



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

ANTÔNIO WALTER DE OLIVEIRA ROCHA JÚNIOR

**ESTABELECIMENTO E VALIDAÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE
DO SOLO POR MÉTODO PARTICIPATIVO EM ASSENTAMENTOS RURAIS
DO SUL DA BAHIA**

**ILHÉUS – BAHIA
2013**

ANTÔNIO WALTER DE OLIVEIRA ROCHA JÚNIOR

**ESTABELECIMENTO E VALIDAÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE
DO SOLO POR MÉTODO PARTICIPATIVO EM ASSENTAMENTOS RURAIS
DO SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas em Ambiente Tropical Úmido

Orientador: Prof. Dr. Quintino Reis de Araujo

Co-orientador: Prof. Dr. George Andrade Sodré

ILHÉUS – BAHIA
2013

ANTÔNIO WALTER DE OLIVEIRA ROCHA JÚNIOR

**ESTABELECIMENTO E VALIDAÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE
DO SOLO POR MÉTODO PARTICIPATIVO EM ASSENTAMENTOS RURAIS
DO SUL DA BAHIA**

Ilhéus, 16/07/2013.

Quintino Reis de Araujo - DSc
UESC/DCAA
CEPLAC/CEPEC
(Orientador)

Arlicélio de Queiroz Paiva - DSc
UESC/DCAA

Oldair Del'Arco Vinhas Costa - DSc
UFRB/CCAAB

No princípio criou Deus os céus e a terra.

[...]

E disse: Produza a terra relva, ervas que deem semente, e árvores frutíferas que deem fruto segundo a sua espécie, cuja semente esteja nele, sobre a terra. E assim se fez.

A terra, pois, produziu relva, ervas que davam semente segundo a sua espécie, e árvores que davam fruto, cuja semente estava nele, conforme a sua espécie. E viu Deus que isto era bom.

[...]

Disse também Deus: Povoem-se as águas de enxames de seres vivos; e voem as aves sobre a terra, sob o firmamento dos céus.

Criou, pois, Deus os grandes animais marinhos e todos os seres vivos que rastejam, os quais povoavam as águas, segundo as suas espécies; e todas as aves, segundo as suas espécies; E viu Deus que isso era bom.

[...]

Disse também Deus: Produza a terra seres vivos, conforme a sua espécie: animais domésticos, répteis e animais selváticos, segundo a sua espécie. E assim se fez.

E fez Deus os animais selváticos, segundo a sua espécie, e os animais domésticos, conforme a sua espécie, e todos os répteis da terra, conforme a sua espécie. E viu Deus que isso era bom.

Também disse Deus: Façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança; tenha ele domínio sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, sobre os animais domésticos, sobre toda a terra e sobre todos os répteis que rastejam pela terra.

Criou Deus, pois o homem à sua imagem, à imagem de Deus o criou; homem e mulher os criou.

E Deus os abençoou, e lhes disse: Sede fecundos, multiplicai-vos, enchei a terra e sujeitai-a; dominai sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, e sobre todo animal que rasteja pela terra.

E disse Deus ainda: Eis que vos tenho dado todas as ervas que dão semente e se acham na superfície de toda a terra, e todas as árvores em que há fruto que dê semente; isto vos será para mantimento.

E a todos os animais da terra e a todas as aves dos céus e a todos os répteis da terra, em que há fôlego de vida, toda erva verde lhes será para mantimento. E assim se fez.

Viu Deus tudo quanto fizera, e eis que era muito bom. Houve tarde e manhã, o sexto dia.

Gênesis 1.1, 11, 12, 20, 21, 24-31.

A Deus o autor e consumidor da minha fé e à minha família que, com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu cumprisse mais esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão às várias pessoas que me ajudaram, e apoiaram durante a realização desse Mestrado. Seria impossível mencionar todas, entretanto, estou especialmente grato:

A todos da minha família, em especial minha querida esposa Rita Karrenina Novais da Silva Rocha, fiel companheira, apoiadora, incentivadora, amorosa, compreensiva em todos os momentos, principalmente nos instantes de desalento, com sua oportuna palavra de sabedoria, juntamente com nossos filhos, presentes de Deus: Camila Novais da Silva Rocha e Tito Lízias Novais da Silva Rocha.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UESC, nas pessoas do honrado Mestre, fiel conselheiro e incentivador, Jadergudson Pereira e Caroline Tavares, pelo costumeiro apoio.

Ao meu Orientador, o Professor Quintino Reis de Araujo, pela amizade e sensibilidade ao acolher esse trabalho, ao meu Co-orientador, o Professor George Andrade Sodré e meus Conselheiros os Professores Arlicélio de Queiroz Paiva e Eduardo Gross, pelas suas contribuições durante a pesquisa e na fase laboratorial, e aos Professores José Cláudio Faria, e Enio G. Jelihovschi pelo apoio estatístico e oportuna parceria.

Ao colega Rosenilton Klécio Pereira Araújo pela introdução neste trabalho e apoio inicial junto aos agricultores da APAUT.

Aos colegas e amigos do mestrado, que compartilharam os anseios na busca do conhecimento: Bruno Passos, Flávia Conceição, Laís Rosário, Luciano Lima, Matheus Bessa, Salatiel Santana e Tiago Lopes.

Aos colegas pesquisadores Guilherme Amorim Homem de Abreu Loureiro, pela revisão deste trabalho e providencial contribuição, e Vanessa Mayara Souza Pamplona, Estatística da UFPA, pelo imprescindível auxílio na parte estatística.

Ao pessoal do Laboratório de Química e Física de Solo da UESC, Gerson e Pablo.

Aos agricultores das associações que participaram e que sem os quais não seria possível a realização deste trabalho: Associação dos Produtores Agrícolas União e Trabalho - APAUT, em Ilhéus e Associação dos Trabalhadores Rurais do Assentamento Liberdade - ASTRAL, em Maraú.

Aos pequenos agricultores rurais que colaboraram com a realização deste trabalho: Célio Bispo Nunes, Maria da Conceição Mendes de Jesus, Lindalva Costa, Lucas Costa, Alessandra Pereira, Damascena de Jesus, Maria Santiago Flores, José de Jesus, Elvino Nunes, Gabriel Nunes, José Santos, Maria Santos, Maria de Lourdes Bispo, Naum Sena, Edvaldo Souza, Maria de Oliveira, Ivanilde Santos Costa, Ivan Santos de Jesus (APAUT); Gideon Firmino, Nilton Fernando (Tandik), Ariston Ribeiro (Daí), Manoel da Lapa Castro, Ailton Colares, Samuel Francisco, Antonio dos Santos, Valério Alves, Rita de Jesus Souza, Rosa Santos, Joelson Gonçalves, Élen Magalhães, André Bonfim, Silerino Gabriel Santos, Isabel Jacinto, Cristiane Santos, Claudionor Novais, Sonia Santos, Oswaldo de Jesus, Dionea dos Santos, Antonio Ferreira (ASTRAL).

Ao pessoal da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), em particular ao pessoal da Seção de Solos do Cepec, onde se realizou parte das amostra de laboratório

Ao Mestre Sandoval Santana pelo brilhante trabalho de análise de perfis de solos, que agregou riqueza ao nosso trabalho.

À Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrário S/A – EBDA em especial meu Chefe, Maomax Lopes de Sá, extensivo a toda valorosa Equipe de ATES.

À Universidade Estadual de Santa Cruz.

Os nomes citados apenas representam os muitos que estiveram comigo, participando direta e indiretamente nesse trabalho.

ESTABELECIMENTO E VALIDAÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO POR MÉTODO PARTICIPATIVO EM ASSENTAMENTOS RURAIS DO SUL DA BAHIA

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo adaptar e aplicar, no campo com os agricultores, metodologias de avaliação empírica de indicadores da qualidade do solo e compará-las com as avaliações técnicas em laboratório. O estudo foi desenvolvido na Região Cacaueira da Bahia em dois assentamentos rurais, Projeto de Assentamento Liberdade - ASTRAL em Maraú, e Associação de Produtores e Agricultores União e Trabalho - APAUT em Ilhéus, nos quais foram avaliados diferentes usos da terra, incluindo cultivos de cacau, mandioca, café e pasto. Os agricultores dos assentamentos APAUT e ASTRAL foram capazes de identificar/caracterizar/interpretar os atributos relacionados à qualidade dos solos cultivados nos diferentes usos da terra. Os métodos empíricos promoveram a interação entre agricultores e técnicos, oportunizando o diálogo sobre os fenômenos relacionados ao solo. Pelo Teste de Wilcoxon os indicadores de qualidade do solo matéria orgânica e cobertura apresentaram notas muito próximas entre a avaliação empírica e a avaliação técnica. Pelo coeficiente de correlação de Spearman verificaram-se baixas associações entre as avaliações empírica e técnica para os indicadores atividade microbiana, umidade, estrutura e erosão na APAUT, e os indicadores matéria orgânica, compactação e estrutura na ASTRAL. Nos fatores extraídos pela Análise Fatorial, verificaram-se correlações positivas dos indicadores do solo atividade microbiana, cobertura, estrutura, matéria orgânica e umidade com as funções de qualidade e conservação do solo, e correlações negativas dos indicadores compactação e erosão com essas funções. Os Índices de Qualidade do Solo confirmaram a semelhança entre o poder de discriminação das avaliações empírica e técnica, nas quais o uso da terra cacau apresentou melhores escores do que os usos café, mandioca e pasto. O estudo promoveu o debate sobre as potencialidades e problemas dos solos cultivados intrínsecos às práticas de manejo, e exorta à necessidade de continuidade dessas avaliações como forma de monitoramento da qualidade e conservação do solo.

Palavras-chave: Manejo e conservação do solo, Etnopedologia, Usos da terra, Região cacaueira da Bahia.

ESTABLISHMENT AND VALIDATION OF SOIL QUALITY INDICATORS BY PARTICIPATORY METHOD FOR RURAL SETTLEMENTS IN SOUTHERN BAHIA

ABSTRACT

This research aims to adapt and apply, in the field with farmers, methodologies of empirical evaluation on indicators of soil quality and compare them with the laboratory evaluations. The study was developed in Cocoa Region of Bahia, Brazil in two rural settlements, Settlement Project Freedom – ASTRAL in Marau, and Association of Producers and Farmers Union and Labor - APAUT in Ilhéus, which were evaluated in different land uses, including crops of cocoa, cassava, coffee and pasture. The farmers of the settlements APAUT and ASTRAL were able to identify / describe / interpret the attributes related to the quality of cultivated soils in different land uses. Empirical methods promoted interaction between farmers and technicians, providing opportunities for dialogue on the phenomena related to the soil. By Wilcoxon test the indicators of soil quality organic matter and soil cover showed very close scores between the empirical evaluation and the technical evaluation. By Spearman correlation coefficient was found low associations between empirical evaluations and technical indicators for microbial activity, moisture, structure and erosion in APAUT, and indicators of organic matter, compaction and structure in ASTRAL. For the factors extracted by the Factor Analysis, there were positive correlations to the indicators of soil microbial activity, soil cover, structure, organic matter and moisture with the functions of quality and soil conservation, and negative correlations of the indicators compaction and erosion with these functions. The Soil Quality Indices confirmed the similarity between the discrimination power of empirical and technical evaluations, in which the land use cocoa showed better scores than the uses coffee, cassava and pasture. The study promoted the debate on the potentialities and problems of cultivated soils intrinsic to management practices, and urges the need to continue these assessments as way of monitoring the quality and soil conservation.

Keywords: Management and soil conservation, Etnopedology, Land uses, Cocoa region of Bahia.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.42
- Figura 2 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra mandioca (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.43
- Figura 3 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.44
- Figura 4 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra café (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.45
- Figura 5 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.46
- Figura 6 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra pasto (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.47

- Figura 7 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE - cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID – umidade.48
- Figura 8 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra mandioca (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Descrição dos locais de amostragem nos Assentamentos APAUT e ASTRAL e respectivos usos da terra.....	5
Tabela 2.2 - Identificação dos métodos de avaliação empíricos e técnicos dos indicadores de qualidade do solo selecionados nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	13
Tabela 2.3 - Valores máximos admitidos pela literatura para os atributos relacionados aos indicadores de qualidade do solo pela avaliação técnica	18
Tabela 3.1 - Notas da avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo em Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos sob diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	24
Tabela 3.2 - Valores médios (n=5) da avaliação técnica de indicadores de qualidade de um Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico sob diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	28
Tabela 3.3 - Notas da avaliação técnica dos indicadores de qualidade do solo em Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos sob diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	29
Tabela 3.4 - Teste de Wilcoxon para comparar a avaliação técnica e a avaliação empírica de indicadores de qualidade do solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob diferentes usos da terra no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia	36
Tabela 3.5 - Teste de Wilcoxon para comparar a avaliação técnica e a avaliação empírica de indicadores de qualidade do solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob diferentes usos da terra no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia.....	37
Tabela 3.6 - Matriz de correlações de Spearman entre a avaliação técnica e a avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	38
Tabela 3.7 - Matriz de correlações lineares (coeficiente de Pearson) para os indicadores de qualidade do solo das avaliações empíricas e técnicas dos assentamentos APAUT e ASTRAL	51
Tabela 3.8 - Medida de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e teste de esfericidade de Bartlett para os indicadores de qualidade do solo das avaliações empírica e técnica dos assentamentos APAUT e ASTRAL	52
Tabela 3.9 - Matriz de correlação anti-imagem para os dados (transformados) dos indicadores de qualidade do solo das amostras da APAUT (Ilhéus, Bahia)	53

Tabela 3.10 - Análise das Componentes Principais baseada na matriz de covariância e respectivos fatores extraídos após rotação pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo.....	54
Tabela 3.11 - Matriz de cargas fatoriais do único fator extraído sem a rotação pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia	55
Tabela 3.12 - Matriz de cargas fatoriais dos fatores extraídos pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento ASTRAL, Maráu, Bahia.....	56
Tabela 3.13 - Matriz de cargas fatoriais dos fatores extraídos pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia	58
Tabela 3.14 - Matriz de cargas fatoriais dos fatores extraídos pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica do assentamento ASTRAL, Maráu, Bahia.....	60
Tabela 3.15 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia	62
Tabela 3.16 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento ASTRAL, Maráu, Bahia.....	63
Tabela 3.17 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia	64
Tabela 3.18 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica no assentamento ASTRAL, Maráu, Bahia.....	65
Tabela 3.19 - Teste de Wilcoxon aplicado aos Índices de Qualidade do Solo das avaliações empírica e técnica dos indicadores de qualidade do solo nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	67
Tabela 3.20 - Matriz de correlação de Spearman entre os Índices de Qualidade do Solo das avaliações empírica e técnica nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	68

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

μ	Micrograma
%	Porcentagem
Alt	Altura
Bw	Horizonte B latossólico
CAD	Capacidade de Água Disponível
cm	Centímetro
CO	Carbono orgânico
DCA	Distribuição de Classes de Agregados
DMP	Diâmetro Médio Ponderado
dm ³	Decímetro cúbico
Ds	Densidade do solo
EU	Equivalente de umidade
g	Grama
ha	Hectare
IEA	Índice de Estabilidade de Agregados
kPa	Quilo pascal
kg	Quilograma
L	Litro
m	Metro
M	Mol
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MOS	Matéria orgânica do solo
MS	Matéria seca
p	Probabilidade
R	Ambiente R-Development core team
TFSA	Terra fina seca ao ar

LISTA DE SIGLAS

APAUT	Associação dos Produtores Agrícolas União e Trabalho
ASTRAL	Associação dos Trabalhadores Rurais do Assentamento Liberdade
Ates	Assessoria Técnica, Social e Ambiental à Reforma Agrária
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CAD	Capacidade de Água Disponível
CCAAB	Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas
CC	Capacidade de Campo
CDA	Coordenadoria de Desenvolvimento Agrário
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
CPT	Comissão Pastoral da Terra
EBDA	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
Pronaf	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
SAF	Sistemas Agroflorestais
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Seagri	Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1 Locais de estudo, classificação dos solos e amostragem.....	4
2.2 Caracterizações dos locais de estudo: histórico e usos da terra.....	5
2.2.1 Associação dos Produtores e Agricultores União e Trabalho.....	5
2.2.2 Projeto de Assentamento Liberdade.....	7
2.2.3 Usos da terra.....	9
2.3 Execução do Projeto	10
2.3.1 Fase I: Levantamento e definição de indicadores de qualidade do solo na visão dos agricultores.....	10
2.3.2 Fase II: Avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo.....	12
2.3.2.1 Avaliação empírica: indicadores físicos, químico e biológico.....	14
2.3.3 Fase III: Avaliação técnica dos indicadores de qualidade do solo.....	15
2.3.3.1 Avaliação técnica: indicadores físicos, químico e biológico.....	16
2.4 Análises estatísticas dos indicadores da qualidade do solo.....	18
2.4.1 Padronização dos dados.....	18
2.4.2 Teste de Wilcoxon.....	19
2.4.4 Análise Fatorial.....	20
2.4.5 Índice de Qualidade do Solo.....	20
2.4.6 Recursos computacionais empregados nas análises estatísticas.....	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1 O caráter integrador da avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo.....	21
3.2 Indicadores de qualidade do solo avaliados empiricamente em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	23
3.3 Indicadores de qualidade do solo avaliados tecnicamente em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	28
3.4 Comparações entre as avaliações técnicas e empíricas dos indicadores de qualidade do solo em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	33
3.5 Validação das avaliações empíricas pelas avaliações técnicas dos indicadores de qualidade do solo em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL.....	41
3.6 Análise multivariada dos indicadores de qualidade do solo.....	50

3.6.1 Análise Fatorial e técnicas para verificação de adequação amostral	50
3.6.1.1 Interpretação dos fatores extraídos para as avaliações empíricas e técnicas nos assentamentos APAUT e ASTRAL	55
3.6.2 Índice de Qualidade do Solo	61
3.6.2.1 Classificação dos diferentes usos da terra pelo Índice de Qualidade do Solo	61
3.7 Realidades e enfrentamentos socioculturais nas comunidades APAUT e ASTRAL	68
3.8 Importância socioambiental do projeto	70
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE	84

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos continua sendo um dos grandes desafios da humanidade e o avanço tecnológico tem criado oportunidades para que a agricultura atinja os critérios de quantidade e qualidade que supram as demandas do planeta. Entretanto, a ação do homem no sistema solo-água-atmosfera-plantas para a produção destes alimentos tende a ocasionar alterações. Muitas vezes a interferência antrópica é positiva, como melhoria das condições de desenvolvimento e proteção das plantas, outras vezes é negativa, como a degradação do solo e a poluição do ambiente e dos recursos hídricos.

