a porosidade tubular bem desenvolvida. Ao contrário, a porosidade fissural diminui progressivamente perfil abaixo, confirmando a redução das estruturas angulares poliédricas, presentes no horizonte sobrejacente.

O predomínio nesses horizontes das estruturas granulares e, conseqüentemente, da porosidade de empilhamento faz com que haja um fluxo hídrico equilibrado do solo para as plantas, devido à forte permeabilidade, e ao mesmo tempo reserva de água; uma penetração vertical de raízes mais favorecida que no horizonte sobrejacente, facilitadas pela umidade crescente, sobretudo ao final do terceiro horizonte.

No que se refere as variações da cobertura vegetal, que implicariam na diversificação dos solos, não se trata de diferenças de vegetação natural, pois supostamente, todas as encostas são naturalmente ocupadas pelo mesmo tipo de vegetação, mas, da transformação ocorrida ao solo após a substituição da floresta pelas atividades agrícolas, com ênfase à pastagem. Neste sentido, foi observado através do perfil que com a utilização agropecuária ocorrem

modificações na organização estrutural do solo e conseqüentemente no seu funcionamento hídrico. Enquanto na floresta a estrutura microagregada predominante possibilita a drenagem rápida da água da chuva, evitando a saturação do solo nos períodos de maior pluviosidade e reduzindo a capacidade de armazenamento de água disponível às plantas nos períodos de estiagem, sob vegetação de pastagem o surgimento de uma estrutura poliédrica superior à microagregada dá ao solo maior capacidade de retenção de água acessível pelas plantas, possibilitando uma reserva mais prolongada nos períodos curtos de estiagem. Todavia, nas estiagens longas a vegetação de pastagem sofre mais com a escassez de água do que a floresta, porque o sistema radicular das árvores é capaz de extrair-la dos horizontes profundos no Latossolo.

#### 4.1.1.2. Interpretação morfológica da topossequência

Na tentativa de se compreender como se deu a distribuição evolutiva dos sistemas pedológicos presentes nos relevos de longas encostas existentes na área de estudo toma-se como referência o trabalho realizado na região de Marabá por Colas e Rousseau (1998), o qual por sua vez se baseia em estudos pedológicos detalhados realizados na Guiana francesa por Boulet et al., entre outros, durante vários anos de pesquisa. Para estes meios biofísicos bastantes semelhantes ao de Benfica, esses autores explicam a distribuição dos solos na paisagem pela degradação de formações lateríticas muito antigas, espessas, fortemente alteradas, ricas em acumulações residuais: quartzos, caulinita, óxidos e hidróxidos de ferro (hematita e goethita) e de alumínio (gibbsita). Essa degradação se efetuara pelo desenvolvimento dos processos de hidromorfia, eluviação e podzolização, que alteraram as fontes geoquímicas aplainando o relevo e aumentando a extensão das partes baixas da vertente. Tais formações lateríticas teriam sido constituídas em meio oxidante relativamente bem drenado, o que propiciara uma ferruginização e aluminização sobre forma de concreções ou couraças.

A presença de uma camada nodular espessa encontrada desde a tradagem 1 até a tradagem 11 desta topossequência supõe que tais concreções teriam si originadas do desmantelamento das antigas formações lateríticas, que por sua vez se constituíram a partir da intemperização da rocha-mãe, na qual os elementos constituintes do horizonte de alteração foram se transformando em solo e sofrendo ações geoquímicas diversas (oxidação do ferro, por exemplo), que no meio amazônico possibilita a formação de nódulos ferruginosos. Agrupados

e consolidados estes nódulos originaram uma couraça ferruginosa bastante extensa, que atualmente se encontra em fase de dismantelamento, num processo de transformação da cobertura pedológica.

Nas partes alta e média desta topossequência os nódulos parecem desempenhar o papel de armar o relevo, dando ao solo um “suporte” que o protege da erosão acelerada. Nestas posições o ferro demonstra ter possibilidade de permanecer no sistema em condições favoráveis a sua oxidação pelas características de boa drenagem e grande espessura dos horizontes, não havendo um ambiente que o reduza como o que ocorre nas partes mais baixas da encosta pela ação do processo de hidromorfia. A cobertura pedológica tem nestas posições sua espessura aumentada em decorrência da acumulação residual dessas concreções que não foram exportadas pela ação da erosão. Os nódulos que se encontram mais em profundidade e fornecem ao relevo um formato côncavo parecem ser relíquias da couraça que se dismantelou e neste caso podem ser provenientes da superfície, porque parte dos nódulos penetra no solo devido a sua densidade, ou então, ter sido neoformados (cristalizados), sendo constituídos por elementos derivados do horizonte de alteração (indício dado pela presença de nódulos moles próximos a este local), nas partes em que haja menos água no sistema, pois aí há condições do ferro se oxidar.

Verifica-se que não há ocorrência de nódulos a partir da parte inferior da média vertente até a inferior da baixa vertente, extensão correspondente entre as tradagens 11 e 2, o que pode ser atribuído ao fato do ferro ter ambiente propício para ser reduzido e sair do sistema, não havendo a formação de nódulos. Assim o ferro penetraria em profundidade ou sairia lateralmente condicionado pelo funcionamento hídrico. A presença da hidromorfia também impede que os nódulos se originem do material intemperizado da rocha, porque a água não penetra o horizonte de alteração facilmente de maneira vertical, acumulando-se por um tempo mais prolongado na sua superfície, o que propicia um ambiente mais úmido. Nestas condições a cobertura original com couraça e nódulos dela derivados, já se encontra totalmente modificada pela ação do processo de hidromorfia que se originou na baixa vertente e remonta em direção à média vertente.

A posição em que se encontram distribuídos os nódulos nas partes central e superior da alta vertente relativamente próximos à superfície, não caracteriza esta área como de solo pouco profundo, pois é a posição do horizonte de alteração que serve de critério para determinar a

espessura de um solo, e neste caso ele encontra-se bem profundo, abaixo de 3 m. Assim, nódulos não indicam profundidade dos solos e sim a posição da couraça no solo: em topografias convexas eles ficam superficiais, nas topografias côncavas, como a que foi encontrada mais abaixo na topossequência, os nódulos se posicionam mais em profundidade (para depois remontarem ao final da média vertente, o que pode corresponder a um remonte do nível do horizonte de alteração). Pode-se dizer que os nódulos ocorrem em camadas mais ou menos regulares, que de certa forma determinam o modelado do relevo.

A aproximação dos horizontes de alteração (g) e (h) em relação a superfície na parte superior do segmento baixo revela a diminuição da espessura do solo, observada conjuntamente com a ausência do horizonte (d) na tradagem 16 na parte central da média vertente. Nestas circunstâncias, nas quais o relevo se “arma” (talvez pela presença, novamente convexa da camada nodular) ao final de um replano para em seguida apresentar declividade forte, pode-se supor que o solo tenha dificuldade em se aprofundar, por ser desfavorecido pelo processo de erosão lateral causado principalmente pela água, que escorre para a baixa vertente a medida que esta encontra o impedimento dos horizontes de alteração (g) e (h) em sua drenagem vertical no perfil. Neste ponto de ruptura de declive o solo se rebaixa em consequência das perdas de matéria.

A presença da cor bruno forte dos horizontes (c) e (d) indica não haver condições de excesso de água nesses horizontes, o que significa que eles são permeáveis. Essa permeabilidade se dá em decorrência de uma porosidade favorável. Esses horizontes apresentam-se no modelado do relevo condicionados ao formato da camada nodular, razão pela qual na parte inferior da alta vertente sua espessura seja mais expressiva (tradagem 3).

No horizonte bruno amarelado (f) verificado desde a tradagem 3 até a 11, a cor bruno amarelada parece estar relacionada com o regime hídrico, pois, evidencia maior tempo de permanência de água em seu interior. Isto pode ser em decorrência também das características de sua estrutura poliédrica, que favorece o armazenamento pluviométrico.

A presença de variegados de cores nos horizontes superficial bruno oliva (m) e subsuperficial cinza claro à bruno amarelado claro (n) observado da tradagem 2 decorrem da má drenagem da água que se mantém por períodos prolongados ou permanentes nesses horizontes em decorrência do mecanismo da ascensão capilar (lençol freático próximo).

Essa característica nos horizontes hidromórficos é devido, de acordo com Bigarella et al. (1996) à presença de ferro ou de manganês na forma reduzida em ambiente anaeróbico de águas estagnadas carregadas de produtos orgânicos ácidos intercalados com períodos de oxidação provocando a precipitação e acumulação destes. No período úmido os compostos de ferro são reduzidos ao estado ferroso e lixiviados ao longo de fissuras e espaços ocupados por raízes, entre outras possibilidades. No período seco o ferro é oxidado ao estado férrico, precipitando-se para posteriormente formar concreções.

Já os horizontes (i) e (j) presentes em profundidade evidenciam predominância de hidromorfia na jusante da toposseqüência.

#### *4.1.1.2.1. O sistema pedológico.*

A partir de observações morfológicas da estrutura e do funcionamento da cobertura pedológica são identificados a priori dois subsistemas pedológicos na toposseqüência em estudo que supostamente correspondem aos tipos de solos classificados como: Latossolo-Cambissolo e Cambissolo-Gleissolo.

##### Subsistema Latossolo – Cambissolo.

Está localizado desde a parte superior da baixa vertente (área de declive abrupto) até a parte mais alta (declive suave). Corresponde a um domínio que se encontra em estado de desequilíbrio, no qual a estrutura geral da cobertura se modifica com o tempo apresentando duas seqüências discordantes uma da outra, sendo uma com diferenciação vertical pela distribuição dos horizontes mais ou menos paralelos a superfície e uma outra seqüência oblíqua que progride lateralmente alterando a organização da primeira que não é mais funcional (Boulet et al., 1984). Essa progressão de um conjunto estrutural da cobertura pedológica sobre o outro é atribuído a um sistema transformante que desencadeia um rebaixamento da superfície do solo pela erosão superficial lateral de cima para baixo e interna de baixo para cima na altura da média vertente orientando o desenvolvimento de um Cambissolo na unidade de relevo.

A paisagem pedológica em estudo, quando observada em seus aspectos morfológicos, parece evidenciar que a cobertura inicial laterítica, ainda presente à montante sofrera, ao longo do tempo, um processo de transformação por erosão superficial favorecidos principalmente pela topografia e pela intensidade pluviométrica, de maneira “lenta” e constante. A seqüência transformante, causadora da erosão, teria ocorrido no sistema, ou por fatores internos, inerentes a ele ou pela mudança de condições externas e desestabilizado a cobertura original. Então, o sistema se auto-organizou originando novas dinâmicas de funcionamento.

Esse seria um processo natural e inevitável controlado e determinado pela intensidade dos fenômenos da erosão a ele transformante. Porém, atualmente, com as atividades humanas interferindo sobre os diversos componentes ambientais (vegetação, clima, solo, etc.) e sobre suas relações, pode estar havendo uma ampliação da dinâmica desta ação. Isto quer dizer que os processos evolutivos do solo podem estar sendo acelerados pela influência das atividades humanas, conforme pode ser observado pelas figuras 4 e 5 o que talvez evidencie um problema para o seu uso prolongado.



Figura 4. Erosão na pastagem



Figura 5. Hidromorfia na pastagem.

Na superfície do Latossolo profundo encontrado na montante a água das chuvas ocasiona baixa erosividade no solo, pois ela encontra facilidade de percolação vertical devido à espessura dos horizontes com estrutura microagregada. Conseqüentemente, o fluxo de água que escorre em superfície é relativamente pequeno. Mas, um processo de escoamento superficial de água tem ocorrido, favorecido principalmente pela concentração de algumas zonas hidromórficas (figura 5) dispersas no horizonte bruno amarelado (b) causadas pela presença de pontos de compactação no solo. A intensidade das chuvas tem papel importante nas taxas de infiltração, segundo Stocking (1977) apud Guerra (1994), pois, a partir do encharcamento do solo a infiltração diminui rapidamente. Ela influencia no escoamento superficial quando a capacidade de infiltração é excedida. Mas, as propriedades do solo parecem ser os fatores mais determinantes na definição do grau de erosão dos solos, entre elas a estabilidade dos agregados em destaque. Verhaegen (1984) apud Guerra (1994) encontrou correlação negativa elevada entre estabilidade dos agregados e perda de solo. A estabilidade maior ou menor dos agregados influencia a ruptura desses agregados, podendo ser formadas crostas no solo, dificultando a infiltração e aumentando o escoamento. A predominância de agregados granulares (com microagregados) desde os primeiros 10 cm de profundidade nos horizontes da alta vertente, com alta estabilidade, faz com que seja reduzida a erodibilidade do solo, pois possibilita a existência de elevado índice de porosidade, aumentando as taxas de infiltração e reduzindo a perda de solo.