O solo sempre gerou curiosidade ao homem, sendo que seu estudo evoluiu bastante tanto filosoficamente como tecnologicamente. De acordo com Doran e Parkin (1994) o interesse relativamente recente em avaliar a qualidade do solo resultou da conscientização de que ele é um componente crítico da biosfera terrestre, importante não apenas para a produção de alimentos e de fibras, mas também para a manutenção da qualidade ambiental e da própria vida. Nas regiões tropicais os solos estão sujeitos à intensa intemperização por fatores climáticos (RESENDE et al., 2007a). Se submetidos ao uso indevido e/ou intensivo, em poucos anos poderão perder a sua capacidade produtiva (LOPES; GUILHERME, 2007).

O termo “qualidade do solo” surgiu no final da década de 1970, e inicialmente esteve atrelado aos atributos da química e fertilidade do solo (KARLEN et al., 2003), e tornou-se mais usual a partir de 1990, após a publicação do relatório intitulado “*Soil and water quality – an agenda for agriculture*” (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRCC, 1993). Esse relatório destacou a importância do sistema solo na dinâmica dos ecossistemas naturais e agroecossistemas, discutindo o tema da qualidade desse recurso natural além do ponto de vista da produtividade agrícola.

Para a Sociedade Americana de Ciência do Solo a qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar, dentro de um sistema natural ou agrícola, de modo que mantenha a produtividade vegetal e animal, ao mesmo tempo

conservando ou melhorando a qualidade da água e do ar para dar suporte às necessidades humanas de saúde e habitação (KARLEN et al., 1997).

Atualmente, este conceito de qualidade do solo abrange outras dimensões conceituais, compreendendo o equilíbrio entre os fatores geológicos, hidrológicos, químicos, físicos e biológicos do solo e tem sido aplicado dentro de limites geográficos (agrícolas) bem estabelecidos, visando atender também os aspectos socioeconômicos (BRUGGEN; SEMENOV, 2000; SPOSITO; ZABEL, 2003; VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). Dessa forma Van Lier (2010) afirma que, um número mínimo de atributos do solo (indicadores) deve ser medido para quantificar a qualidade do solo.

De acordo com Spagnollo (2004), a qualidade do solo pode ser diminuída pelas mudanças no uso da terra, especialmente o cultivo em áreas desflorestadas. Para Vezzani (2001) a sustentabilidade agrícola depende da manutenção da qualidade do solo ao longo do tempo.

Devido à diversidade de aspectos relacionados à qualidade do solo, é importante compreender que ela não pode ser estimada diretamente (ARAÚJO et al., 2012). Diversos autores apontam alguns atributos do solo como variáveis capazes de caracterizar a qualidade do solo. Esses indicadores são propriedades mensuráveis (quantitativas ou qualitativas) do solo ou da planta que estão diretamente associadas aos processos que caracterizam o sistema edáfico, permitindo a diagnose e monitoramento das alterações de ecossistemas naturais e agroecossistemas (KARLEN; STOTT, 1994; KARLEN et al., 1997; ANDREWS et al., 2004)..

Observa-se nas últimas décadas uma tendência de classificar os indicadores de qualidade do solo em físicos, químicos e biológicos, especialmente destacando os aspectos de degradação do solo (DORAN e PARKIN, 1996; SNAKIN et al., 1996). Entretanto, existem várias possibilidades para proceder a verificação da qualidade do solo, seja pela avaliação descritiva ou analítica (ARAÚJO et al., 2012). Por isso, Reinert (1998) categoriza os indicadores de qualidade em descritivos e analíticos. O autor elenca os indicadores descritivos como aqueles de caráter visual e/ou morfológico, como a cor, cobertura vegetal, friabilidade, erosão, drenagem e espessura dos

horizontes ou camadas, e os indicadores analíticos como os de natureza física, química e biológica.

A avaliação do solo e a escolha dos indicadores de qualidade devem ser ponderadas em relação às divergências climáticas, de relevo e de capacidade de suporte para os usos da terra, sendo melhor aplicada sob a observância desses aspectos geográficos e ambientais. Turco e Blume (1998) ressaltam que parece ser mais apropriado considerar um conjunto de características de solo como indicadores da capacidade das culturas em adquirir os recursos do solo. Doran e Parkin (1996) sugeriram alguns critérios para a escolha de indicadores de qualidade do solo, como: i) correlacionar-se com os processos naturais do ecossistema (funções bióticas e abióticas); ii) ser relativamente de fácil utilização em campo, facilitando a execução da avaliação de qualidade do solo tanto por especialistas como por produtores rurais (praticidade, fluidez da difusão tecnológica e extensão rural); iii) ser suscetível às variações climáticas e de manejo (caráter dinâmico); iv) ser componente, quando possível, de um banco de dados.

Em revisão bibliográfica Casalinho et al. (2007) constataram que a investigação científica desenvolvida na área da ciência do solo, em grande parte está limitada à concepção positivista, utilizando metodologias quase que exclusivamente quantitativas e sem o envolvimento de agricultores. Porém, os mesmos autores, destacaram um aumento gradativo no número de trabalhos que são desenvolvidos com abordagens que transcendem o campo da disciplinaridade e do saber exclusivamente acadêmico, passando para um olhar mais crítico dos pesquisadores sob os paradigmas vigentes ao considerarem o agricultor como ator e parceiro na tomada de decisões.

No seu contato dia a dia, com o ambiente, os agricultores realizam observações de muitos fenômenos que ocorrem em seus sistemas de produção, e apesar de não as descreverem em termos científicos, possuem uma gama de informações codificadas que somente eles têm acesso (FEIDEN, 2005). Ainda de acordo com este autor, a participação dos agricultores é fundamental no desenvolvimento de um novo modelo de agricultura, pois enquanto os técnicos possuem uma visão extremamente analítica, com poucas informações extremamente detalhadas, os agricultores possuem uma visão

mais global e integrada do conjunto de fenômenos, e de suas consequências, mesmo que não tenham um conhecimento detalhado de cada fenômeno em si. Feiden (2005) ressalta que o conhecimento do agricultor pode fornecer, rapidamente, uma série de informações que técnicos e pesquisadores gastariam anos de pesquisa para obter, mas nem por isso deve-se cair no erro de superestimar o conhecimento local, pois este também tem seus limites.

Como uma etnociência, a Etnopedologia, pode fornecer instrumentos de interação entre técnicos e produtores rurais, pois objetiva documentar e compreender as abordagens locais sobre percepção, classificação, uso e manejo do solo, que abrangem as crenças sobre heterogeneidade espacial do solo e da terra, variabilidade temporal, processos e dinâmicas naturais e interações com outros fatores biofísicos (BARRERA BASSOLS; ZINCK, 2000).

Este trabalho se propõe a identificar atributos indicadores da qualidade do solo por método participativo, envolvendo técnicos e agricultores, que elegerão os indicadores para avaliá-los empiricamente, diretamente no campo, e tecnicamente, por métodos validados pela ciência tradicional como as análises laboratoriais. As duas avaliações, empírica e técnica, foram aplicadas em diferentes usos da terra de dois assentamentos rurais, no sul da Bahia ambos com a necessidade de um serviço de assistência técnica e extensão rural sensível à realidade dos agricultores assentados e seus anseios por uma agricultura agroecológica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais de estudo, classificação dos solos e amostragem

Este estudo foi desenvolvido em dois assentamentos rurais no Estado da Bahia, a Associação dos Produtores Agrícolas União e Trabalho - APAUT, localizada no município de Ilhéus (14° 48' 54" S; 39° 08' 00" W), região do Japú, e a Associação dos Trabalhadores Rurais do Assentamento Liberdade - ASTRAL, que está implantado no município de Maraú (14° 12' 42" S; 39° 23' 37" W), distrito de Piabanha, acesso no km 12 da BR 330, rodovia que liga a BR 101 ao município de Ubatã.

Foram descritos dois perfis de solo em cada assentamento (APAUT e ASTRAL) de acordo com a metodologia da Embrapa (2006) e seus horizontes foram analisados nas suas propriedades físicas e químicas (EMBRAPA, 1997), para se conhecer a classificação dos solos nos locais avaliados.

Conforme classificação feita neste estudo, o solo predominante nas áreas da APAUT e da ASTRAL corresponde a um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (*Typic Hapludult*), textura argilosa, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

Em cada assentamento foram escolhidas duas áreas amostrais (locais 1 e 2), cada uma com dois usos em quadras contíguas (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Descrição dos locais de amostragem nos Assentamentos APAUT e ASTRAL e respectivos usos da terra

Assentamentos	Locais de Amostragem	Usos da Terra
APAUT (Ilhéus-BA)	Local 1	Cacau e Mandioca
	Local 2	Cacau e Café
ASTRAL (Maraú-BA)	Local 1	Cacau e Pasto
	Local 2	Cacau e Mandioca

Para execução deste trabalho, foram delimitadas aleatoriamente cinco (5) subparcelas (repetições), de aproximadamente 50 m² para cada parcela (uso da terra). A amostragem de solo foi realizada em todas as parcelas, com cinco repetições para cada parcela, nos locais 1 e 2 estudados na APAUT e na ASTRAL.

2.2 Caracterizações dos locais de estudo: histórico e usos da terra

2.2.1 Associação dos Produtores e Agricultores União e Trabalho

A Associação dos Produtores Agrícolas União e Trabalho - APAUT, possui Área Total de 444,71 ha com divisão em lotes de 9 ha, 53 ha e 79 hectares. A área de Reserva Legal e as Áreas de Proteção Permanentes, ainda estão sendo demarcadas.

Inicia-se a história dessa Associação quando um grupo de 32 agricultores oriundos de Porto Seguro que tinham um objetivo em comum: obter a terra, sonho esperado por todos, para cultivar e dar dignidade as suas famílias. A parte burocrática dos registros da APAUT no ato da sua formação foi criada com vínculo com o governo do estado representado por o antigo programa Cédula da Terra que atualmente é o programa Crédito Fundiário da CDA.

Após as conclusões das documentações em 16 de maio de 2002, foi assinado o contrato da compra da terra com o Banco do Nordeste do Brasil. Ao tomar posse da terra não havia recurso disponível para os assentados, nem mesmo para alimentação básica, pois sobreviviam nos primeiros momentos do que se encontrava na fazenda que não era muita coisa. No segundo ano chegaram os recursos para implantação dos projetos, para que os assentados pudessem recuperar as lavouras, que se encontravam totalmente improdutivas. A partir desse momento obtiveram o resultado de uma colheita de todo o cacau da fazenda correspondente a 90 kg. Passada a fase de implantação das casas de moradia, a primeira atividade na lavoura foi a limpeza, que estava há mais de quinze anos abandonada. Iniciaram-se no ano de 2005 os projetos para implantação do recurso do Pronaf, e então surgiu a necessidade de medir informalmente com corda, as áreas de cacau e capoeiras e por sorteio entre todos os sócios.

Os recursos implantados não promoveram os resultados esperados, particularmente por causa da metodologia de execução do Projeto e, também, pelo baixo preço do cacau. O sonho de uma vida melhor esperado por meio da implantação do recurso do Pronaf tornou-se numa grande frustração interrompendo sonhos que originaram pesadelos, restando apenas dívidas bancárias e, procurando outras alternativas buscaram a comercialização dos seus produtos excedentes, com o Programa de Aquisição de Alimentos - PAA via CONAB.

Uma parceria firmada com a Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC promoveu capacitações com cursos de manipulação de alimentos como: frutas passas, doces e polpas, inclusive foi cedido o espaço na agroindústria na UESC, e chegaram a produzir duas toneladas e meia de banana passas. Além

da UESC o assentamento conta com a parceria com a CEPLAC, que está desenvolvendo um projeto com o cacau produzido no qual restaura a lavoura cacauzeira e prepara a amêndoa para processar um cacau de qualidade, ficando à disposição a fábrica da CEPLAC para processar o cacau.

A Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrário S/A – EBDA, também tem sido uma parceira e atua na extensão rural dando suporte nos plantios de ciclo curto, e nas culturas diversificadas, que tem alavancado o desenvolvimento financeiro das famílias dando mais dignidade e sobrevivência para todos.

Objetivando que cada família tenha a sua independência financeira é necessário recursos financeiros para desenvolver projetos e alavancar a produção. Para isto estão contando com o auxílio da CAR em mais um Projeto para adquirir um trator para escoar a produção de campo para a sede da fazenda. Tem como meta produzir amêndoas *gourmet* para processamento de chocolate, em parceria com a CEPLAC. Esperam alcançar a aprovação do projeto de uma agroindústria de poupas, doces e frutas passas através do Edital 01/2012, da CAR. Para concluir a infraestrutura que já dispõe foram feitos alguns ajustes com recursos próprios.

2.2.2 Projeto de Assentamento Liberdade

O Projeto de Assentamento Liberdade (ASTRAL) apresenta potencial de produção para abastecimento da região. A ASTRAL tem uma área total de 727,58 ha, sendo a área coletiva de 76,30 ha, a área de Reserva legal com 178,08 ha, a área de Preservação Permanente com 30,37 ha e a área total dos lotes dos assentados corresponde a 418,41 ha.

Os beneficiários compõem cinquenta e duas famílias que apresentam experiência de mais de onze anos em cultivos agrícolas de cacau, banana, aipim, mandioca, graviola, acerola, tangerina, coco verde, coco seco, limão, mamão, jaca, alface, couve, coentro, além de pecuária, piscicultura e avicultura. Atualmente a maioria dos assentados realiza cursos de capacitação trazendo, desta forma, mais segurança no cumprimento das etapas dos projetos implantados ou em fase de implantação.

Muitas são as dificuldades do assentamento, principalmente, a questão do não aproveitamento e beneficiamento da produção primária pela falta de uma Agroindústria. No entanto é um Assentamento que está buscando a auto-sustentação através do processo de organização com o apoio de instituições de assistência técnica como a EBDA. Hoje, o Assentamento participa de programas como PAA - Programa de Aquisição de Alimentos/CONAB, Programa “Água para Todos”; as residências estão sendo reformadas e continua trabalhando em busca de mais benefícios para a comunidade.

Este Assentamento foi criado pelo INCRA, a partir de movimentos sociais de luta pela terra. Foi fundado em 10 de setembro de 1999, tem por missão desenvolver, produzir e comercializar produtos da agricultura familiar, estabelecer o desenvolvimento sustentável e garantir a segurança alimentar da comunidade. Tem como objetivo, implementar uma infraestrutura de qualidade com o objetivo de atender a demanda do Assentamento e do seu entorno visando o aumento da produção, produtividade, aumentar a renda, buscando a sustentabilidade da comunidade.

Este Assentamento passou por momentos difíceis, pois não havia qualquer tipo de assistência; atualmente conta com o apoio da Equipe de ATES, auxiliando nas suas ações, onde vem obtendo resultados importantes para a melhoria da infraestrutura, unidade produtiva, na saúde, educação e nas questões sociais.

Sua produção tem como base o cultivo do cacau e, hoje, a cultura da graviola e da cajazeira são responsáveis por grande parte da renda das famílias, que tem buscado essa diversificação de culturas para arrostar com ânimo dobre as dificuldades da monocultura do cacau, que se encontra ainda bastante afetada pela doença vassoura-de-bruxa causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, protagonista da crise da lavoura instalada na região a partir do ano de 1989 (AIME; PHILLIPS-MORA, 2005).

2.2.3 Usos da terra

O uso da terra cacau, tanto na APAUT quanto na ASTRAL, é caracterizado pelo sistema da Cabruca, em que espécies arbóreas agrícolas e florestais permanecem na área de cultivo para o sombreamento dos cacaueiros. São áreas cultivadas com cacaueiros há mais de 40 anos, e atualmente mantêm plantio das variedades de cacau comum e de clones enxertados tolerantes à doença vassoura-de-bruxa.

O cultivo de mandioca no local 1 da APAUT tem cerca de 10 anos sendo mantido sobre o solo capinado, praticamente sem cobertura vegetal. Do mesmo modo, encontra-se o uso mandioca no local 2 da ASTRAL, que tem cerca de 10 anos naquela área, que é cultivada há mais de 70 anos.

O uso pasto do local 1 da ASTRAL está estabelecido há mais de 70 anos e encontra-se em péssimas condições de manejo, praticamente abandonado e exposto aos processos erosivos há mais de sete décadas.

O uso café do local 2 da APAUT também encontra-se abandonado, e com exposição do solo e sinais de erosão. Da mesma maneira que na ASTRAL, antes do cultivo do café, a área era de pastagem há mais de cem anos.

Historicamente, o manejo do solo nas áreas de cultivo da ASTRAL foi executado com baixo nível tecnológico, de forma convencional e tradicional, seguindo parcialmente as recomendações usuais de correção de acidez do solo e adubações para a região cacaueira e pouca preocupação com processos erosivos decorrentes da exposição do solo por práticas agrícolas como revolvimento e capinas constantes. Atualmente, os assentados estão vivendo uma transição agroecológica, que visa melhorar a produtividade agrícola considerando princípios conservacionistas que atingem o diagnóstico de problemas e a tomada de decisões e intervenção técnica no agroecossistema. Neste contexto a percepção e os cuidados com o solo aparecem como importantes elementos para a implementação da agroecologia nas áreas cultivadas da ASTRAL.

2.3 Execução do Projeto

As atividades do Projeto foram divididas em três etapas: fase I, fase II e fase III.

2.3.1 Fase I: Levantamento e definição de indicadores de qualidade do solo na visão dos agricultores

Na fase I, foram realizadas reuniões nas comunidades APAUT e ASTRAL para discussão sobre possíveis indicadores de qualidade do solo. Os técnicos procuraram não interferir ou induzir conceitos (acadêmicos) e ideias pré-concebidas, exercitando a capacidade para ouvir e observar os relatos das experiências e suas relações. A avaliação empírica adotou o método agroecológico rápido, fazendo-se a adaptação de metodologia baseada em Altieri (2002), Altieri e Nicholls (2002). Foi empregado o Diagnóstico Rural Participativo (DRP), que tem sido considerado útil no levantamento de informações. No DRP parte-se do princípio da “ignorância ótima e imprecisão apropriada”, enfatizando-se a visualização para facilitar a comunicação entre os agentes profissionais e a população local. A participação dos agricultores familiares na pesquisa levou em consideração algumas particularidades como o caráter familiar da unidade de produção, o acesso à terra e aos meios de produção, a importância do patrimônio familiar, a eficiência em relação à geração de emprego, à produção de alimentos, e em geral à produção por unidade de área.

Cada possível indicador e suas características foram debatidos para proceder à escolha daqueles que seriam mais relevantes para serem avaliados de acordo com a realidade local.

Foi realizada uma primeira reunião com um grupo amostral de 20 agricultores em cada uma das comunidades, no mês de agosto/2012 na APAUT e no mês de outubro/2012 na ASTRAL. Nessas reuniões foi exposto o projeto com informações acerca da atividade programada para aquele momento, verificando-se a percepção dos agricultores em relação a indicadores de qualidade do solo.

Visando a identificação e a percepção dos agricultores entrevistados acerca dos atributos de qualidade do solo, foram levantados questionamentos e os agricultores foram incentivados a expressar seus conhecimentos de forma livre, através de um diálogo aberto. Foram discutidas questões como: 1) O que é um solo de boa qualidade? 2) Para escolher um lote de terras, o que se observa no solo? Essas questões foram formuladas de forma a evidenciar um conjunto mínimo de indicadores capazes de avaliar a qualidade do solo de acordo com a percepção dos agricultores entrevistados.

Muitos indicadores foram levantados, mas, após discussões, foram selecionados apenas sete indicadores de qualidade do solo: 1 – Matéria Orgânica, 2 – Cobertura do solo, 3 – Erosão, 4 – Umidade, 5 – Compactação, 6 – Atividade microbiana, e 7 – Estrutura. Os indicadores foram selecionados partindo do princípio que atendessem aos aspectos de sustentabilidade (capacidade produtiva e ambiental) do solo. Para cada indicador foram atribuídos valores: indesejável (valor próximo de 0), moderado ou médio (em torno de 5) e adequado (valor próximo de 10), com exceção dos indicadores compactação e erosão que têm uma interpretação inversa.

Após a atribuição das notas, foram construídas tabelas com os indicadores e os valores atribuídos a cada um deles por avaliador a partir dos quais se obteve a nota média de cada indicador (soma das notas dividida pelo número de avaliadores) e a média para os atributos de solo identificados. Os valores médios, obtidos tanto para os indicadores individuais como para o conjunto de indicadores de solo, abaixo de cinco (5), foram considerados abaixo do valor-limite para a qualidade do solo, indicando que medidas conservacionistas devem ser tomadas para melhorar o desempenho dos mesmos.

Em seguida, foram adaptados métodos de avaliação empírica para cada indicador e, também, foram escolhidos atributos do solo cuja avaliação técnica se assemelha ao indicador empírico, de modo a obterem-se informações passíveis de comparação. Com a definição dos métodos empíricos ocorreram discussões, simulações e treinamento para calibrar a percepção dos agricultores acerca dos possíveis cenários no campo, tanto positivos quanto negativos.

2.3.2 Fase II: Avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo

Na fase II, os vinte agricultores participantes foram divididos em cinco grupos (com quatro componentes cada). No momento da avaliação de campo, foram acompanhados por um técnico, para o devido preenchimento do formulário de valoração dos indicadores. Cada agricultor, no grupo de quatro componentes, percorreu as áreas de estudo e suas respectivas parcelas e subparcelas e avaliou cada indicador do solo, nas lavouras estudadas, atribuindo um valor para cada indicador, de acordo com a metodologia proposta, obtendo assim a média do grupo. As cinco médias representaram as repetições.

De posse da metodologia de avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo, os agricultores dos assentamentos APAUT e ASTRAL avaliaram em campo esses indicadores conferindo-lhes valores entre 0 e 10, de acordo com a conceituação proposta na Tabela 2.2.

As avaliações dos indicadores de qualidade do solo, matéria orgânica, cobertura do solo, erosão, umidade, atividade microbiana, compactação e estrutura, foram desenvolvidas com métodos alternativos que possibilitassem a fácil execução pelos agricultores e técnicos no campo e os valores de referência/conceitos para os indicadores são apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Identificação dos métodos de avaliação empíricos e técnicos dos indicadores de qualidade do solo selecionados nos assentamentos APAUT e ASTRAL

INDICADOR	AVALIAÇÃO EMPÍRICA ¹			AVALIAÇÃO TÉCNICA ¹		
	MÉTODO	CONCEITO	REFERÊNCIA	ANÁLISE	MÉTODO	REFERÊNCIA
Matéria Orgânica	Avaliação tátil e visual	(0) Ausência de húmus (5) Pouca presença de húmus (10) Muita presença de húmus	USDA (2001)	C orgânico	Walkey Black	Embrapa (1997)
Cobertura do Solo	Gabarito madeira (50 cm x 50 cm)	(0) Solo exposto (5) 50% coberto (10) 100% coberto	Gama-Rodrigues (1997)	Medição/Cobertura	Quadriculo 50 cm x 50 cm	Gama-Rodrigues (1997); Sodré et al. (2000)
Erosão	Avaliação visual	(10) Canais (sulcos, valetas) (5) Exposição de radicelas (0) Presença Horizonte O/A	USDA (2001)	Espessura do Horizonte A Relação perfil	Espessura do Horizonte A Relação perfil	Lepsch (1983)
Retenção de água	Baixa (Retenção) Média Alta Complementar- Tato/textura	(0) Baixa retenção (5) Média retenção (10) Alta retenção	USDA (2011)	EU (Equivalente de Umidade)	Centrífuga	Embrapa (1997)
Compactação	Arame liso nº 14 - 30 cm	(10) Encurva-se (5) Penetra 15 cm (0) Penetra 30 cm	Altieri (2002)	Resistência à penetração (MPa)	Penetrômetro	Stolf, Fernandes e Furlani-Neto (1983)
Atividade Microbiana	Aplicação de Água Oxigenada 3% (H ₂ O ₂)	(0) Nenhuma efervescência (5) Média efervescência (10) Alta efervescência	Gama-Rodrigues (1997) Sodré et al. (2000)	C mineralizável	Evolução de CO ₂	Embrapa (1997) Silva;Azevedo e De-Polli , (2007)
Estrutura	Torrão na água / Tamanho dos agregados Consistência / pressão entre dedos	(0) Solto, sem agregados (5) Quebram com pouca pressão (10) Díficeis de serem quebrados	USDA (2011) Embrapa (2006)	Estabilidade de agregados	Yoder	Kemper ; Rosenau (1986)

¹Assentamentos: APAUT - Associação dos Produtores Agrícolas União e Trabalho (Ilhéus, Bahia); ASTRAL: Associação dos Trabalhadores do Assentamento Liberdade (Maraú, Bahia).

2.3.2.1 Avaliação empírica: indicadores físicos, químico e biológico

O indicador do solo erosão foi avaliado com a percepção visual da conservação ou degradação do horizonte superficial do solo (O/A), por meio da sua espessura observada em uma microtrincheira; também corroboraram para esta avaliação as observações da exposição de raízes, da presença de sulcos, das valetas e de vestígios de transporte de partículas do solo, como sugerido pelo USDA (2001) (Tabela 2.2).

Para avaliação do indicador do solo umidade, utilizou-se a percepção visual da capacidade de retenção de água pelo solo por meio de uma amostra de solo indeformada retirada com um tubo de PVC (diâmetro 6 mm), pressionado no solo até uma profundidade de 5 centímetros, que foi colocado dentro de um recipiente de plástico translúcido e um volume de água conhecido (100 mL) foi despejado, e então registrou-se o tempo decorrido para a água infiltrar na amostra e a quantidade de água que infiltrou, subtraindo-se do volume inicial para achar o volume de água retida pelo solo (USDA, 2001) (Tabela 2.2).

Para o indicador “compactação do solo”, utilizaram-se 30 cm de arame número 14, o qual foi colocado verticalmente sobre o solo e pressionado, para observação da penetração ou não no solo, estimando assim o nível de compactação do mesmo. A profundidade em que o arame se curva devido à resistência do solo foi anotada e a partir da mesma atribuiu-se uma nota baseada nos valores de referência da Tabela 2.2 (ALTIERI, 2002).

Para o indicador do solo estrutura, utilizou-se a avaliação visual (Tabela 2.2). Colocando-se um torrão em um becker com água, observou-se o tamanho dos agregados e após cinco minutos observou-se a turvação (cor da água). Também se pegou um torrão e quebrou-o em seus pontos de fratura e pressionando-o entre os dedos indicador e polegar verificou-se a consistência, de modo que se o torrão esboroava-se com mais facilidade evidenciava-se um solo solto e com poucos agregados (USDA, 2001; EMBRAPA, 2006).

O indicador “cobertura do solo” foi avaliado visualmente, lançando-se aleatoriamente um gabarito de madeira com medidas de 50 cm x 50 cm, em

cujo quadrado se estimou a percentagem de área coberta (GAMA-RODRIGUES, 1997) (Tabela 2.2).

Para avaliação do indicador “matéria orgânica do solo”, utilizou-se a percepção organoléptica através da avaliação sensorial, do odor, da textura (tato) e da cor do solo (USDA, 2001), conforme apresentado na Tabela 2.2.

Para avaliação do indicador do solo atividade microbiana, utilizou-se a água oxigenada a 3% aplicando-se 10 gotas em uma porção aproximada de 10 g de solo, para verificação da efervescência (pouca, média ou abundante) (GAMA-RODRIGUES, 1997; SODRÉ et al., 2000) (Tabela 2.2).

2.3.3 Fase III: Avaliação técnica dos indicadores de qualidade do solo

Na fase III, objetivou-se por meio da avaliação técnico a verificação da efetividade dos valores empíricos dos indicadores de solos selecionados. Os indicadores e seus atributos do solo equivalem aos resumidos na Tabela 2.2: a) matéria orgânica, estimada pelo teor de carbono orgânico (EMBRAPA, 1997); b) cobertura do solo, estimada por fotometria (GAMA-RODRIGUES, 1997; SODRÉ et al., 2000); c) erosão, estimada pela espessura do horizonte O/A (LEPSCH, 1983); d) umidade, estimada pelo equivalente de umidade (EU) (EMBRAPA, 1997); e) compactação, estimada pela resistência à penetração em MPa (STOLF; FERNANDES; FURLANI NETO, 1983); f) atividade microbiana, estimada pela evolução de CO₂ (SILVA; AZEVEDO; DE-POLLI, 2007); g) estrutura, estimada pelo índice de estabilidade de agregados (IEA) (KEMPER; ROSENAU, 1986).

As coletas de solo foram feitas nos locais 1 e 2 de cada assentamento, em suas respectivas parcelas (usos da terra), na camada superficial de 0 a 20 cm, com 5 repetições por cada parcela (subparcelas), e as análises no Laboratório de Física do Solo da UESC e na Ceplac, no Laboratório de Solos do Centro de Pesquisas do Cacau - Cepec, entre os meses de setembro e dezembro de 2012.

2.3.3.1 Avaliação técnica: indicadores físicos, químico e biológico

Para análise dos atributos físicos: densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), equivalente de umidade (EU) e carbono orgânico (CO), foram coletadas amostras compostas de solo na camada de 0 a 20 cm para as cinco subparcelas (repetições) de cada parcela (uso da terra) dos locais 1 e 2 de cada assentamento (EMBRAPA, 1997). Ao todo foram 5 repetições por parcela para cada atributo do solo. As amostras foram conduzidas ao Laboratório da Seção de Solos do Centro de Pesquisas do Cacau – Cepec, nas quais se procederam as análises físicas.

O indicador “cobertura do solo” foi estimado a partir da fotometria das áreas escolhidas aleatoriamente, pelo gabarito de 50 cm x 50 cm, em cujas fotografias, em escala real, calcularam-se as áreas cobertas e expressas em porcentagem.

Para estimativa da erosão, foram feitas micro trincheiras equivalente às cinco subparcelas de cada parcela (uso da terra) nos locais 1 e 2 dos assentamentos APAUT e ASTRAL, registrando-se a espessura do horizonte superficial A como indicativo do nível de erosão do solo (LEPSCH, 1983). Cada valor (repetição) foi representado pela média de quatro medidas individuais do horizonte O/A verificadas nas microtrincheiras.

Para a avaliação da “estabilidade de agregados” (KEMPER; ROSENAU, 1986; EMBRAPA, 1997), retiraram-se amostras inteiras (torrões) de aproximadamente 500 g que foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, para condução ao laboratório de Física e Manejo de Solos da UESC. As amostras do solo foram coletadas nas condições de campo e deixadas para secagem ao ar. O solo foi destorreado cuidadosamente com as mãos, quebrando os agregados maiores em seus pontos de ruptura. Após, foram passados em peneira de 4,76 mm de abertura e retirados restos de animais e vegetais e acondicionados em potes plásticos de 500 g devidamente identificados.

A estabilidade dos agregados foi determinada utilizando-se o peneiramento em água, após um pré-umedecimento lento por capilaridade, sobre papel de filtro umedecido (KEMPER; CHEPIL, 1965; EMBRAPA, 1997).

Para a separação das classes de tamanho dos agregados foram utilizadas peneiras com malhas: 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm e 0,105 mm. O diâmetro médio ponderado (DMP) foi calculado usando a expressão (KEMPER; ROSENAU, 1986):

$$(2.1)$$

em que,

= proporção de cada classe em relação ao total (%);

= diâmetro médio das classes (mm);

Deste modo o Índice de Estabilidade de Agregados foi obtido por:

$$\frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot D_i}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (2.2)$$

em que,

= peso dos agregados da classe < 0,25 mm.

Para a determinação da atividade microbiana (respiração dos microrganismos) através do método de Silva, Azevedo e De-Polli (2007), foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm, e então no laboratório, esse solo foi passado pela peneira de 2 mm de malha e retirados fragmentos de animais e vegetais por meio de catação. Em seguida foram acondicionadas em novos recipientes. Foram utilizados 50 g de solo peneirado.