Na média vertente, o horizonte bruno amarelado (f) de espessura média apresenta uma estrutura poliédrica, que em comparação a microagregada da alta vertente, constitui agregados de menor estabilidade, podendo se supor que nesta posição a erodibilidade do solo seja mais favorecida pelas suas propriedades. Essa nova estrutura parece estar relacionada a uma mudança da dinâmica hídrica do solo em relação à montante. Ela favorece a permanência de água no horizonte superficial por um período longo, o que pode ser notado pela sua coloração bruno amarelada indicando formação de goethita. Esse funcionamento hídrico parece também ser favorecido pela proximidade do horizonte de alteração à superfície do solo, o qual apresenta baixa porosidade dificultando a infiltração vertical da água da chuva. Tal característica favorece uma erosão interna lateral que ocorre entre o horizonte bruno vivo (e) e o horizonte de alteração (g). Estas modificações caracterizariam uma frente de transformação, na qual não se sabe se são as modificações na estrutura que provocariam as alterações no regime hídrico ou vice-versa, ou ainda se os dois processos ocorrem simultaneamente.

Ao contrário do que acontece nas posições anteriores, na parte superior da baixa vertente, onde se limita o subsistema com presença do Cambissolo, a exportação dos elementos é comparativamente bem maior, pois ele é menos espesso favorecendo a circulação vertical de água. A pequena espessura do horizonte pedológico dificulta o desenvolvimento das plantas, limitadas pela área disponível ao crescimento das suas raízes, o que beneficia que o solo fique com maiores áreas desprotegidas pela ausência de vegetação e conseqüentemente, mais suscetível á erosão. Guerra (1994) cita que a ausência da cobertura vegetal facilita o impacto das gotas de chuva fazendo com que os agregados se quebrem, crostas sejam formadas na superfície do solo, o que aumenta os efeitos do escoamento superficial, causando maiores taxas de erosão. Thornes (1980) apud Guerra (1994) afirma que a erosão ocorre a partir do momento em que as forças que removem e transportam materiais excedem aquelas que tendem a resistir a remoção. A espessura do solo pode estar relacionada ao controle das taxas de produção (intemperismo) e remoção (erosão) de materiais. Nas áreas onde os efeitos desses dois grupos de processos são iguais há uma tendência de a espessura do solo permanecer a mesma ao longo do tempo.

Enfim, essas manifestações (hídricas, de fluxo de matéria, etc.) de uma nova dinâmica mostram a possível evolução dos atuais sistemas presentes na cobertura pedológica. Supõe-se que está ocorrendo uma passagem progressiva da cobertura inicial latossólica para uma cambissólica, que se estende da parte superior da baixa vertente em direção ao alto, manifestados pela aproximação do horizonte de alteração à superfície e pela discordância em superfície da transformação do horizonte bruno forte, com manifestações de hidromorfia e erosão, pelo bruno amarelado. Sendo que as atividades humanas podem acelerar os mecanismos dessa erosão por interferirem descontroladamente no processo evolutivo da paisagem pedológica.

#### Subsistema Cambissolo - Gleissolo.

Está localizado no segmento da baixa vertente, ocorrendo desde a parte superior, com o início de uma declividade acentuada (onde ocorre uma ruptura de declive) até a jusante na topossequência. Trata-se de um domínio em vias de transformação, ocorrida pela ação do processo de hidromorfia que é causada por mudanças da dinâmica da água, decorrente da modificação da estrutura e conseqüentemente, da porosidade e drenagem do solo. A

hidromorfia se direciona à média vertente em uma frente que transforma o Cambissolo em Gleissolo.

Na toposseqüência a demonstração de discordância deste subsistema está no horizonte (n), em que a cor cinza dominante na matriz indica haver ferro reduzido no sistema. Já os horizontes (k), (l) e (m) apresentam uma transformação progressiva na direção da baixa vertente. A descoloração na parte baixa da encosta ocorre pela ação do lençol freático, ao passo que nas altas as variações são decorrentes da chuva e mudanças da estrutura.

Em pesquisas realizadas por Queiroz Neto (1987) sobre um sistema pedológico semelhante, percebeu-se a influência exercida pela circulação hídrica e pela presença de uma zona de hidromorfia na baixa vertente. A drenagem interna da água se faz lateralmente associada a condições crescentes da hidromorfia que avança sobre a superfície e em profundidade na direção das partes mais altas, onde a drenagem ocorre também no sentido vertical. Esse autor acrescenta que as modificações nas condições de circulação das soluções são ao mesmo tempo causa e conseqüência das transformações das organizações estruturais.

As características dessa cobertura pedológica sobre monzogranito evidenciam uma cobertura pedológica semelhante às descritas por Colas e Rousseau (1998) em sistema pedológico da região de Marabá, no qual a distribuição dos solos sobre xisto revelaram estágios diferentes de evolução na paisagem topográfica, havendo relevos em formato de longas encostas ou grandes interflúvios, de “meias-laranjas falsas” com vertentes longas e de “meias-laranjas verdadeiras” com vertentes curtas. Na interpretação daqueles autores, conforme já foi dito anteriormente, a distribuição espacial dos principais tipos de solos encontrados nessas toposseqüências estaria ligada ao desmantelamento de antigas couraças ferruginosas, que se decompõem em horizontes nodulares, tal qual a camada de nódulos presentes no Latossolo da cobertura aqui em estudo.

No estudo citado essas características derivadas das formações lateríticas antigas ainda seriam encontradas nas encostas de grandes interflúvios, caracterizadas pela presença dos Latossolos vermelho escuros com couraças nas partes mais altas e dos Latossolos vermelho amarelos nodulares posicionados logo abaixo dos primeiros. Todavia, na toposseqüência aqui estudada o solo que está ocupando as partes mais altas da encosta é o Latossolo vermelho amarelo com camada nodular. A evolução dos sistemas pedológicos poderia ir mais longe e passar pelo desaparecimento quase que total da couraça e da fonte geoquímica dos volumes ferralíticos, o

que seria o fenômeno de origem das formações de relevos mais reduzidos de “meia-laranja” com desenvolvimento de Cambissolos diretamente sobre o horizonte de alteração e no cume destas (ibid.).

Todavia essa topografia em formato de “meia-laranja” encontrada por aqueles autores não chega a se formar na topossequência aqui estudada. Assim, pode-se supor que os solos observados na topossequência sobre o monzogranito encontram-se distribuídos numa paisagem pedológica intermediária (cronossequencialmente) entre as duas descritas por Colas e Rousseau (1998) em xisto. Suas origens seriam semelhantes, por derivarem de antigas couraças, mas, a topossequência em estudo não apresenta mais o horizonte vermelho escuro com couraça na alta vertente, e sim o horizonte vermelho amarelado com nódulos nesta posição, caracterizando um estágio mais evoluído em relação ao primeiro. Isto quer dizer que esta cobertura encontra-se num estágio de dismantelamento da couraça mais avançado. Por outro lado, a paisagem pedológica em “meia-laranja” corresponde a coberturas em estágio mais evoluído, pois se apresentam com características de sistemas pedológicos que perderam, pela ação da erosão, as suas coberturas latossólicas originais.

O sistema observado sobre monzogranito também apresenta semelhança aos descritos por Boulet et al. (1982) e Boulet, (1986) em micaxisto nos aspectos da organização e, supostamente, do funcionamento dos solos. Constitui-se de coberturas pedológicas que na alta vertente são estruturados com microagregados que favorecem a drenagem lateral e profunda da água, evidenciando a ausência de saturação. Os seus horizontes são bastante espessos facilitando a retenção de água por períodos prolongados e a disponibilização de água para as plantas nos períodos de estiagem não longa. Na posição da média vertente, onde os solos são mais rasos, a drenagem da água se faz superficial e lateralmente pela dificuldade de percolação em decorrência da porosidade reduzida do horizonte de alteração. A água tende a se acumular nos períodos de chuva entre os horizontes superior e de alteração prolongando o período de tempo de umedecimento do horizonte de superfície, conferindo a ele uma coloração bruno amarelada. A estrutura deste horizonte apresenta-se poliédrica, tal qual sobre micaxisto, o que também corrobora para a permanência de água neste horizonte ao contrário da microagregada encontrada na posição alta. Na baixa vertente a hidromorfia é o principal fator que confere ao solo uma drenagem vertical bloqueada.

Em observações de sistemas pedológicos semelhantes, Chauvel et al (1981) apud Queiroz Neto (1987) identificaram que nesse tipo de cobertura pedológica em desequilíbrio, com um sistema transformante por processo remontante, ocorrem profundas modificações morfológicas, correspondendo à passagem da estrutura microagregada para estrutura de agregados poliédricos subangulares ou angulares. As transformações parecem desencadear as mudanças de estrutura (em consequência de condições hídricas, de porosidade, etc.) e ao mesmo tempo, serem desencadeadas por estas mesmas modificações morfológicas.

#### **4.1.2. Solos sobre granodiorito.**

A classificação da rocha que dá origem aos solos é biotita-hornblenda-granodiorito porfirítico. É composta essencialmente de plagioclásios, quartzo e fenocristais de feldspato alcalino-potássico com grãos médios. O plagioclásio predomina sobre os feldspatos alcalinos correspondendo a mais que o dobro de feldspato potássico. Os principais minerais ferromagnesianos são a hornblenda e a biotita (Dall' Agnol, 2004, informação verbal).

##### **4.1.2.1. Descrição das toposseqüências**

No conjunto de solos desenvolvidos a partir de rocha granodiorita a variabilidade das formas das coberturas topográficas fez com que fosse necessário para melhor estudá-las, a caracterização de duas toposseqüências, interligadas no topo da encosta. Para um lado a topografia é mais suave, prolongando o seu comprimento, para o outro a vertente tem um relevo de maior declividade e extensão menor.

##### *4.1.2.1.1. Toposseqüência maior.*

Essa toposseqüência abrange uma extensão de 620 m de comprimento e 34 m de desnível entre o topo da encosta e o começo do *talweg* principal da bacia vertente. Situa-se numa encosta de longo interflúvio diferenciando-se em um segmento de declive moderado na posição da alta vertente com aproximadamente 24° de declividade e um outro muito mais suave e alongado nos segmentos médio e baixo.

Na posição mais alta da vertente (Figura 6), o horizonte (b) de cor bruno amarelada (10YR5/6) situa-se sob o horizonte (a) bruno acinzentado escuro, de pequena espessura (5cm), apresentando textura franco argilosa e cerca de 30% de concreções ferruginosas centimétricas e milimétricas em estado friável e quartzos centimétricos não muito abundantes até a profundidade de 90 cm (tradagem 1). Após esta profundidade um horizonte (c) bruno forte (7,5YR5/8) mais seco que o anterior e de consistência firme, surge com variegados vermelho amarelos, bruno amarelados e vermelhos, dentro da matriz. Os quartzos estão sempre presentes e a textura torna-se argilosa, embora ainda ocorra areia grossa nesta profundidade do perfil. Aos 2 m surgem volumes de cor branca provavelmente de caulinita, associado a um aspecto siltoso do solo no horizonte (d). Esses volumes se tornam mais acentuados aos 2,3 m, quando também são percebidos variegados brancos, amarelos e vermelhos e volumes violáceos numa matriz que adquire coloração cada vez mais intensa de vermelho amarelado (5YR5/8), tornando-se constante até os 3 m.

Aproximadamente 80 m abaixo (tradagem 21), o horizonte bruno amarelado (b) apresenta um maior número de nódulos friáveis e sua consistência fica mais firme. O horizonte bruno forte aparece aos 50 cm e se estende até um 1,1m, sempre com quartzos pequenos, nódulos ferruginosos friáveis e variegados amarelados, embora em menor percentual, enquanto a textura é sempre argilosa. O horizonte (d) verificado anteriormente continua presente até os 2 m, quando então um novo horizonte (e) de cor vermelha (2,5YR4/8) mais homogêneo surge, com pontos brancos esparsos e variegados amarelos isolados. Nele há apenas evidências de concreções sendo destruídas.

A cerca de 130 m do ponto inicial no topo na (tradagem 22) é verificado um outro horizonte superficial (k). Muito mais espesso (20 cm) que o horizonte orgânico (a) distribuído por toda a encosta, ele se mostra na cor bruno amarelada escura (10YR4/4), com textura franco argilosa e presença de areia grossa, sendo úmido e friável.