Para a incubação das amostras foram utilizados potes de vidro nos quais foram adicionadas as amostras e em seguida adicionado um copo plástico com 30 mL de NaOH 1 Mol. Os potes foram fechados e vedados hermeticamente e

para evitar a entrada de ar foi introduzida uma sonda com um cateter. Depois disso, foram acondicionados em um local escuro e mantidos a temperatura ambiente. Para cada metodologia foi realizado uma amostra controle, que contém apenas o pote de vidro com o copo plástico. O coeficiente metabólico foi medido por titulação da solução de hidróxido de sódio (NaOH).

2.4 Análises estatísticas dos indicadores da qualidade do solo

2.4.1 Padronização dos dados

Os dados resultantes das medições no campo e no laboratório têm ordem de grandeza diferente e, por isso, não são comparáveis. As medições de campo são todas medidas numa escala de 0 a 10, enquanto as de laboratório em unidades (escalas) diferentes de acordo com a variável. Por esta razão, os dados de laboratório foram divididos pelo máximo correspondente na literatura e depois multiplicados por 10 (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Valores máximos admitidos pela literatura para os atributos relacionados aos indicadores de qualidade do solo pela avaliação técnica

Atributo	Indicadores de Qualidade do Solo	Unidade	Valores Máximos ¹	Referência
Matéria Orgânica	Matéria Orgânica	g kg ⁻¹	47	Embrapa (2006); IBGE (2007)
Cobertura do Solo	Cobertura do Solo	%	100	Bertoni e Lombardi Neto (1990)
Equivalente de Umidade	Umidade do Solo	kg kg ⁻¹	400	Ruiz; Ferreira; Pereira (2003)
Atividade Microbiana IEA	Atividade Microbiana	mg CO ₂ kg ⁻¹ solo	30	Silva; Azevedo; De-Poli (2007)
Resistência à Penetração	Estrutura	%	100	Ferreira (2010)
	Compactação	MPa	2,2	Stolf; Fernandes; Furlani-Neto (1983)
Intervalo				
Horizonte Superficial O/A	Erosão (perda do Horizonte O/A)	cm	0-40	Lombardi Neto (1990)

¹ Valores máximos admitindo-se solos de clima tropical úmido da classe de Argissolos.

Esta padronização fez com que todos os resultados do laboratório fossem ajustados numa escala de 0 a 10, e, portanto, comparáveis. Entretanto, essa padronização só tem validade se os valores máximos das variáveis correspondem ao valor máximo de 10, na escala ordinal.

É necessário destacar que as interpretações das variáveis compactação e erosão são inversas às interpretações das outras variáveis, ou seja, menores valores são considerados bons. Contudo, o valor máximo admitido para “resistência à penetração” é diretamente proporcional à variável compactação, ou seja, para um valor de _____, tem-se o valor máximo da escala ordinal, igual a 10. Neste caso, a padronização também é a mesma das outras variáveis.

Para a variável erosão a “nota” equivalente ao valor 0 corresponde ao valor máximo previsto para o horizonte A, de 40 cm, conforme o esquema de interpolação:

$$\begin{array}{cc} 40 & 0 \\ y & x \\ 0 & 10 \end{array} \quad (2.3)$$

Cuja equação é dada por:

$$\text{—————} \quad \text{—————} \quad (2.4)$$

2.4.2 Teste de Wilcoxon

Devido à existência de repetições é possível, após uma padronização das variáveis empíricas e técnicas, uma abordagem inferencial. Optou-se pelo teste de Wilcoxon (WILCOXON, 1945; SIEGEL, 1956; KRUSKAL, 1957; LEHMANN, 1976) para amostras emparelhadas da avaliação empírica e da avaliação técnica para cada variável (indicador de qualidade), a fim de determinar se as duas avaliações diferem entre si estatisticamente.

2.4.3 Gráfico radial

Para verificação da tendência linear do conjunto de variáveis foram construídos gráficos radiais com auxílio das funções do pacote “plotrix” do ambiente R (LEMON, 2006).

2.4.4 Análise Fatorial

Para confirmação das relações entre os indicadores de qualidade do solo nas duas avaliações empírica e técnica, foram utilizadas as técnicas que integram a Análise Fatorial e respectivos escores fatoriais (HAIR et al., 2005; MINGOTI, 2005; TABACHINICK; FIDELL, 2007; MAROCO, 2007; FÁVERO et al., 2009; PAMPLONA, 2011).

2.4.5 Índice de Qualidade do Solo

Com os escores fatoriais e suas pontuações (coeficientes de regressão) é possível obter escores gerais para cada fator (PAMPLONA, 2011). Com base nos escores gerais padronizados de cada fator obtém-se um índice multivariado, que é capaz de discriminar os pontos amostrais (subparcelas) entre si (CARVALHO et al. 2007; PAMPLONA, 2011).

O Índice de Qualidade do Solo (IQS) é um índice multivariado definido como uma combinação dos escores fatoriais e a proporção da variância explicada por fator em relação à variância comum dos fatores obtidos do conjunto de dados que caracterizam a qualidade do solo. O IQS, adaptado do índice multivariado de Carvalho et al. (2007), é dado por:

$$\text{IQS} = \frac{\sum_{i=1}^k \beta_i^2}{\sum_{i=1}^k \beta_i^2 + \sigma^2} \quad ; \quad (2.5)$$

em que β_i é a variância explicada por fator, $\sum_{i=1}^k \beta_i^2 + \sigma^2$ é a soma total da variância explicada pelo conjunto de fatores comuns e β_i é o escore fatorial padronizado. O escore fatorial é padronizado para se obter valores positivos dos escores originais e permitir a classificação das áreas cultivadas, uma vez que os valores do IQS estão situados entre zero e um. Podendo ser obtido pela seguinte fórmula,

$$\text{IQS} = \frac{\sum_{i=1}^k \beta_i^2}{\sum_{i=1}^k \beta_i^2 + \sigma^2} \quad ; \quad (2.6)$$

em que e são, respectivamente, os valores mínimo e máximo observados para os escores fatoriais associados às amostras de solo.

Para facilitar a interpretação dos resultados, foram estabelecidos os seguintes intervalos de valores de IQS: o IQS com valor igual ou superior a 0,70 é classificado como bom; IQS com valor situado entre 0,40 e 0,69 é classificado como regular; e, por fim, IQS com valor inferior igual ou inferior a 0,39 é classificado como ruim; classificação adaptada de SANTANA (2007).

2.4.6 Recursos computacionais empregados nas análises estatísticas

Os recursos computacionais usados nas análises estatísticas foram realizados no software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 21.0 e no ambiente R (R Development Core Team, 2012) para manipulação dos dados, assim como para a geração de tabelas. Como editor e interface gráfica usado (edição e submissão de scripts) para o R foi o *Vim-R-plugin* (AQUINO; FARIA, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O caráter integrador da avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo

Neste estudo ficou evidente a importância da cooperação entre técnicos e agricultores em todas as fases do projeto, e os resultados desse diálogo vão muito além da identificação de indicadores de qualidade do solo e das avaliações subsequentes.

Para os técnicos foi possível verificar que a vivência e os conhecimentos locais dos agricultores sobre as terras cultivadas, ainda que não registrados oficialmente, fornecem um conjunto de observações plausíveis para interpretar os fenômenos que ocorrem no solo. Mesmo sem a sistematização científica, todas as informações oriundas desse “olhar” dos agricultores sobre o solo são excelentes pontos de discussão para aproximá-los dos técnicos e extensionistas.

O caráter integrador do método agroecológico possibilitou também uma execução rápida no campo, pois agricultores e técnicos interagiram nas avaliações empíricas (ALTIERI, 2002; ALTIERI; NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2003). Os parâmetros para mensuração dos indicadores de qualidade, em notas numa escala de 0 a 10, também se mostraram eficientes para caracterização dos pontos amostrais (subparcelas dos usos da terra), pois são de fácil assimilação pelos agricultores.

As duas primeiras fases do trabalho permitiram aos agricultores realizarem medidas de qualidade de uma maneira relativa, por meio de comparação, entre agroecossistemas que estão submetidos a diferentes práticas de manejo como cacaua no sistema cabruca e áreas de mandiocultura, cafeicultura e pastagem.

Com a execução desse projeto, ficou nítida a necessidade de promoção de um espaço nas instituições de pesquisa/extensão que subsidie a integração das avaliações dos indicadores de qualidade do solo tanto pelas avaliações técnicas quanto pelas avaliações empíricas que valorizam o olhar do agricultor sobre sua terra. Para os agricultores é difícil aceitar as informações técnicas como elementos determinantes da qualidade das suas terras, porque muitas vezes essas informações não estão contextualizadas do ponto de vista prático, pois os mesmos não desenvolveram a percepção do que elas significam no campo.

Verificou-se que o diagnóstico analítico científico, por mais que seja consolidado no âmbito acadêmico, acaba encontrando no “campo” a barreira da descredibilidade por parte dos produtores rurais, especialmente quando as informações são passadas ignorando saberes e cultura locais. Neste estudo, os agricultores deixaram de ser os atores passivos do processo, passando a atuar como diagnosticadores dos problemas da sua propriedade, avaliando e experimentando um olhar mais crítico sobre o solo, e o diálogo com os atores técnicos passou a ser incorporado ao seu cotidiano. Ao mesmo tempo, os atores técnicos se viram “convidados” a entender a importância da experiência dos agricultores ao diagnosticarem os atributos/indicadores de qualidade do solo e a participar também das tomadas de decisão para contornar/solucionar os problemas encontrados ali.

A partir das atividades de avaliação do solo no aspecto integral de sua qualidade e sustentabilidade, e integradoras de pesquisadores e agricultores na busca de soluções para os problemas da degradação do sistema edáfico, foi possível verificar que, os agricultores, por um lado, tornam-se mais atentos ao solo. Eles passaram a preocupar-se e a entender o caráter da conservação e da sustentabilidade que visam assegurar este recurso para as gerações futuras, não apenas como um fator para obtenção de produtividade agrícola, ao passo, que os pesquisadores e técnicos, passaram a vivenciar a aplicabilidade dos seus conhecimentos científicos e a obter resultados sem interferir na legitimidade da relação do homem com a terra.

3.2 Indicadores de qualidade do solo avaliados empiricamente em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL

As avaliações empíricas dos agricultores no campo para os indicadores de qualidade do solo e as notas correspondentes aos diferentes usos da terra, dos locais de estudo nos assentamentos APAUT e ASTRAL, são apresentadas na Tabela 3.1.

Pela avaliação empírica foi possível observar que o uso cacau em todos os locais estudados nos assentamentos APAUT e ASTRAL, obteve notas mais favoráveis em relação aos outros usos, mandioca, café e pasto (Tabela 3.1).

A avaliação empírica do indicador atividade microbiana demonstrou que os agricultores perceberam maior efervescência da solução de água oxigenada aplicada nas amostras de solo do uso cacau, ao passo que perceberam menor efervescência nas amostras correspondentes aos usos mandioca, café e pasto. Esse método objetivou estimar a respiração da microbiota do solo, por meio de via oxidativa e liberação de CO₂ na forma de efervescência. Os agricultores não tiveram dificuldade em atribuir notas às efervescências que visualizaram nas amostras de solo, e, também, demonstraram curiosidade ao imaginar que o solo tem vida.

Quando os agricultores avaliaram empiricamente o indicador “cobertura do solo” perceberam imediatamente as diferenças entre os usos da terra, pois alguns usos expõem mais o solo a agentes erosivos do que outros. As

Tabela 3.1 - Notas da avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo em Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos sob diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL

Assentamento	Local	Avaliação	Uso da Terra	Média das avaliações ($n=5$) ¹						
				Atividade Microbiana ²	Cobertura ³	Compactação ⁴	Erosão ⁵	Estrutura ⁶	Matéria Orgânica ⁷	Umidade ⁹
APAUT	1	Empírica	Cacau	7,02	9,70	4,32	1,28	7,62	7,76	5,70
			Mandioca	3,50	6,42	6,54	6,68	5,92	4,62	4,32
Ilhéus-BA	2	Empírica	Cacau	4,92	7,84	4,04	1,64	7,48	6,20	4,88
			Café	2,60	3,60	6,76	6,02	3,38	3,64	3,04
ASTRAL	1	Empírica	Cacau	4,84	9,34	4,86	1,58	5,56	4,74	6,42
			Pasto	2,02	3,06	8,42	5,30	2,78	3,72	1,68
Maraú-BA	2	Empírica	Cacau	4,94	8,50	4,54	1,02	7,78	7,18	8,20
			Mandioca	1,68	4,10	7,50	5,30	5,94	5,02	4,58

¹ A avaliação dos produtores estimada em uma escala com valores de 0 a 10; ² Atividade Microbiana = Evolução de dióxido de carbono ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ de solo); ³ Cobertura = mensuração da cobertura do solo (%); ⁴ Compactação = resistência à penetração (MPa) – o valor máximo equivale à resistência de 2 MPa; ⁵ Erosão = perda do Horizonte A (cm) – o valor máximo equivale ao horizonte não erodido; ⁶ Estrutura = Índice de Estabilidade de Agregados; ⁷ Matéria orgânica (avaliação sensorial, textura, odor, cor) = teor de MOS (g kg^{-1}); ⁸ Umidade = equivalente de umidade (g kg^{-1}).

melhores notas dessa avaliação empírica foram atribuídas ao uso cacau, ao passo que os outros usos, mandioca, café e pasto, nas parcelas contíguas estudadas, ficaram todos com notas inferiores (Tabela 3.1). Essa é uma avaliação direta que tem grande potencial para auxiliar nas discussões sobre a exposição do solo aos processos erosivos. A cobertura do solo fornece proteção ao mesmo contra os efeitos da erosão hídrica, e o agroecossistema cacauzeiro tem uma deposição elevada de resíduos vegetais sobre o solo conhecida como “bate-folha”, que minimiza as perdas de solo (INÁCIO et al., 2004).

No cultivo de mandioca, devido ao baixo índice de área foliar das plantas, o solo fica desprotegido durante o primeiro ciclo vegetativo, e, conseqüentemente, favorece os fatores que levam à sua degradação, por isso é importante tentar consorciar a mandioca com outras culturas para manter o solo coberto (SILVA JÚNIOR et al., 2005). A parcela com o uso café na APAUT (Tabela 3.1) encontra-se em um manejo inadequado, com o solo muito exposto e isso acentua os efeitos da erosão. Entretanto, é possível estabelecer um manejo conservacionista de cafezais que promova menores perdas de solo e nutrientes via erosão, pela manutenção da cobertura vegetal, como afirmam Thomazini, Azevedo e Mendonça (2012). Essa avaliação não apenas permitiu que os agricultores percebessem as diferenças entre solos cobertos e não cobertos, seja pela própria vegetação ou resíduos orgânicos, mas trouxe questionamentos e comparações relacionadas às funções e benefícios da cobertura sobre o solo.

Com o uso do arame de 30 cm (nº 14), os agricultores avaliaram o indicador compactação atribuindo as maiores notas às parcelas mais compactadas. As parcelas mais compactadas corresponderam aos usos mandioca, café e pasto (Tabela 3.1). Com essa avaliação empírica percebeu-se que o uso cacau, pela sua composição arbórea, deposição de resíduos que cobrem o solo e conseqüente proteção do horizonte superficial, tem um solo que apresenta menos impedimento para a penetração das raízes e, portanto, tem maior qualidade (Tabela 3.1). Nos usos mandioca, café e pasto, o horizonte superficial do solo é negativamente afetado quando não há planejamento e manejo correto das culturas, e suas propriedades físicas

decaem em qualidade, como no exemplo clássico das pastagens degradadas. Ressalta-se que essa avaliação objetivou o diagnóstico preventivo da degradação do horizonte superficial do solo, e por isso deve ser utilizada conjuntamente às outras avaliações de indicadores, como um dos instrumentos que podem auxiliar no diagnóstico de problemas relacionados à conservação do solo.

A avaliação empírica do indicador erosão, com a abertura de microtrincheiras e observação da área, conferiu os melhores resultados para o uso cacau em contraste com os outros usos mandioca, café e pasto (Tabela 3.1). Como já discutido para os indicadores cobertura e compactação, a exposição do horizonte superficial do solo à ação climática e/ou antrópica acarreta perdas de solo pelos processos erosivos. Estudos indicam que agroecossistemas como cafezais e mandiocais em cultivo convencional e pastagens degradadas são mais suscetíveis aos efeitos da erosão hídrica, onde são verificadas maiores perdas de solo (THOMAZINI; AZEVEDO; MENDONÇA, 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2005; ARAUJO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2002; INÁCIO et al., 2004; SILVA JÚNIOR et al., 2005). O agroecossistema cacauzeiro no sistema Cacau-Cabruca é privilegiado por ter um estrato arbóreo semelhante aos ecossistemas florestais nativos e, em comparação a outros usos da terra apresenta muitas características positivas do ponto de vista da conservação do solo (INÁCIO et al., 2004; GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES; NAIR, 2011). Um dos fatos marcantes dessa avaliação foi a percepção dos agricultores com relação às diferenças de espessura e coloração dos horizontes superficiais em cada parcela estudada, e a conseqüente conscientização sobre como uma mudança de uso da terra ou manejo inadequado do solo podem provocar perdas de solo.