Por toda a média vertente o horizonte (k) mantém-se espesso, em torno de 60 a 80 cm. O horizonte (c) que chega a atingir 1,5 m de espessura em sua maior profundidade (tradagem 23) apresenta nessa posição nódulos ferruginosos tornando-se esparsos. A textura torna-se ligeiramente mais argilosa, sobretudo em superfície e a umidade permanece. É verificado nessa mesma tradagem, na média vertente aos 3,3 m o surgimento de um novo horizonte (g) de cor amarelo avermelhado (7,5YR6/8) em profundidade, sob o horizonte vermelho (e). Seu aspecto é de um variegado de cores brancas, amarelas, vermelhas e beges, com concreções friáveis violáceas. Tanto o horizonte (g), como o (e) e o (d) têm consistência mais seca que os

horizontes a eles sobrejacentes. Na parte inferior da média vertente (tradagens 27 e 33) os horizontes (b), (k) e (c) desaparecem em bisel. Abaixo deles encontra-se o horizonte (i), entre as tradagens 28 e 31, de cor bruno amarelado claro (10YR6/4) de grande heterogeneidade, com variegados cinzas, amarelos, bruno forte e vermelhos, sem concreções e com a presença do lençol freático.

Na baixa vertente (tradagens 25 e 26), abaixo do horizonte orgânico, se localiza um horizonte superficial (j) de cor bruno oliva claro (2,5Y5/4) à bruno acinzentado (2,5Y5/2) intercaladas. Sua umidade é muito alta e a textura é argila arenosa. Subjacente a este se encontra o horizonte (h) de matriz cinza azul claro (5B7/1) e presença de pequenos quartzos em sua textura argila arenosa, muito mais seco em relação ao horizonte superior. Na extremidade da topossequência ainda pode ser verificado o horizonte (f) com cores que vão de um bruno acinzentado (10YR5/2) à cinza (10YR5/1), de grande espessura (cerca de 1m) e textura argila arenosa com areia grossa dispersa em superfície. Ele possui variegados esparsos e excesso de água.

A morfologia dessa encosta apresenta particularidades importantes relacionadas à topografia, sendo a mais relevante que os horizontes pedológicos bruno forte e bruno amarelado são de espessura média na posição de maior declividade da encosta, que vai da alta vertente até a parte superior da média vertente. Mais abaixo estes horizontes se espessam numa disposição mais ou menos côncava da topografia e se alongam na direção da baixa vertente até seu desaparecimento.

Os horizontes de alteração vermelho amarelado e vermelho apresentam textura argila siltosa nas posições mais altas da encosta. Abaixo desta posição um outro horizonte de alteração com coloração mais clara (g) amarelo avermelhado apresenta-se com mosqueados e aumento da umidade.

Os horizontes observados na baixa vertente apresentam heterogeneidade de cores e indicações de hidromorfia. A textura é argila arenosa e a umidade elevada.

Sistema Latossolo-Gleissolo

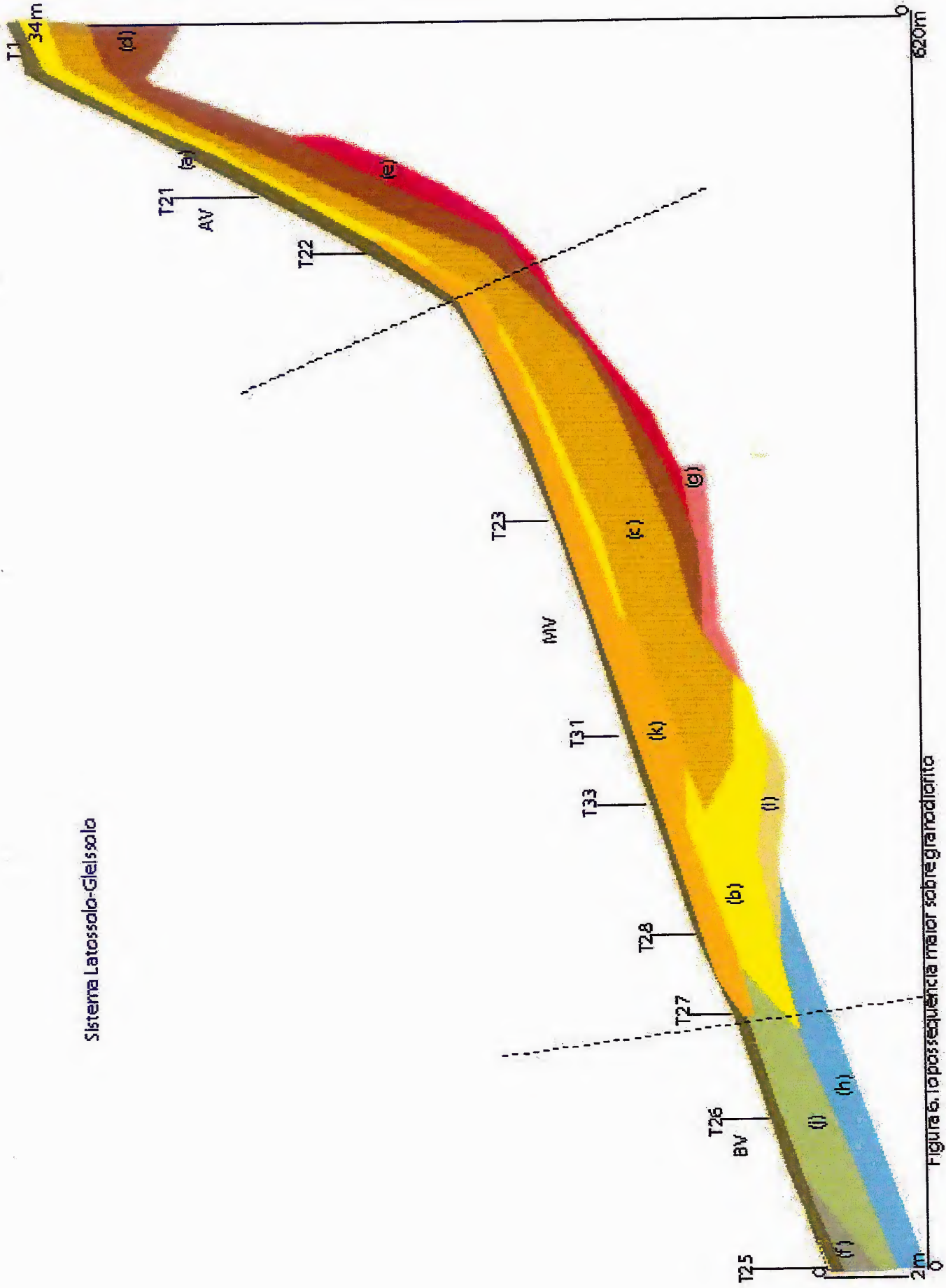


Figura 6.10: sequência maior sobre gradiente

### Legenda da figura 6. Topossequência maior Granodiorito

- (a) Horizonte superior de cor 10YR4/2 (bruno acinzentado escuro), textura franco argilosa com areia grossa a montante e à medida que se aproxima da jusante muda para textura arenosa, consistência úmida e friável, presença de matéria orgânica;
- (b) Horizonte de cor 10YR5/6 (bruno amarelada), textura franco argilosa, consistência bastante firme, presença na alta vertente de cerca de 30% de concreções cm e mm ferruginosas, friáveis ou com quartzo dentro e de quartzos cm livres, aumentando o percentual de nódulos friáveis a jusante;
- (c) Horizonte de cor 7,5YR5/8 (bruno forte), textura argilosa com teor de argila decrescente à aproximação da jusante, consistência firme na alta vertente e friável abaixo da média vertente, sendo mais seco que o horizonte superior, presença de quartzos cm esparsos ao longo do horizonte e concreções ferruginosas cm duras e friáveis mais frequentes nas proximidades da alta vertente;
- (d) Horizonte de alteração de cor 5YR5/8 (vermelho amarelado), com textura argila siltosa e início de característica siltosa ou “seco ao tato”, consistência bem seca, presença de cerca de 60% de volumes brancos caulínicos, volumes vermelhos, violáceos e amarelos, concreções friáveis vermelhas violáceas dentro da matriz vermelha amarela;
- (e) Horizonte de alteração de cor 2,5YR4/8 (vermelho), textura argila siltosa, consistência bem seca, variegados amarelos e violáceos;
- (f) Horizonte de cor variando entre 10YR5/2 (bruno acinzentado) a 10YR5/1 (cinza), textura argila arenosa com areia grossa, presença de variegados bruno amarelados, água livre.
- (g) Horizonte de alteração de cor da matriz 7,5YR6/8 (amarelo avermelhado), consistência muito seca, volumes vermelhos de cor 2,5YR4/8, mosqueado de cores com variegados amarelos, brancos, beges e vermelhos, concreções friáveis violáceas;
- (h) Horizonte de cor matricial 5B7/1 (cinza azul claro), textura argila arenosa, consistência bem seca, variegados vermelhos e vermelhos amarelados;
- (i) Horizonte de cor matricial 10YR6/4 (bruno amarelado claro), heterogeneidade de volumes amarelos, vermelhos, cinzas e brancos, ausência de concreções, presença do lençol freático;
- (j) Horizonte de cor entre 2,5Y5/4 (bruno oliva claro) a 2,5Y5/2 (bruno acinzentado) ora a matriz de uma cor, ora de outra, se alternando entre matriz e variegados, textura argila arenosa, consistência muito úmida, presença de variegados bruno forte difusos;
- (k) Horizonte de cor 10YR4/4 (bruno amarelado escuro), textura franco argilosa com presença de areia grossa aumentando o teor de areia na baixa vertente tornando-se de textura argila arenosa, consistência plástica;

AV = Alta Vertente; MV = Média Vertente; BV = Baixa Vertente.

#### *4.1.2.1.2. Topossequência menor.*

Essa topossequência (figura 7) tem uma extensão de 330 m de comprimento e 38 m de desnível. Situa-se sobre a mesma encosta alongada da topossequência maior, porém, na direção oposta. Seu declive é moderado nos primeiros 20 m da alta vertente com aproximadamente 22° de declividade, tornando-se mais acentuado a partir dali até aproximadamente 140 m na parte superior da baixa vertente, quando então, numa ruptura de declive, adquire declividade mais forte em torno de 16°, em direção à jusante.

No topo da vertente os horizontes encontrados têm características iguais a topossequência maior descrita anteriormente, pois o perfil é o mesmo para as duas encostas neste ponto (tradagem 1). A partir dali, elas seguem em direções opostas apresentando variações morfológicas.

Na superfície desta topossequência é observado o horizonte (a) de cor 10YR4/2 (bruno acinzentado escuro) com fina espessura, textura franco argilosa com areia grossa. Subjacente a ele, na parte superior da alta vertente (tradagem 12) encontra-se o horizonte (b) de cor bruno amarelada (10YR5/6) com cerca de 50 cm, presença de volumes pretos e variegados vermelhos e cinzas, concreções duras e friáveis e presença de grãos de quartzos. No mesmo ponto mais em profundidade (1 m) surge o horizonte (c) com cor bruno forte (7,5YR5/8), textura argilosa, aparecimento de variegados vermelhos e volumes amarelos, concreções centimétricas e consistência mais friável que do horizonte anterior. Aos 1,3 m o horizonte bruno forte já é substituído pelo horizonte (d) de cor vermelha amarelada (5YR5/8), com volumes violáceos, amarelos e brancos cauliniticos, com grãos de quartzos, sendo mais seco e mais firme que o anterior. Por fim, aos 2,2 m a cor torna-se vermelha (2,5YR5/6) no horizonte (e), apresentando textura argila siltosa e evidência de antigas concreções já desintegradas, entre os variegados amarelo, branco e violáceos, além de quartzos.

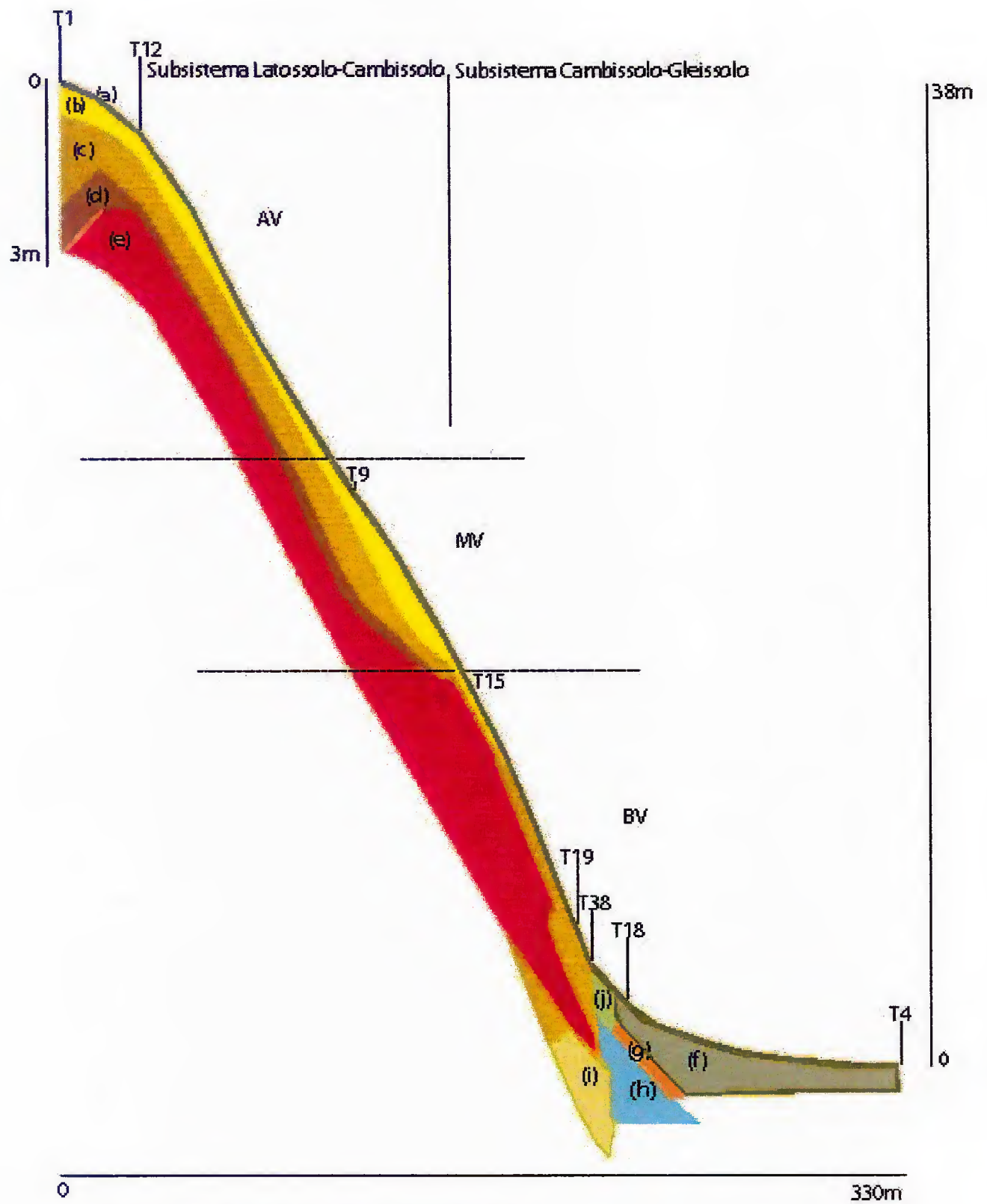


Figura 7. Toposequência menor sobre granodiorito.

### Legenda da figura 7. Toposseqüência menor Granodiorito

- (a) Horizonte superior de cor 10YR4/2 (bruno acinzentado escuro), textura franco argilosa com areia grossa a montante e à medida que se aproxima da jusante muda para textura arenosa, consistência úmida e friável, presença de matéria orgânica;
- (b) Horizonte de cor 10YR5/6 (bruno amarelado), textura franco argilosa com areia grossa, consistência úmida e friável, presença de volumes pretos e variegados enferrujados e acinzentados, concreções cm e mm duras abundantes à montante e friáveis esparsas em todas as posições;
- (c) Horizonte de cor 7,5YR5/8 (bruno forte), textura argilosa, consistência um pouco menos úmida que a anterior, variegados vermelho amarelos, concreções ferruginosas e quartzosas mm esparsas;
- (d) Horizonte de alteração de cor 5YR5/8 (vermelho amarelado), com textura argila siltosa e ausência de areia grossa, consistência seca, heterogêneo, volumes brancos caulínicos, variegados vermelhos, violáceos (15 a 20%) e amarelos, concreções cm e mm se degradando;
- (e) Horizonte de alteração de cor 2,5YR5/6 (vermelho), com textura argila siltosa, consistência bem seca, heterogêneo, variegados amarelos e violáceos, volumes brancos;
- (f) Horizonte superficial de cor 10YR4/1 (cinza escuro), textura argila arenoso com areia grossa, consistência muito úmida, presença de matéria orgânica;
- (g) Horizonte heterogêneo de cor 5YR4/4 (bruno avermelhado) dominante, consistência firme, presença de volumes cm acinzentados, brunos e amarelos, lençol freático;
- (h) Horizonte de cor matricial 5B5/1 (cinza azulado), textura argila arenosa, presença de volumes vermelhos, variegados bruno amarelados, quartzos cm e mm.
- (i) Horizonte de cores heterogêneas 2,5Y6/4 (bruno amarelado claro), 2,5Y6/2 (cinza brunado claro) e 2,5Y7/4 (amarelo pálido), textura franco arenosa, variegados amarelos, brancos e acinzentados, volumes pequeno vermelhos, hidromorfia, lençol freático;
- (j) Horizonte de cor 10YR3/2 (bruno acinzentado muito escuro) e 2,5Y5/4 (bruno oliva claro) ou 2,5Y6/2 (cinza brunado claro), textura argila arenosa, consistência úmida, presença de pontuações de vermelho vivo friáveis, concreções de quartzos esparsos.

AV = Alta Vertente; MV = Média Vertente; BV = Baixa Vertente.

Na média vertente (tradagens 9) o horizonte (c) atinge sua maior espessura com 1,2 m. Nesta posição ainda há ocorrência de variegados e volumes amarelos, vermelhos, brancos e violáceos. As concreções ferruginosas com quartzos estão em menor quantidade e a consistência é sempre friável. Na parte superior da baixa vertente (tradagem 15) os horizontes pedológicos se adelgam. Abaixo deles encontra-se o horizonte de alteração (e) com uma espessura que vai de 50 cm para além de 3 m.

Mais à jusante, nas partes central e inferior da baixa vertente, dois novos horizontes superficiais (j) e (f) são verificados entre as tradagens 4 e 38. O primeiro é heterogêneo e o segundo apresenta uma cor cinza escura (10YR4/1) e espessura de até 70 cm, textura argila arenosa com areia grossa dispersa. Está sobreposto ao horizonte (g) de cor bruna avermelhada (5YR4/4) e pequena espessura e ao horizonte (h) com uma matriz apresentando tonalidade cinza azulada (5B5/1) e volumes avermelhados e amarelados, além de grãos de quartzos (tradagem 18). Subjacente a este encontra-se o horizonte (i) verificado na tradagem 19, com cores heterogêneas bruno amarelado claro (2,5Y6/4), cinza brunado claro (2,5Y6/2) e amarelo pálido (2,5Y7/4) ao nível do lençol freático.

Nessa toposseqüência, que apresenta vertente mais curta, as características morfológicas que se destacam são as seguintes: O horizonte (b) bruno amarelado é de espessura média e sua extensão se limita, basicamente a alta e média vertente. O horizonte (c) bruno forte também apresenta espessura média, prolongando-se desde a alta vertente até próximo à parte inferior da baixa vertente.

O horizonte de alteração (e) é encontrado em toda a vertente, exceto na parte mais baixa onde há hidromorfia. Ele se aproxima da superfície principalmente na parte superior da baixa vertente após um rápido replano no relevo, atingindo sua espessura mais importante.

#### 4.1.2.2. Interpretação morfológica das toposseqüências

##### 4.1.2.2.1. *Toposseqüência maior*

No topo da toposseqüência a tradagem 1 mostra que há presença de nódulos ferruginosos provavelmente relíquias, derivados do desmantelamento da couraça ferralítica anteriormente presente na cobertura inicial. Ao descer-se pela encosta mais longa verifica-se que esses nódulos rapidamente diminuem em quantidade e passam a ser encontrados em abundância

moderada em profundidade na média vertente, próximos ao horizonte de alteração. Pode-se supor que estes nódulos, que se apresentam mais friáveis em profundidade, sejam neofomações do material de alteração, ou teriam vindo das partes mais altas do relevo. Nesta topossequência, tal qual na realizada sobre monzogranito observa-se uma estreita relação entre a posição da camada nodular e a forma da topografia, pois quando eles são encontrados próximos a superfície o relevo se eleva.

A espessura do solo encontrada na parte central da média vertente é promovida pela topografia, que se organiza de forma côncava evitando a lixiviação dos elementos do solo de maneira excessiva lateralmente. Pode-se visualizar nas cores bruno forte do horizonte Latossólico (7,5YR5/8) que sua estrutura favorece a drenagem das chuvas verticalmente, facilitando o seu aprofundamento. Por outro lado, a média espessura do Latossolo na parte mais alta demonstra que nesta posição há um solo desenvolvido com mais influência da ação das chuvas que provocam erosão dos constituintes do solo e promovem a acumulação residual de nódulos.

Os horizontes (i), (j) (h) e (f) têm um mosqueado de cores causado pela redução e oxidação do ferro, devido, principalmente as oscilações do lençol freático.

#### *4.1.2.2.2. Topossequência menor*

A topossequência menor parece ter favorecido a transferência lateral do material intemperizado do solo em toda a sua extensão e reduzido quando comparada com a topossequência maior, a espessura dos horizontes pedológicos, bem como a área afetada pela hidromorfia na baixa vertente.

Na alta vertente o sistema pedológico é medianamente profundo, tal qual para a topossequência maior. Na média vertente ele se espessa, mas, trata-se de uma área reduzida, de curta extensão, talvez diretamente ligada ao comprimento da encosta que não é muito extensa. A partir da parte superior da baixa vertente até à jusante o sistema pedológico apresenta declividade ainda mais forte que anteriormente, concomitantemente, seus horizontes pedológicos (superficial bruno amarelado e subsuperficial bruno forte) diminuem de espessura ainda sem haver sinais de hidromorfia em profundidade. Juntamente com esta mudança de espessura dos horizontes pedológicos, o horizonte de alteração apresenta-se na posição mais próxima da superfície e sua coloração é vermelha, o que evidencia ausência de

umidade excessiva no sistema até posições muito baixas da encosta. Na baixa vertente dessa topossequência, a textura argila arenosa predomina, a água é excessiva e há uma heterogeneidade de cores com um variegado de volumes vermelhos, amarelos, brunos, ferruginosos. Trata-se de uma característica morfológica de hidromorfia.

#### 4.1.2.2.3. Os sistemas pedológicos

##### a) Topossequência maior

Na topossequência maior o sistema pedológico apresenta apenas uma frente de transformação que delimita o Latossolo da alta e média vertente do Gleissolo presente na baixa vertente. O domínio transformante gleisado apresenta características que são discordantes das organizações do domínio Latossólico, sendo posterior a este no sistema, havendo a tendência de modificação da cobertura inicial pela ação do fenômeno da hidromorfia, no sentido ascendente na encosta.

O processo mais atuante na diferenciação dessa encosta parece ser o que se refere as características que afetam a erodibilidade do solo pelo grau de declividade, do comprimento e da forma da encosta. Guerra (1994) ao falar do papel da declividade das encostas na erosão do solo, cita trabalhos de Luk (1979) o qual concluiu que os solos com maior erodibilidade eram aqueles situados em encostas com 30° de declividade, pois estas favoreceriam a taxa de formação de crostas superficiais no solo, as quais contribuem para o desencadeamento da erosão. A forma convexa do topo dessa encosta pode gerar a formação de ravinas provocadas pelo armazenamento de água nesta posição segundo Hodges e Arden-Clarke (1986) apud Guerra (1994) e desencadear perdas de solo, bem como o seu extenso comprimento pode ser favorável a remoção e deposição de elementos nas suas partes mais planas.

Nessa topossequência sobre granodiorito os horizontes pedológicos presentes na alta vertente não se aprofundam tal qual ocorre sobre monzogranito. Enquanto naquela a espessura do solo é aumentada em virtude da acumulação residual dos nódulos não exportados, aqui as características dos constituintes mineralógicos, provavelmente mais facilmente intemperizáveis (notado pela baixa concentração de nódulos ferruginosos reliquiaes) facilitam o abaixamento da topografia, sem, no entanto, promover o aprofundamento do solo. A erosão que supostamente ocorre nela é de escoamento superficial com *splash*, pois se observou que

ela se distribui pela encosta de forma dispersa, não se concentrando em sulcos. Guerra (1994) afirma que essa forma de erosão acontece quase sempre sob condições de chuva prolongada, quando a capacidade de armazenamento de água no solo satura e a capacidade de infiltração é excedida. A associação com *splash* causado pelas gotas de chuva, torna a erosão mais eficiente, porque ele coloca as partículas do solo em suspensão favorecendo o seu escoamento. O *splash* é possível nesta paisagem porque a vegetação de pastagem deixa parte do solo descoberto e sujeito a sua ação.

Já na posição da média vertente não há energia potencial suficiente para continuar o transporte das partículas removidas de cima devido a topografia côncava, por isso elas se depositam nesta posição e, conseqüentemente, o solo se espessa bastante. É importante também observar que nesta posição o comprimento da encosta interfere no seu comportamento, pois a vertente longa permite que haja desenvolvimento de um solo profundo e livre do excesso de água, antes dele ser transformado pela hidromorfia da baixa vertente.