Na avaliação do indicador estrutura pelo método empírico os agricultores puderam diferenciar os usos da terra, conferindo as melhores notas para o uso cacau, quando comparado com os usos mandioca, café, pasto (Tabela 3.1). A percepção visual da agregação do solo pode parecer fácil, mas requer a habilidade de interpretar vários fenômenos ao mesmo tempo, como a infiltração e retenção de água, a mudança na cor da água percolada e a própria velocidade de infiltração, contando ainda com a influência dos teores de

matéria orgânica do solo e da quantidade de argila (SILVA; MENDONÇA, 2007; FERREIRA, 2010; REICHERT et al., 2010). É um indicador que precisa de maior experimentação empírica, pois a nota reflete um grande conjunto de fenômenos físicos observáveis. Entretanto, a avaliação desse indicador empírico, para mensurar o fenômeno da agregação do solo, possibilita inúmeras discussões entre técnicos e agricultores, um verdadeiro espaço de interação para explorar a temática da conservação do solo.

Ao avaliarem no campo o indicador matéria orgânica os agricultores puderam explorar suas habilidades organolépticas e, em muitos casos, pela primeira vez passaram a significar a cor, o odor e a textura do solo de modo a correlacioná-los com a qualidade do solo. Semelhantemente ao indicador empírico estrutura, a nota da avaliação da matéria orgânica reflete um grande número de fenômenos químicos e físicos, e talvez, por isso não seja tão bem correlacionada ao método técnico-científico pela via oxidativa do carbono. Os agricultores avaliaram os diferentes usos da terra e atribuíram as melhores notas para o uso cacau, em comparação aos outros usos mandioca, café e pasto (Tabela 3.1). Nesse contexto, os usos da terra que não expõem o solo à degradação natural e/ou antrópica possuem características químicas e físicas mais estáveis, e especialmente aqueles cuja deposição e incorporação de resíduos orgânicos são intensas, pois sofrem alterações menores na cor, no odor e a consistência do solo. A avaliação empírica do indicador matéria orgânica promoveu o contato mais estreito e minucioso dos agricultores com as características sensoriais do solo, experiência esta que muitas vezes também não é transmitida pelos técnicos.

A umidade do solo está relacionada com a sua capacidade de retenção de água (LIBARDI, 2010). Sendo um atributo diretamente ligado à produtividade agrícola (TIMM et al., 2006), a avaliação da umidade do solo é um passo fundamental para conscientizar os agricultores da importância da conservação do solo e da água nas suas propriedades. Os agricultores avaliaram empiricamente o indicador de qualidade do solo umidade e atribuíram as mais elevadas notas ao uso da terra cacau, em contraste aos outros usos estudados mandioca, café e pasto (Tabela 3.1). É um método que requer muita atenção, tanto por parte dos técnicos quanto pela participação

direta dos agricultores. Entretanto, a avaliação empírica do indicador umidade também promove uma excelente oportunidade para um debate sobre a conservação e a qualidade do solo e da água, estimulando nos agricultores um olhar mais crítico sobre suas terras cultivadas.

3.3 Indicadores de qualidade do solo avaliados tecnicamente em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL

A avaliação técnica laboratorial dos indicadores de qualidade do solo nos assentamentos APAUT e ASTRAL geraram as informações apresentadas na Tabela 3.2 com valores médios para cada atributo do solo avaliado.

Tabela 3.2 - Valores médios (n=5) da avaliação técnica de indicadores de qualidade de Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos sob diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL

Comunidade	Local	Uso da Terra	MO ³	CS ⁴	Eros ⁵	EU ⁶	AM ⁷	RP ⁸	IEA ⁹
			g kg ⁻¹	%	cm	g kg ⁻¹	CO ₂ mg kg ⁻¹	MPa	%
APAUT ¹	1	Cacau	45	9,70	12	264	17,4	1,40	98
		Mandioca	38	4,80	12	273	24,5	1,61	86
	2	Cacau	56	9,00	21	397	17,5	1,29	89
		Café	30	1,40	13	222	23,6	1,60	94
ASTRAL ²	1	Cacau	47	9,80	23	226	17,4	1,79	90
		Pasto	25	6,60	19	170	16,6	2,04	86
	2	Cacau	37	9,80	24	263	14,9	1,58	92
		Mandioca	45	1,40	19	274	10,8	1,73	91

¹ APAUT: Associação dos Produtores Agrícolas União e Trabalho (Ilhéus, Bahia); ² ASTRAL: Associação dos Trabalhadores do Assentamento Liberdade (Maraú, Bahia); ³ MO: matéria orgânica do solo; ⁴ CS: cobertura do solo; ⁵ Eros: Erosão (espessura do Horizonte A); ⁶ EU: equivalente de umidade; ⁷ AM: atividade microbiana (evolução de CO₂); ⁸ RP: resistência à penetração; ⁹ IEA: índice de estabilidade de agregados.

A fim de proceder as análises estatísticas e facilitar a interpretação dos indicadores comparando-os à avaliação empírica, os valores obtidos pela avaliação técnica nas cinco subparcelas (repetições) de cada parcela (uso da terra) nos locais 1 e 2 dos dois assentamentos, APAUT e ASTRAL, foram padronizados para uma escala de valores de 0 a 10 (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Notas da avaliação técnica dos indicadores de qualidade do solo em Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos sob diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL

Assentamento	Local	Avaliação	Uso da Terra	Atividade Microbiana ²	Cobertura ³	Compactação ⁴	Erosão ⁵	Estrutura ⁶	Matéria Orgânica ⁷	Umidade ⁸
				Média dos dados padronizados de solo (n=5) ¹						
APAUT	1	Técnica	Cultivo de Cacau	5,79	9,70	6,98	7,00	9,80	6,94	5,28
			Cultivo de Mandioca	8,15	4,80	8,04	7,00	8,29	5,86	5,45
Ilhéus-BA	2	Técnica	Cultivo de Cacau	5,85	9,00	6,02	4,75	9,27	8,67	7,93
			Cultivo de Café	7,87	1,40	8,43	6,25	9,39	4,66	4,43
ASTRAL	1	Técnica	Cultivo de Cacau	5,79	9,80	7,23	4,25	9,04	7,16	4,51
			Pasto	5,54	6,60	8,23	5,15	8,57	3,78	3,41
Maraú-BA	2	Técnica	Cultivo de Cacau	4,98	9,80	6,38	4,10	9,21	5,69	5,26
			Cultivo de Mandioca	3,61	1,40	6,96	5,15	9,15	6,96	5,47

¹ A avaliação dos produtores estimada em uma escala com valores de 0 a 10; ² Atividade Microbiana = Evolução de dióxido de carbono ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ de solo); ³ Cobertura = mensuração da cobertura do solo (%); ⁴ Compactação = resistência à penetração (MPa) – o valor máximo equivale à resistência de 2 MPa; ⁵ Erosão = perda do Horizonte A (cm) – o valor máximo equivale ao horizonte não erodido; ⁶ Estrutura = Índice de Estabilidade de Agregados; ⁷ Matéria orgânica (avaliação sensorial, textura, odor, cor) = teor de MOS (g kg^{-1}); ⁸ Umidade = equivalente de umidade (g kg^{-1}).

A avaliação técnica do indicador atividade microbiana indicou no assentamento APAUT o uso mandioca do local 1 e o uso café do local 2 como ambientes com maior atividade microbiana do que o uso cacau (locais 1 e 2) (Tabela 3.3). No entanto, no assentamento ASTRAL o uso cacau (locais 1 e 2) apresentou notas mais elevadas em relação ao pasto e ao cultivo de mandioca. A avaliação da atividade de microrganismos permite detectar mudanças no solo, uma vez que eles respondem rapidamente a decréscimos ou incrementos na quantidade total de matéria orgânica no solo (BARETTA et al., 2005; POWLSON et al., 1987). Contudo, a atividade microbiana depende não apenas do incremento de matéria orgânica no agroecossistema, mas da qualidade dessa matéria orgânica que por sua vez afeta a comunidade de microrganismos no solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; ANGELINI et al., 2011; SILVA et al., 2004). Os resíduos orgânicos expostos sobre o solo à ação climática (calor, umidade, etc.) estão mais suscetíveis aos processos como decomposição biológica e mineralização (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; SILVA; MENDONÇA, 2007; DICK et al., 2009).

Em clima tropical úmido a comunidade microbiana do solo é favorecida pela intensidade pluviométrica e elevada temperatura (SILVA; MENDONÇA, 2007; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Mercante et al. (2008) estudaram sistemas de cultivo de mandioca e mata nativa e verificaram que a matéria orgânica influencia a microbiota do solo, pois é fonte de energia para o metabolismo. Entretanto, estes autores não encontram diferença significativa entre as médias de atividade microbiana e quocientes metabólicos e microbianos para os diferentes sistemas de manejo do solo com mandioca e vegetação nativa. Por outro lado Glaeser et al. (2010) verificaram que a atividade microbiana em um sistema de café orgânico adensado foi superior a outros sistemas de cultivo de café, inclusive superior a da mata nativa. Estes autores concluíram que a introdução de compostos orgânicos externos ao sistema cafeeiro pode favorecer o incremento no teor de carbono da biomassa microbiana do solo e a diversificação de culturas, como no sistema de consórcio café x banana x acácia favoreceu o desenvolvimento da comunidade microbiana do solo. As notas baixas de atividade microbiana para o uso cultivo do cacau em relação aos outros usos (APAUT, locais 1 e 2) podem, em

princípio, reduzir a qualidade desse solo, contudo é preciso inferir que na análise da diversidade microbiológica não é quantificado pelo método da evolução de CO₂ e que sistemas mais conservacionistas possuem microbiotas mais ricas, o que é mais importante que a quantidade de CO₂ evoluído (MERCANTE et al., 2008; GLAESER et al., 2010).

A avaliação técnica do indicador cobertura destacou nitidamente o uso cacau com as notas mais elevadas (Tabela 3.3). Ressalta-se que os solos cultivados com cacau apresentam uma serapilheira ou manta orgânica característica conhecida como “cobertura bate-folha” que se assemelha a deposição de resíduos vegetais de um ecossistema natural (INÁCIO et al., 2004; GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES; NAIR, 2011). No cultivo convencional da mandioca, devido ao baixo índice de área foliar das plantas, o solo fica praticamente descoberto, bem como alguns sistemas cafeeiros convencionais não possuem cobertura vegetal em suas entrelinhas (SILVA JÚNIOR et al., 2005; THOMAZINI; AZEVEDO; MENDONÇA, 2012). Também pastagens degradadas apresentam áreas de solo descoberto (MORAES, 2002).

A avaliação técnica do indicador de qualidade do solo compactação apontou o uso cacau com as menores notas, ou seja, os solos das parcelas estudadas apresentam-se menos compactados do que nas parcelas dos usos mandioca, café e pasto (Tabela 3.3). A compactação do solo é verificada pelo aumento da densidade do solo devido ao rearranjo das suas partículas minerais, especialmente ligado às forças que atuam sobre o solo devido às práticas de manejo e tráfego de pessoas e animais (REICHART et al., 2010). Os usos avaliados neste estudo são de comunidades rurais que não empregam práticas intensivas da agricultura convencional onde são esperadas alterações mínimas na densidade do solo. As notas para a avaliação técnica para os usos mandioca (local 1, APAUT), café (local 2, APAUT) e pasto (local 1, ASTRAL) indicam que os solos podem atingir uma compactação prejudicial à penetração e desenvolvimento das raízes.

A avaliação técnica do indicador erosão foi idêntica para os usos cacau e mandioca do local 1 no assentamento APAUT (Tabela 3.3), isso pode ser explicado pelo estabelecimento recente da mandiocultura, que ainda não

apresentou efeitos negativos sobre o horizonte superficial. Nos demais locais 2 (APAUT), 1 e 2 (ASTRAL), o uso da terra cacau apresentou menores notas do indicador erosão em relação ao usos café, pasto e mandioca (Tabela 3.3). Ao contrário do agroecossistema cacauero os cultivos que expõem mais o solo, sem cobertura, como cafezais e mandiocais em cultivo convencional e pastagens degradadas, estão mais suscetíveis aos efeitos da erosão, especialmente a erosão hídrica, onde são verificadas maiores perdas de solo e consequente diminuição dos horizontes superficiais (THOMAZINI; AZEVEDO; MEDONÇA, 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2005; ARAUJO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2002; INÁCIO et al., 2004; SILVA JÚNIOR et al., 2005).

A avaliação técnica do indicador estrutura pelo índice de estabilidade de agregados apresentou notas muito próximas entre os usos da terra estudados (Tabela 3.3). O uso cacau, nos locais 1 da APAUT e 1, 2 na ASTRAL, teve notas maiores do que os usos mandioca e pasto, a exceção foi o uso cacau no local 2 da APAUT, que apresentou uma nota inferior ao uso café do mesmo local (Tabela 3.3). Os valores muito próximos das notas para avaliação técnica do indicador estrutura indicam que as mudanças de uso da terra não foram, até o momento, tão intensas para a agregação do solo como se observaria em sistemas de manejo onde práticas constantes de revolvimento mecânico do solo romperiam e pulverizariam esses agregados (SILVA JÚNIOR et al., 2005; FERREIRA, 2010).

Na avaliação técnica do indicador matéria orgânica todos os usos cacau dos locais da APAUT e ASTRAL apresentaram notas maiores do que os demais usos, com exceção do uso da terra cacau no local 2 da ASTRAL, que apresentou uma nota inferior à do uso mandioca do mesmo local (Tabela 3.3). A nota do uso mandioca superior ao uso cacau no local 2 da ASTRAL, pode ser atribuída ao tempo de estabelecimento da cultura que tem cerca de 5 anos, porém o uso anterior dessa área foi pasto. As melhores notas dos teores de matéria orgânica nos solos sob o uso cacau em relação aos usos café, pasto e mandioca (local 2 – ASTRAL) podem estar relacionada à grande deposição de resíduos orgânicos (serapilheira), à grande quantidade de raízes e hifas fúngicas em ambiente semelhante ao nativo, sobretudo em áreas de Cacau-Cabruca (Tabela 3.3).

O indicador umidade do solo, na avaliação técnica, apresentou notas muito próximas entre os diferentes usos da terra (Tabela 3.3). O equivalente de umidade é a umidade atual do solo, teoricamente a capacidade de campo, quando toda a água foi drenada. A umidade do solo está relacionada com atributos bastante estáveis do solo como a textura, e a outros bem suscetíveis às mudanças climáticas e de manejo como a matéria orgânica do solo (DORAN; PARKIN, 1994; FERREIRA, 2010; LIBARDI, 2010; SILVA; MENDONÇA, 2007). Com exceção dos usos cacau e mandioca no local 1 da APAUT, todos os demais usos se equiparam à avaliação técnica do indicador matéria orgânica (Tabela 3.3). É importante considerar que a camada de coleta de solo de 0 a 20 cm se encontra nos limites dos horizontes superficiais O/A, cuja correlação entre matéria orgânica e textura argilosa não segue os mesmos padrões para horizontes subsuperficiais. Ou seja, a profundidade de amostragem desse trabalho ainda está em condições texturais mais arenosas, conseqüentemente a retenção de água nessa camada está muito mais associada à matéria orgânica do que aos teores de argila (OLIVEIRA, 2008; SILVA; MENDONÇA, 2007).

3.4 Comparações entre as avaliações técnicas e empíricas dos indicadores de qualidade do solo em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL

Pelo teste de Wilcoxon (WILCOXON, 1945; SIEGEL, 1956; KRUSKAL, 1957; LEHMANN, 1976) foi possível comparar, nos assentamentos APAUT e ASTRAL, as notas dos indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica em relação às notas da avaliação empírica (Tabelas 4.4 e 4.5). As comparações entre essas avaliações foram realizadas para verificar diferenças estatísticas entre os métodos empregados para cada indicador de qualidade do solo. É importante informar que o teste de Wilcoxon não é uma aproximação não paramétrica do teste *t* de Student, porém não reflete diferenças entre médias, mas entre o conjunto de postos em relação à mediana. Também foi verificado o grau de associação entre os dados gerais das avaliações empíricas e técnica pelo coeficiente de correlação de Spearman (LEHMANN, 1976).