#### b) Topossequência menor

Esta topossequência constitui-se de um sistema pedológico dividido em dois subsistemas que supostamente compreendem: Latossolo-Cambissolo e Cambissolo-Gleissolo. Ele tem características de um sistema de transformação por erosividade no primeiro caso, originado na alta vertente progredindo em direção a parte superior da baixa vertente, onde se encontra o Cambissolo; e de hidromorfia, no segundo, que se origina na baixa vertente e progride lateralmente até a parte superior do segmento baixo da vertente. O sistema pedológico se desenvolve a partir de um solo laterítico que se empobrece em argilas e que se transforma, ele mesmo, em um solo mais arenoso pela concentração de grãos de quartzo residuais.

#### Subsistema Latossolo - Cambissolo

Esta topossequência tem comportamento semelhante ao da anterior, no que se refere aos processos erosivos da alta vertente, com as características de declividade da encosta atuando no escoamento da água superficialmente. Tal aspecto dificulta o aprofundamento do solo nesta posição, todavia, na altura da média vertente, ao contrário da anterior, o relevo se apresenta com uma ruptura de declive que desencadeia uma erosão ainda mais intensa provocada, entre outros fatores já abordados na topossequência sobre granodiorito, pelo

aumento da velocidade do fluxo de água nesta posição da encosta. Guerra (1994) sugere que esse tipo de comportamento pode ser decorrente, além do aumento do gradiente da encosta, do fato que a capacidade de armazenamento de água na superfície é excedida, o que ocasiona uma incisão no topo do solo. No geral, a erosão por escoamento superficial que ocorre nessa encosta, se torna mais forte na parte superior da baixa vertente, que é a posição em que a água da chuva se torna mais volumosa e com fluxo mais rápido. E nesta posição o tipo de erosão ocasionado representa ser a de ravinas, conforme características descritas por Morgan (1986) apud Guerra (1994), sendo aquela que forma caminhos por onde a água passa (podendo estes se alargarem e evoluírem inclusive para voçorocas). Ela é quase sempre iniciada a uma distância crítica do topo da encosta, onde o escoamento superficial se torna canalizado. Elas podem ser formadas próximas a base da encosta, onde uma pequena incisão recua em direção ao topo da encosta. Essa incisão estaria associada a saturação superficial. O desmatamento e o uso agrícola podem acelerar os processo de formação de ravinas, nesta posição da vertente, em especial nos períodos secos em que os solos estão mais desprotegidos pela cobertura vegetal.

Na parte superior da baixa vertente a aproximação do horizonte de alteração à superfície representa uma textura mais siltosa nesta posição da encosta e segundo Guerra (1994) o teor de silte afeta a erodibilidade (resistência do solo em ser removido ou transportado) dos solos, sendo que quanto maior o teor de silte, maior a suscetibilidade dos solos em serem erodidos.

Para esse tipo de vertente parece ser necessária maior precaução em sua utilização, pois, além do seu formato favorecer a erosão do solo quando este é cultivado, também a vegetação de pastagem tem o inconveniente de em épocas de estiagem descobrirem parte do solo, e posteriormente, quando as chuvas retornam, estes solos descobertos são mais facilmente erodidos.

#### Subsistema Cambissolo-Gleissolo

Esse subsistema é hidromórfico, com ausência de ferro no horizonte superior (f) evidenciado pela cor cinza escura e uma forte redução do ferro, percebida pela presença dos horizontes (g) e (h) de cores claras, como horizontes subsuperficiais.

Mosqueado de cores vermelhas, amarelas, brunas, roxas, etc. nos horizontes mais profundos indicam haver oscilação do lençol freático entre os períodos de chuva e de estiagem. Embora este lençol não esteja atingindo todo o percurso da encosta, ao contrário, limita-se à baixa vertente, talvez em decorrência da declividade, supõe-se que ele poderá expandir-se na direção da média vertente favorecido pelo assoreamento das partes baixas da encosta em consequência da deposição das partículas erodidas dos pontos mais altos, bem como, pelas alterações humanas na cobertura vegetal natural, que substituiu as espécies florestais adaptadas, principalmente o açaí, da baixa vertente por pastagens cultivadas, modificando todo o conjunto biofísico e conseqüentemente o comportamento hídrico.

#### **4.1.3. Comparação entre os dois conjuntos.**

A organização das coberturas pedológicas dos conjuntos pesquisados apresentou semelhanças e diferenças entre si, as quais estão relacionadas aos seus aspectos topográficos e morfológicos, principalmente. Quanto aos aspectos topográficos, a topossequência realizada no conjunto I, sobre monzogranito, apresenta variações de declividade e forma que se assemelham a da encosta menor sobre granodiorito na parte superior da baixa vertente, pois ambas possuem ruptura de declive apresentando semelhantes tipos de erosão. Contudo a hidromorfia na baixa vertente parece estar num estágio mais avançado na encosta sobre monzogranito, pois há evidências desta estar ocorrendo em posições mais próximas à média vertente.

Na alta vertente as diferenças também são bem claras, no que se refere ao desenvolvimento do Latossolo, podendo as desconformidades entre as duas encostas ser atribuído a pelo menos dois fatores: primeiro, que nesta posição, a encosta sobre monzogranito tem espessura muito mais profunda que a sobre granodiorito, provavelmente tendo como fator diferencial a presença de uma camada nodular que promove sustentação do relevo pela capacidade de não ser erodida para as partes mais baixas da vertente e, conseqüentemente, o Latossolo se espessa. O outro fator é que a encosta sobre granodiorito é constituída de material original mais propício a formar encostas com menor grau de declive.

Em comparação com a encosta maior sobre granodiorito, a topossequência sobre monzogranito apresenta na alta vertente uma espessura dos horizontes também superior, evidenciando que os mesmos fatores descritos acima estão presentes nesta situação. As

variações entre as duas são grandes, pois na parte superior da baixa vertente do monzogranito há a formação de Cambissolo, enquanto que no granodiorito isso não ocorre, pois, os horizontes de alteração não se encontram próximos a superfície, estando sob ação de intensa hidromorfia e o horizonte Latossólico desaparece em bísel pela influência dos horizontes hidromórficos que se aproximam. A diferença de dimensão entre estas duas encostas parece ter sido decisiva para as suas diversificações pedológicas, pois a vertente mais alongada da encosta maior favoreceu o desenvolvimento de maior extensão de solo de boa qualidade para a agricultura.

Em relação à morfologia das toposseqüências, as variações notadas entre uma cobertura pedológica e outra são que no monzogranito há ausência do horizonte de alteração de cor vermelha (2,5YR4/8) encontrado na encosta sobre granodiorito, abaixo do horizonte vermelho amarelado (5YR5/8). Possivelmente seja porque, no primeiro caso, na posição em que o horizonte de alteração é alcançado (média vertente) este já esteja recebendo em profundidade grande influência da umidade oriunda da baixa vertente. Isto pôde ser notado pelas cores dos horizontes profundos daquela encosta, que evidenciavam oscilações do lençol freático pela presença de mosqueados. Provavelmente na encosta menor sobre granodiorito a frente de transformação hidromórfica da baixa vertente esteja menos desenvolvida.

As coberturas pedológicas apresentam diferenças também em suas texturas. No monzogranito ela se apresenta em geral mais argilosa do que no granodiorito, o qual em sua composição tem presença de maior quantidade de quartzos e maior teor em areia. Essa característica textural provém das diferenças na composição mineralógica das rochas-mãe, sendo que o granodiorito estudado contém fenocristais médios a grossos, que quando intemperizados originam solos de granulometria mais grosseira que no monzogranito cuja textura dos fenocristais é fina. Essa diferença de textura possivelmente formou solos com composição mais argilosa sobre monzogranito, enquanto sobre granodiorito eles teriam percentuais de areia um pouco maior. Outra diferença é quanto ao percentual em plagioclásios, que se apresenta além do que o dobro dos feldspatos potássicos na rocha granodiorito e menos que o dobro sobre monzogranito originando solos mais férteis quimicamente, pelo maior teor em potássio, nesta última.

Os sistemas pedológicos da zona de estudo apresentam diferentes características referentes à capacidade produtiva resultantes de interações diversas, dentre as mais importantes as que são decorrentes dos constituintes das rochas e da posição em que se encontra a atividade agrícola na encosta em relação à topografia, que possibilitam a cada tipo de solo propriedades específicas de aptidão cultural, mais ou menos adaptados aos diferentes tipos de cultivo.

As observações mostraram que a diversidade de tipo de solo está intimamente relacionada com a característica das encostas, pois, supõe-se que o comprimento, a declividade e a forma de cada encosta, agiliza ou retarda a formação e transformação do tipos de solos sobre elas desenvolvidos e dependendo da posição em que estes se encontram são mais ou menos potencialmente aptos a determinadas culturas.

As maiores diferenças notadas entre as encostas dos dois conjuntos são decorrentes da correlação entre os aspectos da organização estrutural da cobertura pedológica e do funcionamento hídrico. Tendo sido observado sobre monzogranito uma encosta com formação de Latossolos profundos na alta vertente com nódulos abundantes e pouca erosão; no segmento da média vertente Latossolo mediamente profundo, com camada nodular em posição convexa, horizonte de alteração mais próximo à superfície e erosão interna decorrente possivelmente da mudança de estrutura e regime hídrico, acentuado pelo cultivo; na parte superior da baixa vertente Cambissolo e erosão acentuada de tipo ravinas e nas partes central e inferior da baixa vertente hidromorfia superficial e em profundidade, desenvolvendo Gleissolo.

A cobertura pedológica sofre a ação de duas frentes de transformação que se manifestam: uma de erosão iniciando em superfície na posição da alta vertente indo em direção a média vertente, quando então os horizontes pedológicos se estreitam e/ou desaparecem, a estrutura e o regime hídrico mudam e a frente se aprofunda; a outra é de hidromorfia iniciando na baixa vertente e progredindo, superficial e em profundidade até a parte superior da baixa vertente.

Sobre granodiorito a encosta maior é a que mais se diferencia quanto aos tipos de solos, possivelmente pelo seu alongamento suave. Na alta vertente o Latossolo é mediamente profundo e a presença de nódulos é pouco expressiva, comparada à outra rocha; na média vertente o Latossolo é profundo por uma longa extensão, diferentemente da outra rocha na qual este solo desenvolvido em posição convexa do relevo é menos expandido e na baixa vertente o fenômeno da hidromorfia apresenta o mesmo comportamento. Apenas uma frente

de transformação por hidromorfia é observada, com origem na jusante e progressão até o limite superior da baixa vertente.

#### **4.1.4. Potencialidades e limitações dos sistemas pedológicos para a utilização agrícola.**

Os tipos de solos encontrados nos sistemas pedológicos apresentam diferenças em seu potencial agrônomo, podendo ser avaliados quanto a sua utilização agrícola pelas suas características intrínsecas, assim como pelas exigências nutricionais da espécie cultivada. Colas e Rousseau (1998), observaram que em solos desenvolvidos a partir do arenito (rocha-mãe mais pobre quimicamente que o xisto) os agricultores preferiam destinar praticamente toda a propriedade à pecuária, ao passo que sobre os solos provenientes do xisto, eles identificavam maior potencial de fertilidade e deduziam ser possível a implantação de outras culturas, tais como o café, cupuaçu, feijão, milho, etc. Conseqüentemente as áreas com solos originados do xisto eram as mais diversificadas em termos de exploração agrícola.

O Latossolo modular que se desenvolve na alta vertente do monzogranito, embora seja profundo, constitui-se de nódulos abundantes encontrados na sua parte superior a cerca de 1 m da superfície, que são empecilhos para o desenvolvimento das plantas que têm sistema radicular profundo. Mas, segundo os relatos sobre a produtividade fornecidos pelos agricultores ele não é bom para as culturas anuais, principalmente arroz e milho. Isto ocorre porque seus horizontes não armazenam água disponível às plantas para os períodos de seca prolongada. Então, nos anos em que as chuvas se escasseiam quando a cultura ainda está em sua fase vegetativa a produção fica prejudicada. Mesmo a pastagem, que fisiologicamente é mais resistente ao déficit hídrico tem restrições de crescimento nos períodos secos sobre estes solos.

Já para o feijão e a mandioca, segundo os agricultores, este solo tem se revelado bom, porque estas culturas não têm sistema radicular profundo, são mais tolerantes as escassezes de chuva e se adaptam bem a solos que não ficam com excesso de água no período chuvoso. Outra cultura também implantada pelos agricultores locais que apresenta características semelhantes é a banana. O Latossolo profundo das partes inferior da alta vertente e superior da média vertente, ao contrário, é mais adequado para o desenvolvimento de culturas perenes, tais como o café, pois, os nódulos estão em profundidade.

O solo presente na média vertente, por sua vez apresenta-se menos limitante as culturas anuais, pois, os agricultores obtiveram melhor produção das culturas de arroz, milho e feijão. Eles afirmam que nesta posição a pastagem sofre menos com a falta de água. Isto talvez seja em decorrência do ambiente mais propício ao armazenamento hídrico nesta posição da encosta, pois a estrutura poliédrica do horizonte superficial favorece a retenção de água, o que pode ser visto pela coloração bruno amarelado do horizonte (f) indicando haver permanência de água por mais tempo em superfície.

A parte superior da baixa vertente é uma posição restrigente a todos os tipos de cultivares. Mesmo para a pastagem os Cambissolos apresentam limitações, pois quando expostos a ação das chuvas desenvolvem erosão superficial que em pouco tempo enfraquece a gramínea. Por isso é mais sensato manter a vegetação nativa protegendo essa posição da encosta.

Sobre granodiorito o Latossolo da alta vertente, das duas toposseqüências embora não apresentando camada nodular expressiva, não é muito indicado, segundo os agricultores, para as culturas de arroz e milho, pelo mesmo motivo de se limitarem em água quando o período de estiagem das chuvas é extenso. Alguns tipos de pastagem, tais como a braquiária são mais bem adaptadas a essas áreas.

Já o Latossolo presente na média vertente da toposseqüência menor se assemelha ao encontrado sobre monzogranito. Apenas com a diferença de espessura dos horizontes, sendo mais estreitos. Isto os diferencia em potencial do ponto de vista agrônômico, sendo que na toposseqüência menor sobre granodiorito existem menores condições de desenvolvimento das culturas perenes, o que não impossibilitaria a sua implantação. Entretanto, o Latossolo presente na média vertente da toposseqüência maior sobre granodiorito é diferente. Ele é denominado pelos agricultores de “mistura”, porque tem textura misturada de argila e areia e por esse motivo são considerados mais férteis e manejáveis no que se refere às práticas agrícolas. A grande espessura dos horizontes, juntamente com uma topografia de relevo suave sem erosão, faz com que este solo seja favorável fisicamente a muitos tipos de culturas.

Na baixa vertente, na qual se encontram os Gleissolos, todas as toposseqüências podem ser utilizadas de várias maneiras pelos agricultores, alguns a utilizam para cultivar pastagens adaptadas a terrenos com excesso de umidade, outros a mantêm com as árvores florestais nativas, principalmente o açaí ou ainda a tomam como uma área alternativa para o plantio de arroz em anos mais secos. As plantas que encontram limitações neste ambiente são o milho e principalmente, o feijão e a mandioca porque não toleram o excesso hídrico e apodrecem suas

raízes. Dentre estas alternativas a segunda parece ser mais adequada, devido ao fato do desmatamento neste lugar alterar o fluxo de drenagem da água, acelerando o processo de hidromorfia. Isto provocado pelo assoreamento do baixão, o que faz com que também haja uma redução das águas dos igarapés, geralmente presentes na jusante.

## 4.2. MODOS DE UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DO SOLO

Na tipologia elaborada por Biri Kassoum e Maitre D'Hotel (2002) dos lotes presentes na localidade estão caracterizados tipos de agricultores que adotam atividade de diversificação e de pecuarização, estando ambos presentes sobre os dois conjuntos estudados. Essa tipologia é resultado de um diagnóstico realizado na localidade e suas observações são importantes para este trabalho porque ilustram características dos agricultores quanto ao modo de gestão do estabelecimento, abordando o grau de valorização que estes têm para com o solo. Essa tipologia é classificada como funcional, porque identifica as diferentes atividades culturais presentes no estabelecimento fazendo as suas inter-relações.

As diferentes potencialidades agrícolas dos solos desenvolvidos tanto sobre rocha monzogranito quanto granodiorito são mais ou menos levadas em conta no uso agrônomo pelos agricultores, dependendo das finalidades por eles estabelecidas. Tais finalidades são evidenciadas pelas práticas agrícolas, que na localidade podem ser de diversificação do sistema de produção ou de pecuarização.

### 4.2.1. Conjunto I – rocha-mãe monzogranito.

Os agricultores familiares assentados no PA-Benfica, localizado no conjunto I caracterizam-se por possuírem baixo e médio capital, famílias numerosas e menores áreas para exploração, quando comparados aos do conjunto II.

#### 4.2.1.1. Atividades agrícolas diversificadas

Dentre essas famílias há aquelas que desenvolvem práticas agrícolas diversificadas, demonstrando pelas suas ações serem interessadas em ficar com e na propriedade, realizando suas atividades em longo prazo. Eles não pretendem vender, mas, sim deixar o lote de herança para seus filhos, embora não tenham um planejamento específico para que eles permaneçam na localidade. Os agricultores que têm essa atitude implantam um variado sistema de produção, com culturas anuais, bianuais, perenes, pastagem, conservam parte da floresta e uma área de juquirá adaptando, mesmo que com limitações, suas práticas culturais às

diversidades de sistemas pedológicos disponíveis, ou seja, eles levam em consideração os tipos de solos do estabelecimento quando vão iniciar um cultivo, mesmo que de maneira limitada, pois, conforme constatou Bernet (1998) estudando as estratégias de utilização dos solos pelos agricultores, na região de Marabá, na escala do lote os agricultores não percebiam variações importantes do solo enquanto este estivesse coberto pela floresta. No entanto, após o desmatamento as variações eram levadas em consideração para a escolha da localização do cultivo. Então, na escala da roça, os tipos de solo do lote eram analisados de maneira bem mais específica. As denominações que em geral os agricultores dão aos tipos de solos dos seus lotes podem ser exemplificadas pela seguinte explicação: *A maior parte é de barro amarelo, (correspondendo aos Latossolos), nas partes baixas têm um barro meio acinzentado e mais molhado (referindo-se ao Gleissolo), depois areia com barro (tratando-se de um Latossolo mais franco argiloso), a toá (correspondendo neste caso as couraças e carapaças ferruginosas) e tabatinga, que é um barro vermelho liso. Essa tabatinga tem no lote todo, mas tem partes que ela tá mais no fundo e tem outras partes que ela fica mais em cima (descrevendo as características do horizonte de alteração encontrado mais em profundidade ou próximo à superfície nos Cambissolos).*

A qualidade dos tipos de solos dos estabelecimentos é avaliada pelos agricultores que diversificam as atividades agrícolas como boa para pastagem e para alguns tipos de lavouras anuais e perenes, conforme pode ser verificado neste discurso: *Plantei arroz, milho e mandioca este ano, numa área de derruba do ano passado, onde tem barro amarelo. Deu bem a roça desse ano, principalmente o arroz. O milho deu mais ou menos. Eu tenho também uns pés de coco no barro amarelo e um pouco de café que ainda não produz. .*

Este agricultor do exemplo tem sérios problemas de falta de informação técnica ao introduzir as culturas que não conhece ainda, como é o caso principalmente do coco: *O coco, não sei porque não cresceu bem, pode ser que seja a terra, mas, eu acho que foi o adubo que deram para a gente usar, não vi vantagem. Morreu vários pés de coco na minha plantação, acho que "pesei a mão" e o meu vizinho que não usou adubo está com o plantio dele mais bonito. Além do mais, as mudas de coco eram grandes demais quando o pessoal da assistência técnica trouxe, porque eles atrasaram a distribuição, tinham quase um metro e ficaram amontoadas secando as folhas sob o sol, porque a maioria dos agricultores não tinha terra preparada para plantar quando as mudas chegaram. Pode ser também que faltou sombra no plantio. O café está bonito, só que preciso fazer três roços por ano, tem muito mato crescendo junto.* Neste caso o agricultor não recebe orientação por parte dos técnicos que assessoram o projeto

de assentamento, de como é possível fazer controle de invasoras, não sendo nenhuma alternativa sugerida, tal como utilização de leguminosas, entre outras.

Já para as culturas anuais, problemas como a falta de conhecimentos técnicos são menos importantes, porque os agricultores têm longa experiência no cultivo destas lavouras. *O arroz produz bem na terra misturada e no baixão e quanto mais a terra estiver forte, recém queimada, melhor, já o milho tem mais produção em terra que tinha juquirá pequena quando foi queimada.* Ele nunca planta o milho nos solos úmidos porque as plantas não crescem. *Aonde tem mais areia é bom para mandioca, porque ela cresce melhor e fica fácil arrancar a raiz para fazer farinha.* Quando não se dispõe de solos com estas características, para cultivá-la, o agricultor escolhe dentre os disponíveis, aquele que o melhor convém: *No meu lote tem mais barro amarelo, mas quando é na seca ele resseca demais. Se eu plantar mandioca nele ela não desenvolve a raiz, fica uma mandioca miúda senão for um ano de chuva boa. E não pode chover demais também, porque ela apodrece dentro da terra.* Ele preferiu plantar a mandioca numa parte de solo onde os nódulos estão próximos a superfície, ou seja, na parte inferior da média vertente: *Plantei aí porque não fica muito duro e nem úmido demais e as raízes não morrem.*

A avaliação positiva da sua terra para a cultura do arroz é também favorecida pelo fato deste agricultor ter conhecimento e domínio das técnicas de cultivo desta cultura, assim as experiências pré-adquiridas contribuem para o sucesso da produção. Nestes casos as variações da produtividade são atribuídas a fatores climáticos, como falta de chuva na época em que a cultura necessitava ter água disponível, falta de manejo adequado, como a insuficiência de capinas, causando a infestação demasiada de pragas, etc. Todavia, o agricultor não conhecia os procedimentos necessários para o cultivo do coco e nem o tipo de solo mais indicado e atribui o fracasso de sua implementação a elementos os quais não conhece o funcionamento, no caso ao adubo.

As pastagens ocupam grande parte do estabelecimento, estando distribuídas desde os solos de barro amarelo cobertos por braquiário (*Brachiaria brizantha*) e mambaça (cv. *Mambaça*), até o baixão com braquiária d'água (*Brachiaria radicans*). O agricultor afirma não desejar aumentar suas pastagens e nem seu rebanho bovino: *Esse tanto de pasto já está bom, eu não vou derrubar mais, senão fico sem mata pra fazer roça.* A sua última pastagem é a que está mais prejudicada pela plantas daninhas, pois tem apenas dois anos e fora introduzida juntamente com uma roça de arroz.

Esses agricultores geralmente fazem as derrubadas da floresta considerando uma lógica de proximidade da futura roça em relação à casa, deixando uma abertura consecutiva (ano a ano) que se destina à exploração agropecuária. Então, quando cultivam no decorrer de um ciclo agrícola uma área e não obtêm boa produtividade eles mudam a cultura ou a área no ano seguinte. A escolha do tamanho da área cultivada é geralmente em função das necessidades de consumo da família, para garantir que haja comida durante o ano inteiro e em função da mão de obra disponível e pela aptidão da cultura em relação ao solo. A respeito das dificuldades encontradas para alcançar produtividade em algumas áreas do estabelecimento, um agricultor faz essas observações: *Se as roças são feitas sempre no mesmo lugar, ano após ano, diminui a produção de legume (culturas anuais em geral). Dependendo da quantidade de bosta de milonga<sup>15</sup> que tiver na terra, a terra é boa ou não. Quanto mais tem, pior é, pois a terra será mais dura e difícil de trabalhar.*

De acordo com a tipologia realizada por Biri Kassoum e Maitre D'Hotel (2002) essas famílias que desenvolvem atividades diversificadas no estabelecimento encontram-se na margem de capitalização.

Suas ações têm sempre um direcionamento que evita o fracasso do sistema de produção ocasionado, por exemplo, pela ausência de floresta ou juquirá. Esta ausência pode inviabilizar o cultivo de lavouras anuais para a subsistência da família, devido às dificuldades na renovação da fertilidade dos solos por outras vias além da queimada. Eles procuram manter sempre as diversas atividades do sistema de produção distribuídas durante todo o ciclo agrícola, evitando assim sobrecarga de demanda de mão-de-obra, por exemplo, ocupando-se do manejo das pastagens quando as atividades da roça já estiverem diminuído ou terminado com a colheita da cultivar.