Deve-se destacar que a escala utilizada para a atribuição das notas na avaliação empírica, com valores de 0 a 10, está sujeita à interpretação pessoal dos agricultores no campo, que por sua vez, podem atribuir notas com valores maiores ou menores do que os levantados pela avaliação técnica. Essas observações em ambas as avaliações não foram realizadas em condições “controladas” e, portanto, as variáveis não seguem os pressupostos de normalidade, por isso o emprego de técnicas não paramétricas (WILCOXON, 1945; SIEGEL, 1956; KRUSKAL, 1957; LEHMANN, 1976). Entretanto, ainda que os métodos empíricos e técnicos apresentem diferença significativa entre si, é importante observar se ambos foram capazes de conferir interpretação diferenciada para cada uso da terra estudado nos assentamentos APAUT e ASTRAL.

O indicador de qualidade do solo atividade microbiana apresentou diferença estatística significativa pelo teste de Wilcoxon no pareamento entre a avaliação técnica e a avaliação empírica nos usos da terra mandioca e café da APAUT (Tabela 3.4), e pasto e mandioca da ASTRAL (Tabela 3.5), apenas os usos cacau, em todos os assentamentos, não apresentaram essa diferença significativa (Tabelas 3.4 e 3.5). As subparcelas (repetições) avaliadas nas parcelas correspondentes aos usos mandioca, café e pasto, nos dois assentamentos (Tabelas 3.4 e 3.5), são mais heterogêneas do que as subparcelas avaliadas nas parcelas do uso cacau, isso pode ter favorecido o distanciamento entre as notas da avaliação técnica e da avaliação empírica. Para o indicador de qualidade do solo atividade microbiana, o método técnico-científico proposto por Silva, Azevedo e De-Polli (2007) não apresentou uma boa associação com o método empírico proposto por Gama-Rodrigues (1997) e Sodr e et al. (2000), como aponta a correla o negativa significativa pelo coeficiente de Spearman na APAUT e a baixa correla o não significativa na ASTRAL (Tabela 3.6). No futuro será importante avaliar outros métodos, tanto empíricos quanto técnicos para esse indicador atividade microbiana, com a finalidade de se obter uma aproxima o mais coerente entre ambos.

Com exce o do uso da terra pasto da ASTRAL, não houve diferença significativa entre o pareamento das avalia es técnica e empírica pelo teste de Wilcoxon para o indicador de qualidade do solo cobertura nos usos da terra

Tabela 3.4 - Teste de Wilcoxon para comparar as avaliações técnica e empírica de indicadores de qualidade do solo, em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob diferentes usos da terra no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia

Local	Uso da Terra	Avaliação	Atividade Microbiana ¹	Cobertura ¹	Compactação ¹	Erosão ¹	Estrutura ¹	Matéria Orgânica ¹	Umidade ¹
1	Cacau	Técnica	5,79	9,70	6,98	7,00	9,80	6,94	5,28
		Empírica	7,02	9,70	4,32	1,28	7,62	7,76	5,70
		Z ²	-1,78 ^a	0,00 ^b	-2,20 ^c	-2,20 ^c	-2,20 ^c	-0,73 ^a	-0,73 ^a
		p ³	0,07	1,00	0,03	0,03	0,03	0,46	0,46
	Mandioca	Técnica	8,15	4,80	8,04	7,00	8,29	5,86	5,45
		Empírica	3,50	6,42	6,54	6,68	5,92	4,62	4,32
		Z ²	-2,20 ^c	-1,57 ^c	-1,26 ^c	-2,20 ^c	-2,20 ^c	-2,00 ^c	-2,20 ^c
		p ³	0,03	0,12	0,21	0,03	0,03	0,06	0,03
2	Cacau	Técnica	5,85	9,00	6,02	4,75	9,27	8,67	7,93
		Empírica	4,92	7,84	4,04	1,64	7,48	6,20	4,88
		Z ²	-1,21 ^c	-1,48 ^c	-2,02 ^c	-2,02 ^c	-2,02 ^c	-1,63 ^c	-2,02 ^c
		p ³	0,22	0,14	0,04	0,04	0,04	0,10	0,04
	Café	Técnica	1,40	8,43	6,25	9,39	4,66	4,43	7,87
		Empírica	3,60	6,76	6,02	3,38	3,64	3,04	2,60
		Z ²	-2,02 ^c	-1,48 ^a	-0,41 ^c	-2,02 ^c	-1,48 ^c	-1,75 ^c	-2,02 ^c
		p ³	0,04	0,14	0,69	0,04	0,14	0,08	0,04

(¹) Médias das notas das avaliações técnica e empírica; (²) Estatística do Teste de Wilcoxon; (³) Significância assintótica a 5% de erro; (^a) Com base em postos positivos; (^b) A soma de postos negativos é igual à soma de postos positivos; (^c) Com base em postos negativos.

Tabela 3.5 - Teste de Wilcoxon para comparar as avaliações técnica e empírica de indicadores de qualidade do solo, em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob diferentes usos da terra no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia

Local	Uso da Terra	Avaliação	Atividade Microbiana ¹	Cobertura ¹	Compactação ¹	Erosão ¹	Estrutura ¹	Matéria Orgânica ¹	Umidade ¹
1	Cacau	Técnica	5,79	9,80	7,23	4,25	9,04	7,16	4,51
		Empírica	4,84	9,34	4,86	1,58	5,56	4,74	6,42
		Z ²	-1,22 ^b	-1,10 ^b	-2,02 ^b	-2,02 ^b	-2,02 ^b	-1,75 ^b	-2,02 ^a
		p ³	0,22	0,27	0,04	0,04	0,04	0,08	0,04
	Pasto	Técnica	5,54	6,60	8,23	5,15	8,57	3,78	3,41
		Empírica	2,02	3,06	8,42	5,30	2,78	3,72	1,68
		Z ²	-2,02 ^b	-2,02 ^b	-0,14 ^a	-0,14 ^a	-2,02 ^b	-0,67 ^b	-2,02 ^b
		p ³	0,04	0,04	0,89	0,89	0,04	0,50	0,04
2	Cacau	Técnica	4,98	9,80	6,38	4,10	9,21	5,69	5,26
		Empírica	4,94	8,50	4,54	1,02	7,78	7,18	8,20
		Z ²	-0,14 ^a	-1,83 ^b	-1,21 ^b	-2,03 ^b	-2,02 ^b	-0,94 ^a	-2,02 ^a
		p ³	0,89	0,07	0,22	0,04	0,04	0,35	0,04
	Mandioca	Técnica	3,61	1,40	6,96	5,15	9,15	6,96	5,47
		Empírica	1,68	4,10	7,50	5,30	5,94	5,02	4,58
		Z ²	-2,02 ^b	-1,83 ^a	-0,81 ^a	-0,41 ^a	-2,02 ^b	-1,48 ^b	-1,21 ^b
		p ³	0,04	0,07	0,42	0,69	0,04	0,14	0,22

(¹) Médias das notas das avaliações técnica e empírica; (²) Estatística do Teste de Wilcoxon; (³) Significância assintótica a 5% de erro; (^a) Com base em postos positivos; (^b) Com base em postos negativos.

Tabela 3.6 - Matriz de correlações de Spearman entre a avaliação técnica e a avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo nos assentamentos APAUT e ASTRAL

Avaliação Técnica	APAUT – Ilhéus – BA						
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	-0,65**						
COBE		0,88**					
COMP			0,55*				
EROS				0,31			
ESTR					0,24		
MORG						0,45*	
UMID							0,16

Avaliação Técnica	ASTRAL – Maraú – BA						
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	0,40						
COBE		0,78**					
COMP			0,08				
EROS				0,65**			
ESTR					0,40		
MORG						0,04	
UMID							0,45*

¹ Atributo: AMIC - atividade microbiana; COBE - cobertura; COMP - compactação; EROS - erosão; ESTR - estrutura; MORG - matéria orgânica; PROF - profundidade; UMID – umidade; (*): significância a 5% de erro; (**): significância em 1% de erro.

estudados (Tabelas 3.4 e 3.5). A avaliação empírica do uso pasto sofre o efeito da interpretação pessoal dos agricultores se distanciando da avaliação técnica (Tabela 3.5). De modo geral, os métodos propostos por Gama-Rodrigues (1997) e Sodr e et al. (2000) são bem correlacionados entre si, como indicam os coeficientes positivos significativos de correla o de Spearman nos assentamentos APAUT e ASTRAL (Tabela 3.6).

O emparelhamento das avalia es técnica e empírica do indicador de qualidade do solo compacta o na APAUT diferiram significativamente pelo teste de Wilcoxon no uso cacau, ao passo que não diferiram nos usos mandioca e café (Tabela 3.4). A heterogeneidade das subparcelas (repeti es) pode estar associada às diferenças entre as notas atribuídas, porém, mesmo sendo as notas diferentes, elas discriminam do mesmo modo as parcelas (usos da terra) estudadas. Na ASTRAL, apenas houve diferença significativa entre as avalia es no uso cacau do local 1 (Tabela 3.5).   preciso ressaltar que o

método empírico empregado para a avaliação do indicador compactação (ALTIERI, 2002) é caracterizado pela interpretação pessoal dos agricultores, e, por isso, o método técnico do penetrômetro (STOLF; FERNANDES; FURLANI-NETO, 1983), por ser mais preciso, pode possivelmente não acompanhar tão bem as notas da avaliação empírica. Na APAUT o coeficiente de correlação de Spearman foi positivo e significativo indicando a associação entre os dois métodos, técnico e empírico (Tabela 3.6), porém, na ASTRAL, praticamente não houve correlação entre os métodos (Tabela 3.6).

O indicador de qualidade do solo erosão apresentou diferenças significativas entre o emparelhamento das avaliações técnica e empírica pelo teste de Wilcoxon em quase todos os usos da terra estudados nos assentamentos APAUT e ASTRAL, exceto para os usos pasto e mandioca da ASTRAL (Tabelas 3.4 e 3.5). A avaliação empírica do indicador erosão, proposta pelo método (USDA, 2001), também está sujeita à subjetividade da interpretação dos agricultores, ao passo que a avaliação técnica do mesmo indicador (LEPSCH, 1983) é objetiva e, por isso apresentou certa discrepância entre as notas atribuídas nos diferentes usos da terra. O coeficiente de correlação de Spearman para as avaliações técnica e empírica do indicador erosão foi baixo e não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro na APAUT (Tabela 3.6), porém, na ASTRAL, o coeficiente de correlação foi positivo e significativo, indicando que existe uma associação entre os dois métodos.

De modo semelhante ao indicador de qualidade do solo erosão, o pareamento das avaliações técnica e empírica para o indicador estrutura apresentou diferenças significativas pelo teste de Wilcoxon em quase todos os usos da terra estudados nos assentamento APAUT e ASTRAL, exceto para o uso café da APAUT (Tabelas 3.4 e 3.5). Também, para o indicador estrutura os coeficientes de correlação de Spearman para associar as avaliações técnica e empírica foram baixos e não significativos na APAUT e na ASTRAL (Tabela 3.6). Esse resultado sugere que os métodos propostos para as avaliações empírica e técnica do indicador estrutura (USDA, 2001; EMBRAPA, 2006; KEMPER; ROSENAU, 1986) precisam ser revisados ou substituídos para que haja um maior grau de associação entre eles.

Pelo teste de Wilcoxon foi possível verificar que o emparelhamento das notas das avaliações técnica e empírica para o indicador matéria orgânica em todos os usos da terra dos assentamentos APAUT e ASTRAL não diferiram entre si estatisticamente, indicando que os postos são muito próximos em relação à mediana (Tabela 3.4 e 3.5). Entretanto, apenas os métodos de avaliação técnica e empírica para o indicador de qualidade do solo matéria orgânica (EMBRAPA, 1997; USDA, 2001) na APAUT apresentaram um coeficiente de correlação de Spearman positivo e significativo, o que não foi verificado na ASTRAL (Tabela 3.6). Embora os postos de Wilcoxon não difiram significativamente entre si, o baixo grau de correlação entre as variáveis técnica e empírica na ASTRAL indicam que as mensurações para esse atributo são distintas entre si.

O indicador de qualidade do solo umidade apresentou diferenças significativas entre o emparelhamento das avaliações técnica e empírica pelo teste de Wilcoxon para todos os usos da terra estudados na APAUT e na ASTRAL, exceto os usos cacau no local 1 da APAUT (Tabela 3.4) e mandioca no local 2 da ASTRAL (Tabela 3.5). Também foi medido o grau de associação entre as avaliações empírica e técnica pelo coeficiente de correlação de Spearman que foi baixo e não significativo na APAUT e foi positivo e significativo na ASTRAL (Tabela 3.6). As metodologias propostas para avaliar tecnicamente e empiricamente o indicador umidade (EMBRAPA, 1997; USDA, 2001) precisam ser reavaliadas ou até mesmo substituídas para serem suficientemente adequadas na representação dos diferentes usos da terra estudados nos assentamentos APAUT e ASTRAL.

Diferentes grupos de agricultores avaliaram empiricamente os indicadores de qualidade no solo nos assentamentos APAUT e ASTRAL, isso implica que a percepção e interpretação dos atributos observáveis no solo têm uma variação implícita a subjetividade dos métodos. Devido às limitações operacionais do projeto, especialmente às relacionadas ao tempo e à disponibilidade dos assentados, os métodos empíricos e técnico-científico escolhidos foram executados apenas uma única vez, isto é, não foram escolhidos outros métodos para tentar uma maior aproximação entre as avaliações.

Pelo teste de Wilcoxon foram emparelhadas as notas das avaliações empírica e técnica para cada indicador de qualidade do solo para verificar se essas notas eram equivalentes, ou diferentes entre si. Porém, mesmo sendo notas com valores reais diferentes entre si, elas ainda podem apresentar um bom grau de associação entre elas. Métodos que apresentem maior grau de correlação entre si podem facilitar a comunicação entre técnicos e agricultores, pois asseguram que o diagnóstico empírico do agricultor é capaz de identificar e relacionar os problemas de manejo e conservação do solo tanto quanto o diagnóstico empregado pelos técnicos e extensionistas. Além disso, os métodos de avaliação empírica valorizam as habilidades dos agricultores no campo, e são flexíveis ao modo de vida deles, à visão de mundo e a visão sobre o que é e como se caracteriza o solo.

As diferenças significativas entre os indicadores da qualidade do solo avaliados empiricamente e tecnicamente não significam que os métodos empíricos não possam ser validados, apenas alertam para a importância de outros estudos e das práticas de experimentação no campo para que os agricultores desenvolvam sua percepção de modo que se tornem cada vez mais sensíveis e proativos para detecção dos problemas e suas respectivas soluções. Pelos resultados obtidos verifica-se uma ampla possibilidade de utilização das metodologias de avaliação de campo como meio para diagnóstico da qualidade do solo. Não de forma exclusiva, mas pelo caráter de promover o envolvimento dos agricultores em questões de cunho socioambiental como a qualidade do solo e sua conservação em quaisquer que sejam os usos estabelecidos.

3.5 Validação das avaliações empíricas pelas avaliações técnicas dos indicadores de qualidade do solo em diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL

As técnicas estatísticas não paramétricas utilizadas nesse estudo foram empregadas com a finalidade de validar os indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica pelas avaliações técnicas que representam atributos correspondentes do solo. Pelo teste não paramétrico de Wilcoxon foi possível verificar as diferenças significativas entre o emparelhamento das notas das

avaliações empíricas e técnicas para os indicadores de qualidade do solo nos diferentes usos da terra estudados nos assentamentos APAUT e ASTRAL (Tabela 3.4 e 3.5). Pelo coeficiente de correlação de Spearman foi possível verificar o grau de associação entre os conjuntos gerais de dados das avaliações empíricas e técnicas para cada indicador de qualidade do solo dos assentamentos APAUT e ASTRAL (Tabela 3.6). Nesse estudo também se optou pela verificação gráfica das distâncias representadas pela média das notas de ambas as avaliações, empírica e técnica, cujos vértices e linhas estão caracterizados nos polígonos dos gráficos radiais a seguir das Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

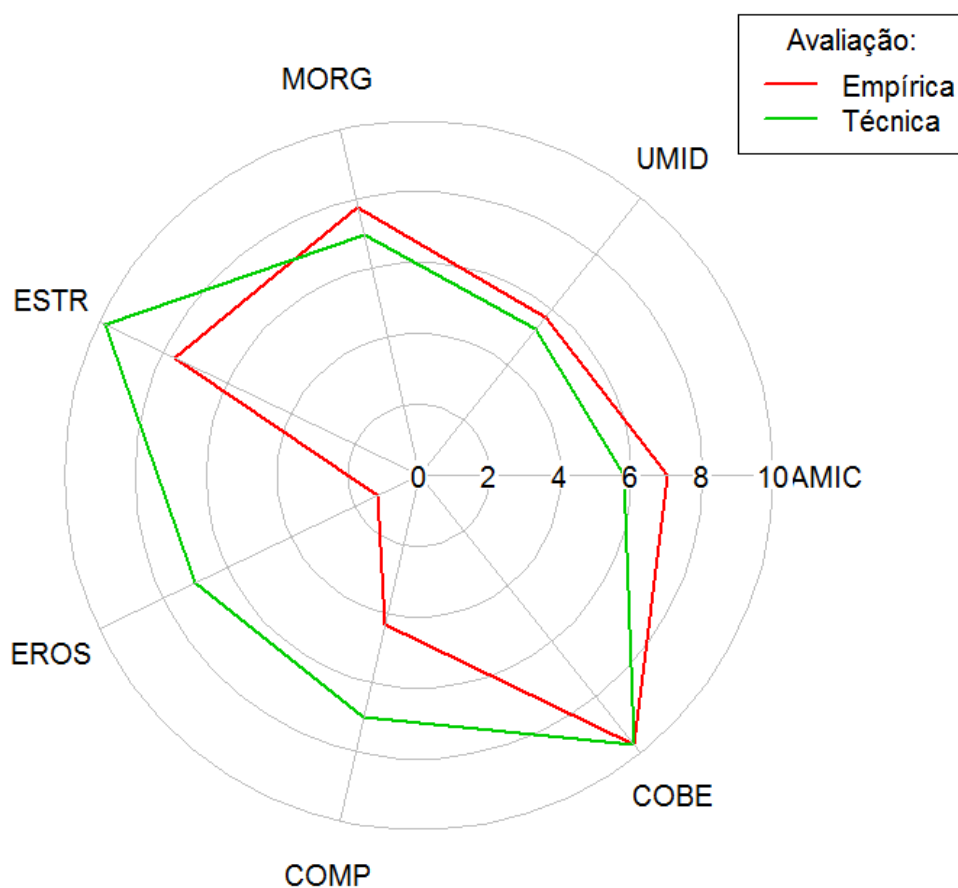


Figura 1 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnica dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.

No gráfico radial (Figura 1) para o uso da terra cacau (Local 1) do assentamento APAUT, verifica-se que, embora as avaliações apresentem médias com valores reais diferentes, existe uma proximidade entre as médias das avaliações empíricas e técnicas dos indicadores de qualidade do solo cobertura, atividade microbiana, umidade e matéria orgânica. As médias dos indicadores erosão, compactação e estrutura foram os que mais se distanciaram entre as avaliações empírica e técnica.

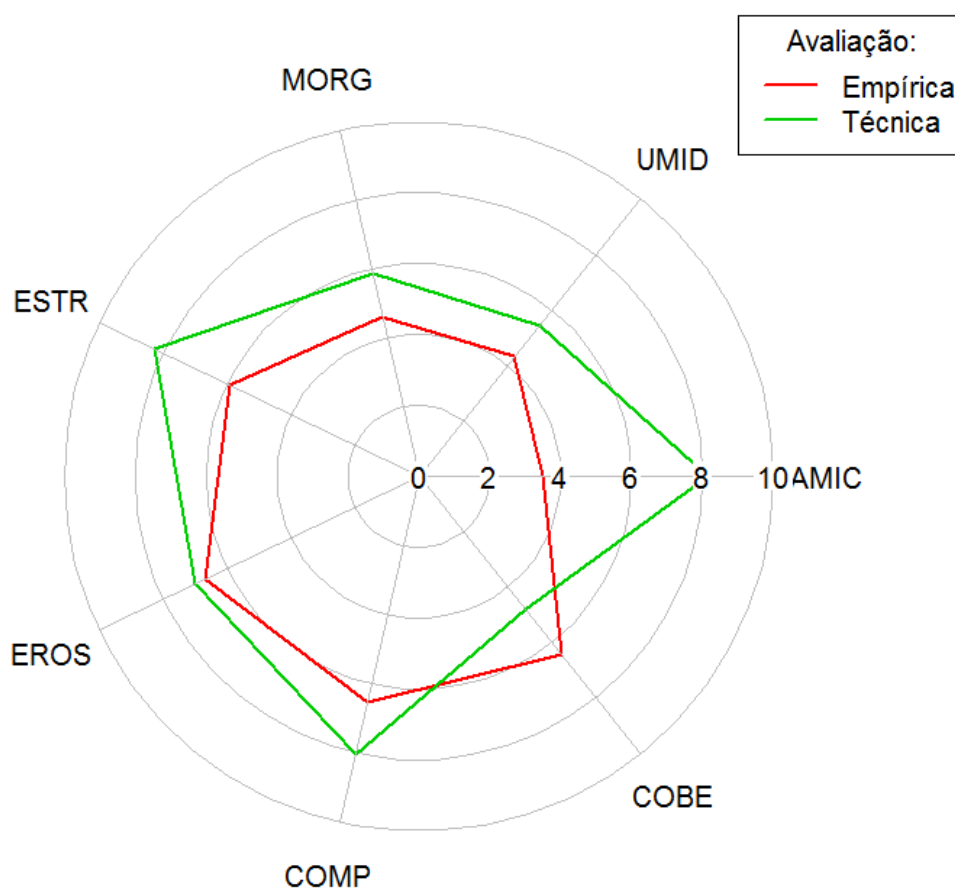


Figura 2 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra mandioca (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.

No gráfico radial (Figura 2) para o uso da terra mandioca (Local 1) do assentamento APAUT, verifica-se que as médias da avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo apresentam a mesma tendência das médias

da avaliação técnica, excetuando-se o indicador atividade microbiana cujas médias de ambas avaliações se distanciam muito entre si.

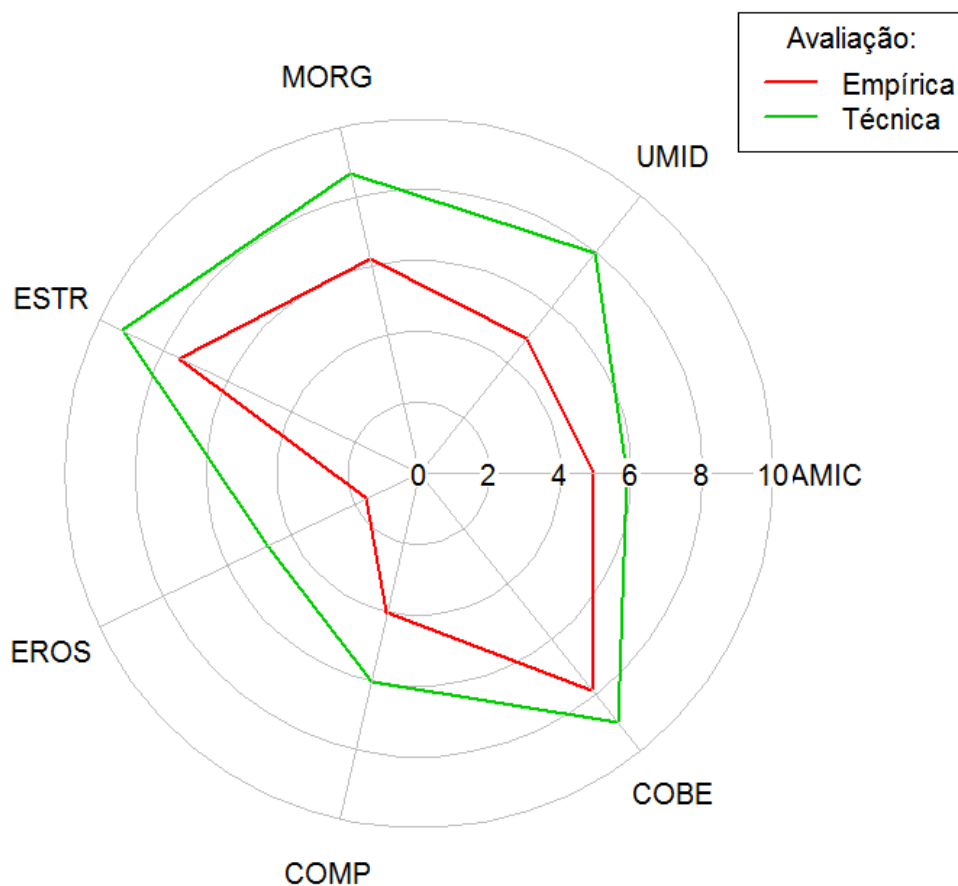


Figura 3 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.

No gráfico radial (Figura 3) para o uso da terra cacau (Local 2) do assentamento APAUT, as médias da avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo apresentam valores reais menores do que as médias da avaliação técnica, entretanto, as duas possuem uma mesma tendência nas linhas que formam os polígonos. Apenas o indicador erosão apresentou uma distância destoando das demais em relação às médias das avaliações empírica e técnica. Percebe-se que os indicadores cobertura, atividade microbiana e

estrutura exibiram as médias mais próximas entre as avaliações empírica e técnica.

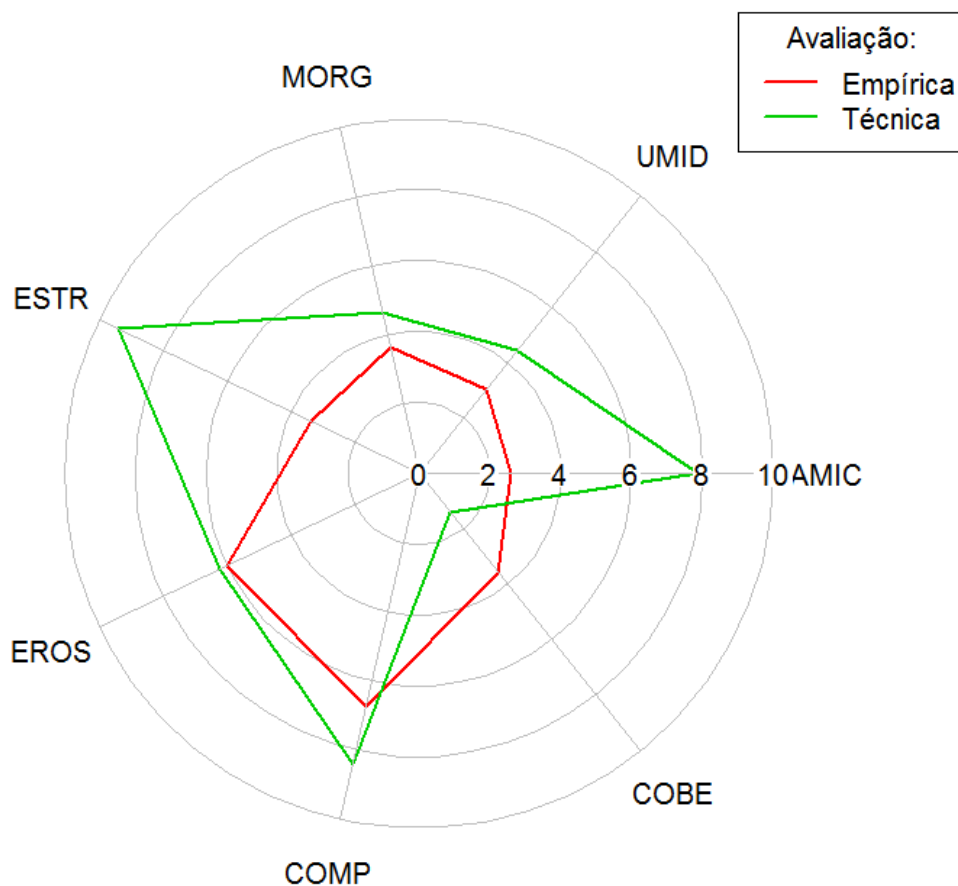


Figura 4 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra café (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.

No gráfico radial (Figura 4) para o uso da terra café (Local 2) do assentamento APAUT, é perceptível que as médias dos indicadores de qualidade do solo cobertura, atividade microbiana e estrutura divergiram muito em relação às respectivas avaliações empírica e técnica. Porém, os indicadores erosão, matéria orgânica, umidade e compactação exibiram as médias da avaliação empírica com valores reais próximos aos das médias da avaliação técnica.

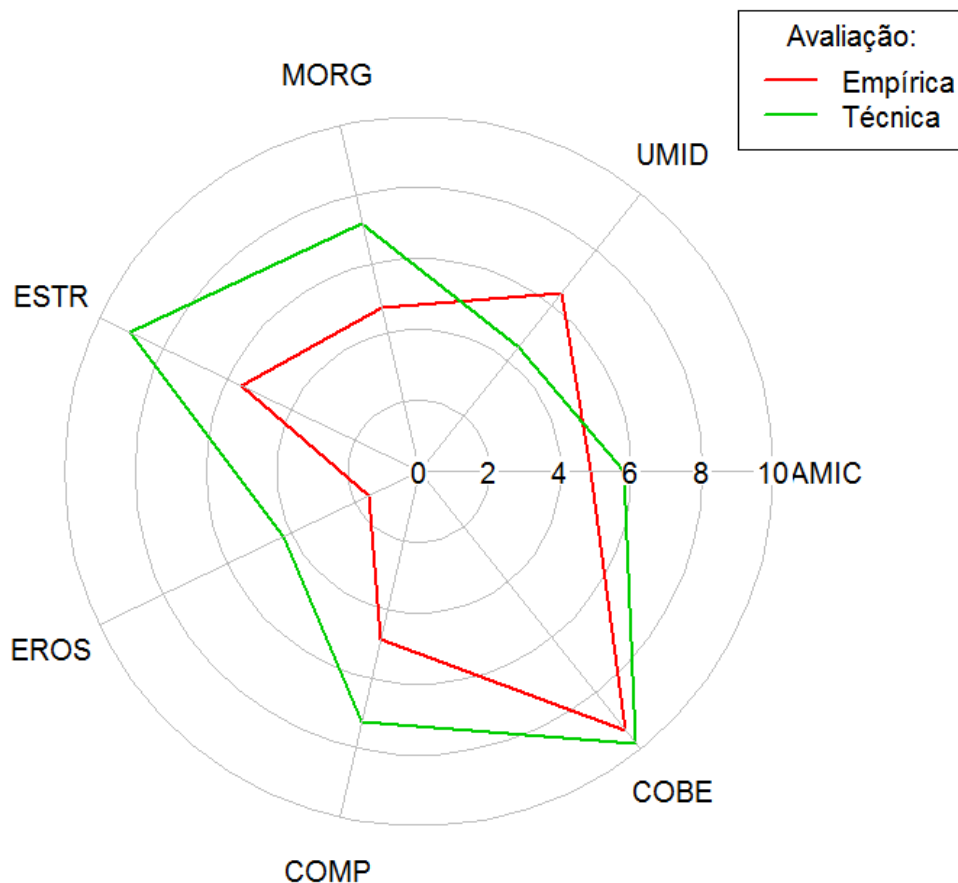


Figura 5 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.

No gráfico radial (Figura 5) para o uso da terra cacau (Local 1) do assentamento ASTRAL, verifica-se que as médias dos indicadores de qualidade do solo cobertura, atividade microbiana e estrutura divergiram muito em relação às respectivas avaliações empírica e técnica. Porém, os indicadores erosão, matéria orgânica, umidade e compactação exibiram as médias da avaliação empírica com valores reais próximos aos das médias da avaliação técnica.

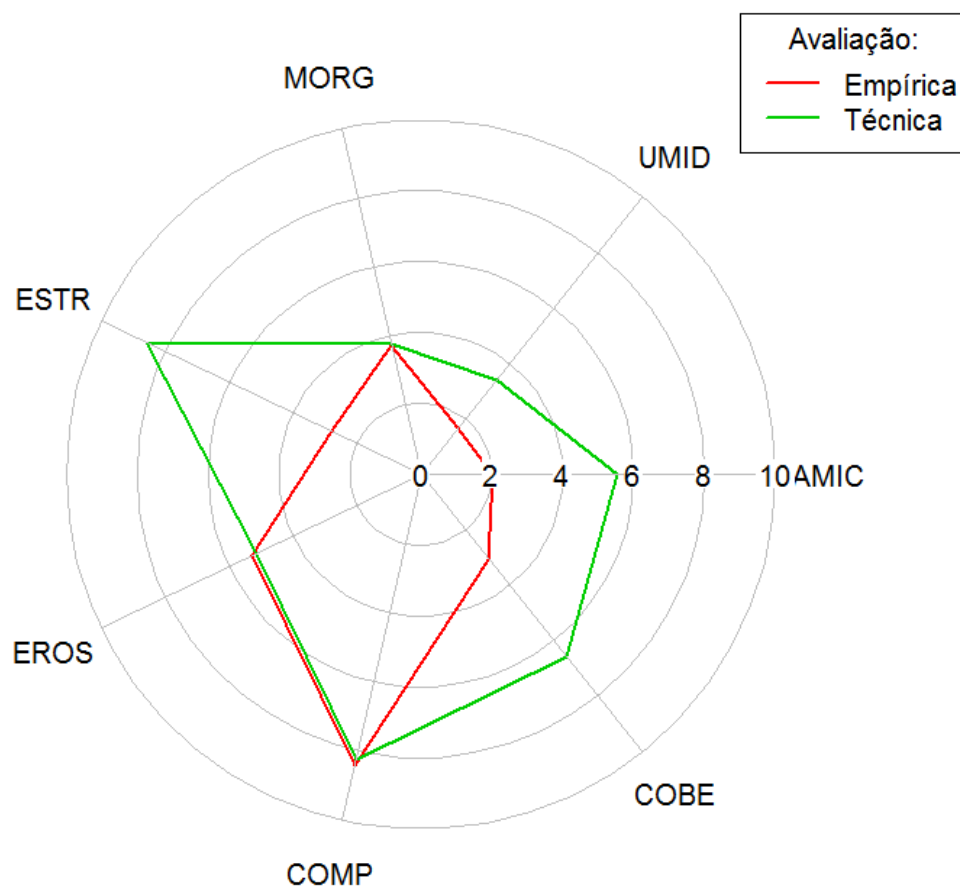


Figura 6 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra pasto (Local 1) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.