Essa maneira de se relacionar com o estabelecimento, também implica em introduzir inovações ou mudanças de gestão quando surgem problemas decorrentes, por exemplo, de inadequação de aptidão cultural, infestação de invasoras, etc. Eles lançam mão de recursos como a juquirá para implantação de novas roças, após diminuição da fertilidade da área explorada, ou noutro caso, deixam crescer a juquirá para recuperar áreas tomadas por invasoras, não mais possível de serem cultivadas. Novas práticas são adotadas para renovação da fertilidade a medida que a pastagem vai envelhecendo: *Tenho dificuldade em controlar a infestação do feijão bravo, preciso fazer dois roços por ano se quiser matar. O gado come ele e sai distribuindo pela pastagem inteira.* Assim mudanças do manejo das pastagens vão se

---

<sup>15</sup> Milonga é o nome que os agricultores daquele local dão para as minhocas.

tornando necessárias: *Estou evitando por fogo na pastagem porque ele controla as pragas, os animais peçonhentos e rejuvenesce a grama, mas também ele queima o adubo do solo e com o passar dos anos vai enfraquecendo o pasto, daí o feijão bravo toma conta. Onde é queimado e o pasto sai bonito as lagartas gostam mais. É por isso que eu prefiro fazer só roço agora nos meus pastos.*

#### 4.2.1.2. Pecuarização

Ainda observando o conjunto I percebe-se os casos de tendência à pecuarização do estabelecimento familiar. Neste contexto, pôde-se dizer que as estratégias familiares não são de permanência, mas, sim, que suas ações são desencadeadas no sentido de transformar o lote em pastagem, para posterior venda. Isto pode ser evidenciado através do seguinte: os agricultores adotam como estratégia a valorização do lote (com a derrubada da floresta e introdução da pastagem para agregar valor ao estabelecimento) para com isso vender o lote a um fazendeiro. O agricultor percebe a inviabilidade de se prolongar com a posse do lote, isto em decorrência da diminuição da fertilidade das pastagens, que entram em via de degradação e da impossibilidade de se introduzir outras culturas, causada pela ausência de floresta ou juquirá e também pela inviabilidade em se passar da pastagem para outro tipo de atividade, dada a necessidade de se utilizar mecanização ou outro tipo de técnica dispendiosa ou ainda de se deixar a área em pousio para que a juquirá cresça e possibilite novamente a implantação de lavoura. A cada ano as atividades no estabelecimento vão ficando mais restritas à pecuária: *não quero mais plantar arroz, nem mandioca, só se eu puder comprar uma terra de mata....ai dá pra ter mais pasto também lá.* Esse discurso resume uma série de elementos que evidenciam a percepção que o agricultor tem da gestão do estabelecimento. Ele compreende que a finalidade de ampliar suas pastagens no estabelecimento inviabiliza a produção de alimentos de subsistência e por isso seu propósito é de acumular capital com o sistema de criação atual para comprar uma terra com floresta (mais barata) e utilizá-la com a mesma estratégia (anuais até que a pastagem se estabeleça em “definitivo”).

Quando não pode comprar outra terra para aumentar suas pastagens ou produzir alimentação, estes agricultores geralmente optam pela venda do lote. Ao agricultor resta então, pelo menos duas alternativas, ou ir para a cidade que escolher (geralmente Marabá) ou sair em busca de outras terras menos exploradas que a atual (fronteira agrícola), que ainda esteja ocupada por mata, tendo agora um capital adicional da venda (no caso dos ainda jovens, os quais dispõem

de forças suficientes para fazer derrubadas e iniciar novos cultivos de pastagens). Assim eles ampliam sua pastagem ao ponto de não haver mais floresta no lote. Em consequência, caso seu rebanho aumente na mesma proporção, ou no caso de haver degradação de parte do pasto do estabelecimento vão precisar de mais espaço para novas pastagens e para isso compram um novo lote, que pode ser o do vizinho ou de uma localidade com mais florestas.

Há também aqueles que adotam a estratégia de disponibilizar seu gado “à meia” para um vizinho (que disponha de pastagens e não tenha ainda adquirido gado) e neste caso diminuir a densidade em sua pastagem.

Estes agricultores fazem suas derrubadas e semeiam culturas anuais (arroz em sua maioria) juntamente com sementes da pastagem que desejam cultivar, ou em alguns casos nem plantam a lavoura anual, ocupam a parcela recém preparada com a forrageira exclusivamente. Neste caso as lavouras de milho e mandioca, sempre presentes nas agriculturas diversificadas, não são por eles valorizadas. Após alguns anos sobre o lote já se evidencia um cenário de fazenda. O modo como são desenvolvidas as atividades pode ser verificado no discurso seguinte: *...eu faço a pastagem logo que derrubo a mata, porque com a área limpa, sem mato, o pasto cresce rápido, mais rápido que os matos. Se eu plantar pasto onde tinha juquira, tenho que plantar os pés bem juntos uns dos outros.* Quanto à juquira que ainda há disponível no lote, o agricultor afirma: *quero plantar pastagem nesse juquiral todo pra deixar o lote bonito, depois vou tomar gado de meia.*

Eles comprometem a durabilidade do seu sistema familiar no estabelecimento por desenvolverem uma estratégia direcionada para uma mesma via de capitalização, na qual se prioriza a criação bovina e não se produzem culturas de subsistência, havendo a necessidade de comprar os cereais para alimentação da família e da criação dos pequenos e médios animais. Isto encarece os preços dos cereais tornando sua compra inviável, tanto na localidade como na cidade. Mesmo assim as culturas anuais não são consideradas rentáveis e compensatórias pelo agricultor, pois suas experiências nestas atividades são para ele lamentáveis: *Eu não faço mais roça de arroz, porque tive diversas vezes prejuízo com esta lavoura, pois, eu precisava pagar gente pra colher, eu não dava conta sozinho. Aí, eu não encontrava ninguém que quisesse colher à meia a roça. Daí eu tinha que abandonar a produção na roça porque pagar diária me dava prejuízo. O arroz não valia nada quando agente ia vender.* O baixo preço obtido pela produção das lavouras anuais é mais uma causa para se valorizar a atividade pecuária que é tida como a mais rentável e menos trabalhosa.

A pastagem é implantada considerando os diferentes tipos de solo quanto ao relevo, pois, para cada sistema eles têm um tipo especial de gramínea, por exemplo, nas partes baixas do lote, onde há solos gleisados são plantadas gramas tolerantes ao excesso de água como a Braquiária d'água (*Brachiaria radicans*) ...*a braquiária d'água é muito boa para o brejo, só que tem que ter o cuidado de plantar ela no início das águas para que ela se alastre antes que a taboa<sup>16</sup> tome conta...* e a Quicuío (*Brachiaria humidicola*). Nas partes livres da umidade excessiva é dada preferência ao Braquiarão (*Brachiaria brizantha*) ...*o braquirão se adapta bem no barro amarelo que fica nessas partes mais alta...* e aos capins tipo Colômbio (*Panicum maximum*) que foram introduzidos mais recentemente, sendo a Mambaça (cv. *Mambaça*) ...*a mambaça se desenvolve melhor em terras mais arenosas...* e o capim Tanzânia (cv. *Tanzânia*). *Nas terras arenosas a pastagem é mais resistente ao pisar do gado.*

Eles caminham para uma tendência que não leva em consideração as aptidões dos solos para outras atividades agrícolas (cultivo de anuais, perenes, etc.), mas, sim desejam ocupar o espaço que têm disponível somente com a atividade de criação de gado.

#### **4.2.2. Conjunto II – rocha-mãe granodiorito**

##### **4.2.2.1. Atividades agrícolas diversificadas.**

Neste conjunto apenas alguns agricultores apresentam uma tendência à diversificação de atividades no estabelecimento, embora sua maior fonte de capitalização esteja baseada na exploração de grandes pastagens (para bovinos e em menor percentual, para ovinos). Esses agricultores demonstram ter intenção de permanecer no estabelecimento, tendo introduzido culturas perenes (coco e café com dinheiro de financiamento) além de sempre cultivarem lavouras anuais (arroz e milho) para subsistência e eventualmente comercialização. Assim como no conjunto I, eles também levam em consideração os tipos de solos do estabelecimento na escala da roça, pois, como aqueles fazem suas gestões, adaptam suas estratégias e inovações em decorrência das observações que fazem do meio.

Encontram-se acima da margem de capitalização, ou seja, em via de acumulação e com mais capital do que os agricultores que fazem agricultura diversificada do conjunto I, embora, aqueles também estejam em via de acumulação.

<sup>16</sup> Taboa é uma planta daninha que se alastra no brejo e mata a grama cultivada pelo agricultor.

#### 4.2.2.2. Pecuarização.

Os pequenos fazendeiros que adotam estratégia de pecuarização localizados no conjunto II caracterizam-se por possuírem capital superior em relação aos agricultores familiares do conjunto I, o número de filhos é bastante reduzido (de 2 a 4) e a área do estabelecimento é mais que o dobro, na qual desenvolvem exploração especializada em pecuária. Eles têm a intenção de permanecer na localidade, mas, com o acréscimo de novas propriedades. É bem evidente sua trajetória de acumulação pelo englobamento de estabelecimentos vizinhos.

São os habitantes mais capitalizados da localidade, devido ao grande número de cabeças de gado que concentram. Estabelecem relações de comercialização eficientes na cidade para sua criação. Alugam pastos ou, mais comumente, dão em meia algumas cabeças de gado para os pequenos agricultores locais, quando pretendem e precisam diminuir a carga de pastejo sobre sua fazenda e, principalmente, desejam ampliar sua pastagem em outros lugares pela aquisição de novas terras.

Essa maneira dos fazendeiros se relacionarem com os pequenos agricultores parece ser uma estratégia que viabiliza a concentração de bovinos. Uma vez que seus pastos estão completos ou precisam se recuperar (sobretudo nos períodos de estiagem) eles lançam mão das pastagens daqueles que não dispõem de cabeças de gado suficiente para consumirem toda sua extensão. Uma medida cômoda e paliativa, enquanto se faz reserva de capital para aquisição de novas terras e formações de novos pastos, ou enquanto se espera a oferta dos lotes dos agricultores vizinhos. Essa última é uma solução ainda mais interessante, porque se compra o estabelecimento vizinho já cultivado por forrageiras, além da ampliação da fazenda.

Eles dão dimensão as suas pastagens baseados nas condições que possuem de formá-las (capital, mão-de-obra familiar e externa, etc.) sem fazerem maiores observações sobre os tipos de solo na hora de utilizarem o meio biofísico, além daquelas já descritas anteriormente para o conjunto I referentes ao tipo de pasto e à escolha de um relevo com baixa topografia e água abundante. Um agricultor descreveu todos os tipos de solos que se encontram na sua propriedade, pelas denominações conhecidas por ele e pelos demais da localidade. Na sua forma de explicar as diferenças e semelhanças entre os solos, é possível perceber que se tratam de observações generalizadas: *Existem solos arenosos em várias partes da propriedade, principalmente nas partes mais baixas, com água acumulada na estação chuvosa. No pé da ladeira tem uma tabatinga, é a mais comum na fazenda, com um meio metro a um metro, é um solo duro. Lá em cima é um solo fundo, um barro mais vermelho, um*

*pouco mais liguento. Essa tabatinga lá está funda, ela não tem a profundidade rasa. Eu não sei porque ocorre muito isso aqui no Pará. Um quarto tipo é a terra dos baixões onde se planta os gramões. Nessa terra molhada tem barro de fazer louça; é um barro muito liguento. Quanto a percepção da aptidão cultural dos tipos de solos, ele faz os seguintes comentários: no alto a pastagem seca no verão e fica mais feia. Acho que é porque lá é mais alto (na alta vertente encontram-se os Latossolos de espessura média e declividade que favorece a erosão). A terra que fica no início da descida, depois da parte mais alta, é melhor, parece melhor, mais escura e o capim é mais resistente. Na época da chuva é igual, mais nessa época seca é melhor, porque parece não sofrer muito com a falta d' água (refere-se ao Latossolo profundo encontrada na topossequência maior; nesta posição o agricultor plantou primeiramente braquiário e alguns anos depois consorciou com capim mambaça). Nessa parte a que pertence a tabatinga muito rasa, o capim enfraquece mais rápido porque o solo é fraco. Nos solos rasos eu acredito que as plantas não podem se desenvolver bem.... Ela seca muito e não tem condição da planta penetrar nele; se vê que ele é um solo fraco, pobre, duro tipo uma pedra (fala das posições na vertente onde estão os Cambissolos, geralmente ocupados por braquiário). Na terra arenosa quando ela não é muito embrejada, o capim conserva muito bem; brota bem. Eu não sei se é por causa da proximidade da água ou se é por causa de não ter essa tabatinga também (refere-se aos Gleissolos da baixa vertente ocupados por braquiária d' água e quicuío). Embora estes agricultores conheçam o potencial dos diferentes solos e como eles estão distribuídos nos estabelecimentos, não têm a intenção de cultivá-los com outras culturas além da pastagem.*

Biri Kassoum e Maitre D'Hotel (2002) indicam, no que se refere as diferenças dos tipos de solo, que os agricultores observam essencialmente as características físicas quando o cultivam, mas, os critérios químicos são raramente evocados, embora eles falem da “vitamina do solo”. Falam da dificuldade em trabalhar a terra após esta ser cultivada, porque ela resseca e fica mais dura, sendo que o mesmo fenômeno ocorre nas pastagens, e nestas ele é mais visível nas partes altas da vertente, que tem menos umidade, ao passo que nos baixões a pastagem fica sempre boa e não seca. Eles atribuem o endurecimento da terra nas pastagens ao pisoteio animal freqüente e ressaltam que com o ressecamento do solo a água da chuva não penetra na terra, mas, sim escorre por sua superfície.

No que se refere à degradação das pastagens alguns agricultores dizem já ter notado início de enfraquecimento destas. Estes agricultores não têm a mesma interpretação sobre o que seja uma pastagem degradada. Para alguns significa invadida por plantas daninhas, que necessita,

por isso, de mais tempo para ser limpa. Esse é geralmente o caso das pastagens recentemente implantadas, sobre as quais os agricultores dizem que o crescimento das novas ervas é estimulado pela “vitamina do solo”. Para outros, um sinal de degradação é a aparição do solo nu, descoberto, que pode ser visível nas pastagens antigas. Com efeito, somente os agricultores que dispõem de pastagem com cerca de 7 a 9 anos têm notado essa degradação, sobretudo nas partes das vertentes onde se encontram os “barros amarelos” (Latossolos). A degradação das pastagens é relacionada pelos agricultores a fatores ligados à degradação dos solos, tais como o seu ressecamento, que dificulta a penetração de água e posterior oferta às forrageiras.

Sobre as modificações dos solos decorrentes da sua utilização um agricultor afirma que: *A terra ficou mais branca porque ela lavou muito com a chuva e não tem condições de aprofundar porque quando ela lava muito escorre mais para baixo e onde tem a tabatinga muito rasa tem mais solo nu, descoberto pelas pastagens. O manejo das pastagens ainda é o mesmo desde a sua implantação. Eu faço assim para limpar os pasto: depois que o gado come todo o pasto eu roço a juquira e ponho fogo para avivar as sementes do chão e quando começa chover a pastagem sai bonita e fecha tudo. Nesse tempo o gado fica em outro piquete do lote. Logo no inicio quando cheguei aqui, se a terra ficava fraca eu deixava virar juquira e depois voltava a fazer roça.*

#### **4.2.3. Comparação entre os conjuntos I e II**

Cada estratégia tomada pelos agricultores nos seus lotes corresponde a uma gestão diferente dos recursos naturais de exploração. Cada um determina suas ações em virtude de uma complexidade de elementos, que são individuais e particulares à história própria e ao mesmo tempo compartilhado e imbricado com as escolhas dos outros.

Resumidamente pode-se citar as principais relações nos dois conjuntos estudados entre os agricultores que adotam as mesmas estratégias de utilização agrícola em seus estabelecimentos.

As situações nos dois conjuntos (I e II) dos agricultores com trajetória de diversificação dos estabelecimentos são bastante semelhantes: ambos apresentam estratégia de permanência e estão na margem de acumulação, embora no conjunto II a renda e o capital seja maior. Suas diferenças se baseiam, por exemplo, na extensão do lote; enquanto no conjunto I a média é de 75 hectares, no conjunto II é de 200 hectares.

Todavia, existem grandes diferenças entre os pequenos agricultores do conjunto I e os pequenos fazendeiros do conjunto II que apresentam a mesma trajetória de pecuarização, pois para os primeiros as estratégias não são de permanência no lote e sim de valorização com a pecuária e depois venda, ao contrário dos pequenos fazendeiros que se organizam para permanecer na localidade com crescimento do capital financeiro e da propriedade. Enquanto para os pequenos fazendeiros a situação econômica é de acumulação, para os agricultores do conjunto I a situação é de descapitalização, quando comparada ao salário mínimo.

As finalidades são outras, o capital é outro, as experiências anteriores não são parecidas, as relações com o mercado se dão de forma diferente, etc., a maneira de exploração do meio (espaço territorial) é a que se assemelha mais.

## V. CONCLUSÕES

1) Os subsistemas pedológicos encontrados na localidade de Benfica (Itupiranga-PA) são, a priori, supostamente denominados de: Latossolo-Cambissolo, Cambissolo-Gleissolo e Latossolo-Gleissolo.

2) No conjunto I onde se encontram os agricultores familiares a rocha-mãe predominante é o monzogranito originando vertentes nas quais se formam os subsistemas Latossolo-Cambissolo e Cambissolo-Gleissolo. Já no conjunto II onde se situam os pequenos fazendeiros é encontrada a rocha granodiorito desenvolvendo vertentes com sistemas-solos de classificação idênticas, mas de características morfológicas diferentes aos verificados sob monzogranito e vertentes nas quais se organizam subsistemas Latossolo-Gleissolo.

3) No conjunto I o Latossolo com concreções que se apresenta na alta vertente da topossequência sobre monzogranito é, do ponto de vista físico, limitante para o desenvolvimento de culturas em ciclos agrícolas com período de estiagem prolongada das chuvas devido ao fato de se constituir de horizontes espessos, com estrutura microagregada e porosidade muito boa, conseqüentemente, a água se infiltra até profundidades inacessíveis às plantas cultivadas e a que resta nos horizontes mais próximos fica retida por força de adsorção as partículas do solo. Já o Latossolo encontrado na média vertente é potencialmente apto ao cultivo de uma grande diversidade de plantios, seu uso pode ser direcionado desde às culturas perenes, pois é relativamente espesso, até roças anuais e pastagem, devido principalmente, as suas propriedades estruturais que promovem o armazenamento de água disponível por maior tempo, sem no entanto, saturá-lo. A maior limitação dessa área para o agricultor é a sua extensão, pois a parte ocupada por este tipo de solo na encosta é relativamente pequena.

No conjunto II o Latossolo presente na alta vertente de duas topossequências (uma maior e outra menor) evidencia haver uma aptidão limitada para as culturas tanto anuais como perenes em caso de escassez de água por períodos prolongados. Já o Latossolo presente na média vertente da topossequência maior é bastante profundo, extenso e com suave declividade, caracterizando-se como o tipo de solo potencialmente mais apropriado à utilização agrícola dos sistemas de produção da localidade.

4) No Cambissolo que ocorre nas partes superiores da baixa vertente da topossequência sobre monzogranito e na menor sobre granodiorito, onde há uma ruptura de declive com reduzida espessura do solo e acentuada erosão, parece ser mais conveniente que a vegetação natural seja preservada, considerando-se que se trata de uma área com baixo potencial agrônômico.

5) O Gleissolo hidromórfico presente nas partes central e inferior da baixa vertente das três topossequências estudadas favorece potencialmente o cultivo de espécies tolerantes ao excesso de água, por exemplo, forrageiras adaptadas a solos saturados e arroz, bem como ser utilizado para fazer roça em anos de baixa pluviosidade. Além da possibilidade de serem preservados em sua vegetação nativa, pois, geralmente nestas áreas há igarapés e uma numerosa concentração de espécies nativas que são importantes para os agricultores, principalmente o açaí.

6) As coberturas pedológicas desenvolvidas sobre as duas rochas-mãe apresentam solos com potencial agrícola variado, do ponto de vista físico, que permite o seu uso sustentável na perspectiva da diversificação do sistema de produção. Nos dois conjuntos os agricultores praticam atividades agrícolas que restritivamente levam em conta a aptidão cultural dos solos da localidade, de acordo com a estratégia adotada em função das finalidades e intenções da família. Os que adotam a estratégia de pecuarização consideram os diferentes solos somente em relação à posição que estes ocupam na vertente, adequando a eles a gramínea mais adaptada. Entretanto, aqueles que optam por desenvolver atividades agrícolas diversificando o sistema de produção valorizam as potencialidades específicas dos solos para o desenvolvimento de cada cultura, de acordo com a experiência e conhecimento da cultivar e do solo que possuem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNET, Cédric. **Strategies d'utilisation des sols en zone de front pionnier amazonien: contribution des cultures pérennes à la fixation de l'agriculture familiale.** Región de Marabá-Pará-Brésil. 1998. 120p. Mémoire de fin d'études (Diplôme d'Ingénieur en Agriculture et Diplôme d'Agronomie Tropicale) - Centre National d' Etudes Agronomiques des Régions Chaudes. Ecole Supérieure d'Agronomie Tropicale, Montpellier, 1998.

BIGARELLA, João; BECKER, Rosemari; PASSOS, Everton. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: intemperismo biológico, pedogênese, laterização, bauxitização e concentração de bens minerais.** Florianópolis: UFSC, v.2, 1996. 434-875 p.

BIRI KASSOUM, Boukari; MAITRE D'HOTEL, Elodie. **Contribution à l'étude de la durabilité de l'agriculture familiale em zona de front pionnier: exemple de la communauté de Benfica em Amazonie orientale brésilienne.** 2002. 82p. Mémoire de fin d'études (Diplôme d'Agronomie Tropicale et Diplôme d'Ingénieur Agronome) - Centre National d' Etudes Agronomiques des Régions Chaudes. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et d'Industries Alimentaires, Montpellier, 2002.

BOULET, René. **Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1987, Campinas. **Anais...**Campinas: SBCS, 1987. 79-90p.

BOULET, René, et al. **Analyse structurale de la couverture pédologique et expérimentation agronomique en Guyane Française.** Cahier O.R.S.T.O.M., Série pédologie, Paris, vol. XIX, n° 1, 1984-1985. 21-31p.

BOULET, René. **Etat des recherches sur les sols guyanais: apport de la pédologie au développement.** Cayenne: Centre O.R.S.T.O.M., 1986. 11p.

BOULET, René; HUMBEL, Xavier; LUCAS, Yves. **Analyse structurale et cartographie en pédologie II: Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques.** Cahier O.R.S.T.O.M., Série pédologie, Paris, vol. XIX, n° 4, 1982. 323-339p.

BUENO, Guilherme. **Origem e evolução das "ilhas" de areia lavada em interflúvios e suas relações com os compartimentos geomorfológicos (bacia vertente do rio Jaú AM): uma história de desequilíbrios da cobertura pedológica.** 2001. 123p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Ciências Exatas) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CHAUVEL, Armand et al. **Mise en valeur de la forêt et modifications écologiques.** In: THÉRY, Hervé (Ed. Sci.). **Environnement et développement en Amazonie brésilienne.** Paris: Belin, 1997. Cap. 3. p. 42-73.

COLAS, Julien; ROUSSEAU, Isabelle. **Cartographie de systemes pedologiques en Amazonie brésilienne. Relation aux systemes de production: região de Marabá – Etat du**

Pará. 1998. 106p. Mémoire de fin d'études (Diplôme d'Agronomie Approfondie) – Centre National d' Etudes Agronomiques des Régions Chaudes, Montpellier, 1998.

CURI, Nilton (coord.) **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90p.

DE REYNAL, Vincent et al. **Agriculturas familiares e desenvolvimento em frente pioneira amazônica**. Marabá: LASAT/UFPA/GRET/UAG, 1995. 48p.

DE REYNAL, Vincent et al. Des paysans en amazonie: Agriculture familiale de développement du front pionnier amazonien. In: THÉRY, Hervé (Ed. Sci.). **Environnement et développement en Amazonie brésilienne**. Paris: Belin, 1997. Cap. 4. p. 76-121.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.:il.

GRIMALDI, Catherine; GRIMALDI, Michel; BOULET, René. Étude d'un système de transformation sur schiste en Guyane française. Approches morphologique, géochimique et hydrodynamique. In: SÉMINAIRE ORSTOM, 90., 1990, Cayenne. **Anais...** Cayenne: Colloques et Séminaires, 1990. 81-98.

GRIMALDI, Michel; BOULET, René. **Relation entre l'espace poral et le fonctionnement hydrodynamique d'une couverture pédologique sur socle de Guyane française**. Cahier O.R.S.T.O.M, Série pédologie, Paris, Vol. XXV, n° 3, 1989-1990. 263-275p.

GUERRA, Antonio. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, Antonio; CUNHA, Sandra (org.). **Geomorfologia: uma utilização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. Cap. 4. p. 149-209.

HÉBETTE, Jean. A ocupação camponesa de uma área de fronteira e sua dinâmica social: o caso de Pau-Seco/Cametau. In: SEMINÁRIO AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL NA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1., 1996, Marabá. **Atas...** Marabá: Pointe-a-Pitre, 1996. p. 65-85.

MARTINS, Paulo. Integração de procedimentos no estudo do solo visando apoiar ações de pesquisa e desenvolvimento rural. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMA DE PRODUÇÃO, 2., 1995, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, SBS, 1995. p. 249-272.

MIKLÓS, Andreas. A terra e o homem. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINÂMICA, 4., 2001, Cidade Universitária. **Anais...** São Paulo: Antroposófica, 2001. p. 25-93.

QUEIROZ NETO, José. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCS, 1987. 415-429p.

RENAUDIN, Blanche. **Changements de structure et de fonctionnement hydrique d'un ferralsol d'Amazonie, après remplacement de la forêt par des pâturages: région de**

Marabá, état du Pará, Brésil. 2002. 21p. Mémoire de fin d'études (Diplôme d'Agronomie Approfondie: Génie de l'Environnement) – Ecole National Supérieure d'Agronomie, Rennes, 2002.

RUELLAN, Alain; DOSSO, Mireille. **Regards sur le sol**. Paris: FOUCHER AUPELF, 1993. 192 p.

RUELLAN, Alain. **Les critères morphologiques de reconnaissance des potentialités des sols: morphologie et fertilité des sols**. Colloque AFES "C.E.C. et fertilisation des sols agricoles", 1987.85-96p.