No gráfico radial (Figura 6) para o uso da terra pasto (Local 1) do assentamento ASTRAL, as médias das avaliações empírica e técnica dos indicadores de qualidade do solo compactação, erosão e matéria orgânica foram praticamente coincidentes, ao passo que as médias dos indicadores cobertura, atividade microbiana, umidade e estrutura apresentaram médias muito distantes entre si para ambas as avaliações.

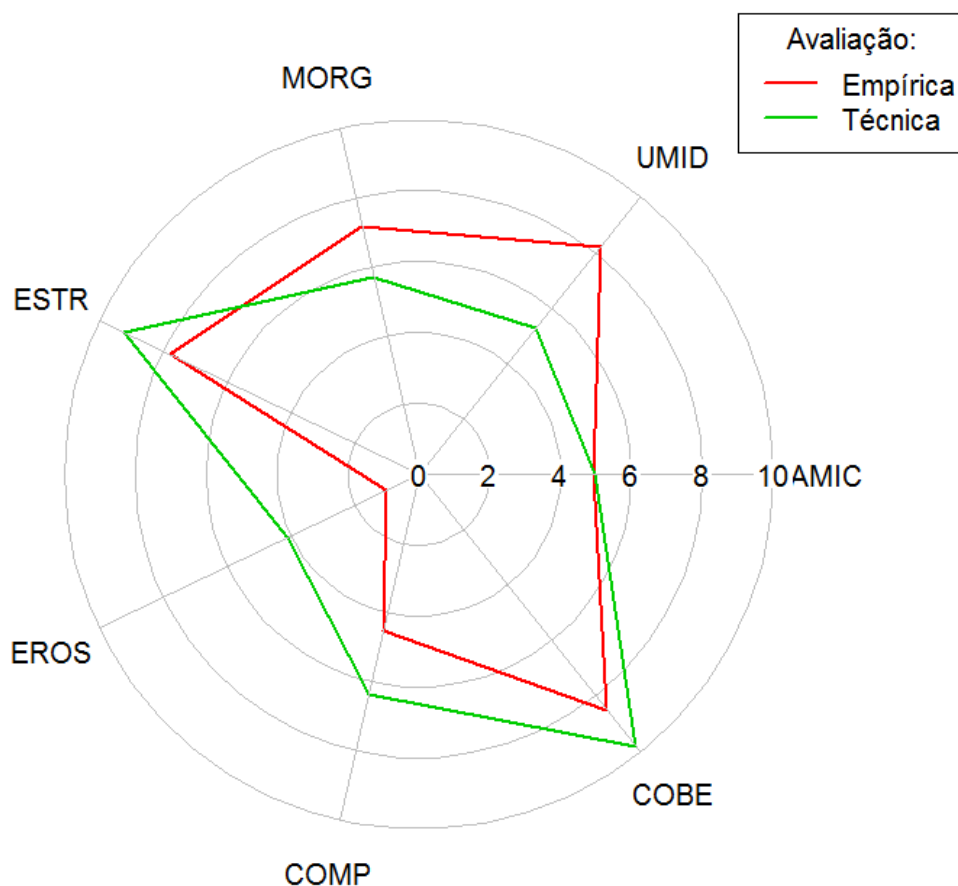


Figura 7 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra cacau (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE - cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID – umidade.

No gráfico radial (Figura 7) para o uso da terra cacau (Local 2) do assentamento ASTRAL, verifica-se que as médias das avaliações empírica e técnica dos indicadores de qualidade do solo atividade microbiana, cobertura, compactação, estrutura e matéria orgânica foram os que mais se distanciaram entre as avaliações empírica e técnica.

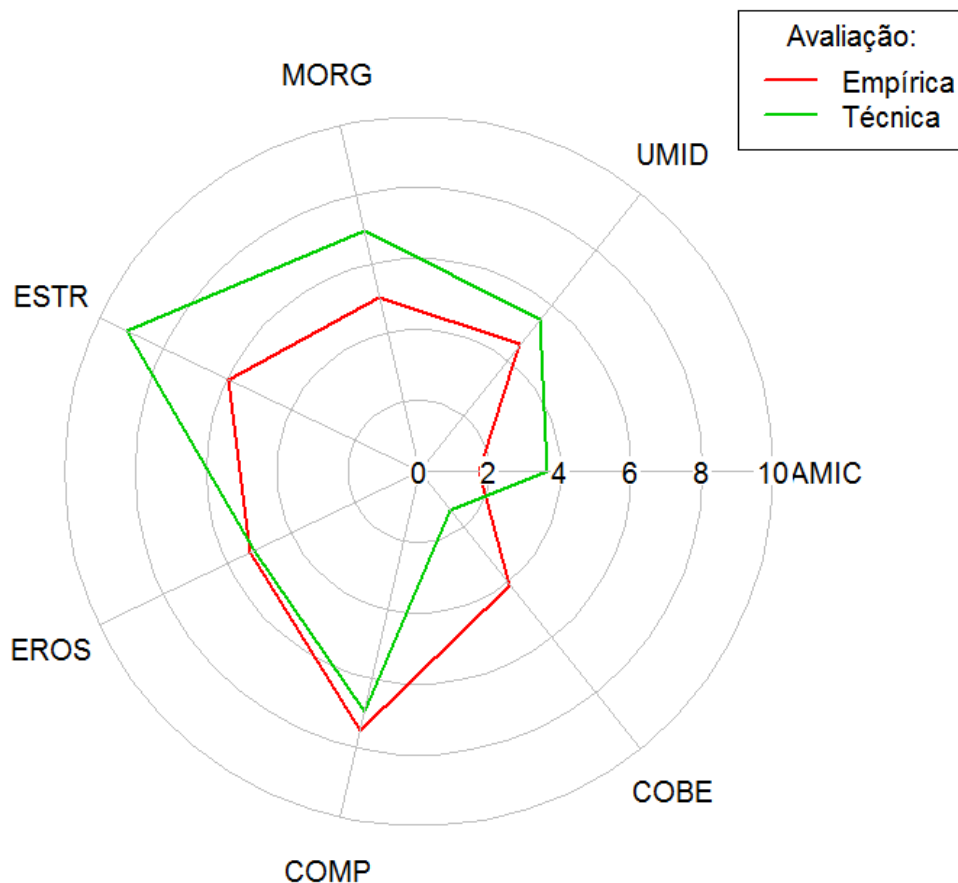


Figura 8 - Gráfico radial das avaliações empírica e técnicas dos indicadores de qualidade do solo do uso da terra mandioca (Local 2) em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia: AMIC – atividade microbiana; COBE – cobertura; COMP – compactação; EROS – erosão; ESTR – estrutura; MORG – matéria orgânica; UMID - umidade.

No gráfico radial (Figura 8) para o uso da terra mandioca (Local 2) do assentamento ASTRAL, as médias das avaliações empírica e técnica dos indicadores de qualidade do solo erosão, compactação, umidade foram muito próximas, ao passo que as médias dos indicadores erosão, cobertura, atividade microbiana e matéria orgânica foram mais divergentes entre si.

3.6 Análise multivariada dos indicadores de qualidade do solo

Nesse estudo, além das diferenças entre as avaliações empírica e técnica dos indicadores de qualidade do solo, foram verificadas por meio de técnicas de análise multivariada as relações entre esses indicadores e, também, as diferenças entre os usos da terra nas duas avaliações nos assentamentos APAUT e ASTRAL. As relações entre os indicadores de qualidade do solo foram obtidas com a aplicação da Análise Fatorial (HAIR et al., 2005; MINGOTI, 2005; TABACHINICK; FIDELL, 2007; MAROCO, 2007; FÁVERO et al., 2009; PAMPLONA, 2011). Com os escores obtidos da Análise Fatorial e suas respectivas pontuações de regressão linear múltipla, foi empregada a técnica do Índice de Qualidade multivariado para classificar os diferentes usos da terra dos assentamentos APAUT e ASTRAL (CARVALHO et al., 2007; PAMPLONA, 2011).

3.6.1 Análise Fatorial e técnicas para verificação de adequação amostral

A Análise Fatorial empregada nesse estudo foi baseada nas componentes principais extraídas da matriz de covariância dos indicadores de sustentabilidade do solo nas avaliações empíricas e técnicas dos assentamentos APAUT e ASTRAL.

Um dos critérios para execução dessa técnica é a existência de correlações significativas entre as variáveis ou, no mínimo, valores absolutos acima de 0,30 (PAMPLONA, 2011). Pelas matrizes de correlações lineares entre os indicadores de qualidade do solo nas avaliações empíricas e técnicas dos assentamentos APAUT e ASTRAL, percebe-se uma quantidade razoável de correlações com coeficientes acima de 0,30 e coeficientes significativos (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 - Matriz de correlações lineares (coeficiente de Pearson) para os indicadores de qualidade do solo das avaliações empíricas e técnicas dos assentamentos APAUT e ASTRAL

APAUT (Ilhéus-BA) – Avaliação Empírica							
Atributo ¹	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	1,00						
COBE	0,79**	1,00					
COMP	-0,65**	-0,66**	1,00				
EROS	-0,72**	-0,76**	0,80**	1,00			
ESTR	0,69**	0,84**	-0,56*	-0,59*	1,00		
MORG	0,80**	0,82**	-0,82**	-0,82**	0,60*	1,00	
UMID	0,59*	0,67**	-0,76**	-0,62**	0,36	0,84**	1,00
APAUT (Ilhéus-BA) – Avaliação Técnica							
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	1,00						
COBE	-0,83**	1,00					
COMP	0,54**	-0,49*	1,00				
EROS	0,38*	-0,13	0,42*	1,00			
ESTR	-0,65**	0,29	-0,39*	-0,23	1,00		
MORG	-0,59**	0,64**	-0,46*	-0,43*	0,21	1,00	
UMID	-0,49*	0,53**	-0,38*	-0,51*	0,06	0,86**	1,00
ASTRAL (Maraú-BA) – Avaliação Empírica							
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	1,00						
COBE	0,64*	1,00					
COMP	-0,83**	-0,80**	1,00				
EROS	-0,61*	-0,93**	0,74**	1,00			
ESTR	0,51*	0,55*	-0,61*	-0,59*	1,00		
MORG	0,49	0,22	-0,41	-0,10	0,38	1,00	
UMID	0,75**	0,79**	-0,83**	-0,78**	0,87**	0,47	1,00
ASTRAL (Maraú-BA) – Avaliação Técnica							
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	1,00						
COBE	0,76**	1,00					
COMP	0,16	-0,06	1,00				
EROS	-0,43*	-0,53**	0,28	1,00			
ESTR	-0,38*	-0,05	-0,41*	-0,11	1,00		
MORG	-0,28	-0,12	-0,31	-0,24	0,71**	1,00	
UMID	-0,60**	-0,26	-0,55**	-0,15	0,83**	0,72**	1,00

¹ Atributo: AMIC - atividade microbiana; COBE - cobertura; COMP - compactação; EROS - erosão; ESTR - estrutura; MORG - matéria orgânica; PROF - profundidade; UMID – umidade; (*): significância a 5% de erro; (**): significância a 1% de erro.

Além da matriz de correlações lineares foram aplicados testes de adequação amostral para o modelo da Análise Fatorial, tais como a medida de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (MAROCO, 2007) e o teste de esfericidade de Bartlett (FÁVERO et al., 2009), que verificam o conjunto de variáveis, e a Medida de Adequação da Amostra (MAA) (HAIR et al., 2005; FÁVERO et al., 2009) que indica a adequação de cada variável ao modelo.

Na Tabela 3.8 estão apresentados os resultados da estatística KMO e do teste de esfericidade de Bartlett. Verifica-se que os valores da estatística KMO dos indicadores de qualidade do solo para as avaliações empírica e técnica dos assentamentos APAUT e ASTRAL estão acima de 0,50, o que assegura a execução da Análise Fatorial, e o nível de significância do teste de esfericidade de Bartlett de todas as avaliações ($p = 0,00$) conduz à rejeição da hipótese de que as matrizes de correlações são as matrizes identidades, portanto, também respalda o emprego da Análise Fatorial para extração de fatores e estimação de escores fatoriais (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 - Medida de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e teste de esfericidade de Bartlett para os indicadores de qualidade do solo das avaliações empírica e técnica dos assentamentos APAUT e ASTRAL

Local	Avaliação	Medidas de Adequação Amostral		
		KMO	Teste de Bartlett	
APAUT (Ilhéus-BA)	Empírica	0,75	127,87	0,00
	Técnica	0,60	85,43	0,00
ASTRAL (Maraú-BA)	Empírica	0,78	128,91	0,00
	Técnica	0,66	77,01	0,00

Na Tabela 3.9 encontram-se os valores da Medida de Adequação da Amostra (MAA). Os valores da MAA para todos os indicadores de qualidade do solo nas avaliações empírica e técnica dos assentamentos APAUT e ASTRAL são superiores a 0,50, o que indica um bom ajuste das variáveis ao modelo da Análise Fatorial (HAIR et al., 2005; FÁVERO et al., 2009) (Tabela 4.9).

Após a verificação da adequação dos dados à Análise Fatorial, foram determinados os fatores a serem retidos para a análise. Neste estudo, utilizou-se o critério da raiz latente de Kaiser, escolhendo-se apenas os fatores que apresentaram autovalores acima de 1 (KAISER, 1974; MALHORTA, 1993). Os autovalores iniciais e rotacionados para cada fator, bem como seus respectivos percentuais de variância explicada, estão apresentados na Tabela 3.10.

Tabela 3.9 - Matriz de correlação anti-imagem para os dados (transformados) dos indicadores de qualidade do solo das amostras da APAUT (Ilhéus, Bahia)

APAUT – Avaliação Empírica							
Atributo ¹	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	0,93 ^a						
COBE	-0,03	0,71 ^a					
COMP	-0,11	-0,52	0,72 ^a				
EROS	0,10	0,46	-0,57	0,77 ^a			
ESTR	-0,21	-0,81	0,53	-0,37	0,62 ^a		
MORG	-0,41	-0,17	0,20	0,25	0,06	0,88 ^a	
UMID	0,05	-0,53	0,53	-0,44	0,58	-0,44	0,67 ^a
APAUT – Avaliação Técnica							
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	0,57 ^a						
COBE	0,85	0,53 ^a					
COMP	0,15	0,29	0,80 ^a				
EROS	-0,48	-0,57	-0,36	0,50 ^a			
ESTR	0,76	0,59	0,24	-0,24	0,51 ^a		
MORG	-0,12	-0,26	0,08	0,03	-0,20	0,73 ^a	
UMID	0,08	0,01	-0,07	0,28	0,25	-0,76	0,70 ^a
ASTRAL – Avaliação Empírica							
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	0,80 ^a						
COBE	0,24	0,75 ^a					
COMP	0,50	0,31	0,89 ^a				
EROS	0,14	0,76	0,12	0,77 ^a			
ESTR	0,36	0,34	-0,04	0,09	0,69 ^a		
MORG	-0,21	-0,16	-0,03	-0,44	0,05	0,71 ^a	
UMID	-0,35	-0,27	0,20	0,13	-0,84	-0,27	0,77 ^a
ASTRAL – Avaliação Técnica							
	AMIC	COBE	COMP	EROS	ESTR	MORG	UMID
AMIC	0,61 ^a						
COBE	-0,59	0,63 ^a					
COMP	0,12	0,06	0,73 ^a				
EROS	0,34	0,27	-0,06	0,57 ^a			
ESTR	-0,11	-0,28	-0,12	-0,33	0,69 ^a		
MORG	-0,23	0,24	-0,17	0,17	-0,27	0,78 ^a	
UMID	0,57	-0,01	0,43	0,38	-0,62	-0,33	0,63 ^a

¹ Atributo: AMIC - atividade microbiana; COBE - cobertura; COMP - compactação; EROS - erosão; ESTR - estrutura; MORG - matéria orgânica; PROF - profundidade; UMID – umidade; (a) Medida de Adequação da Amostra.

Na avaliação empírica dos indicadores de qualidade do solo da APAUT apenas um fator foi selecionado por representar mais de 70% da variância total dos dados, por isso não foi empregada qualquer rotação nesse fator (Tabela 3.10). Com base no critério de Kaiser, dois fatores foram retidos na avaliação técnica da APAUT, o primeiro com 35,42% da variância total dos dados, e o segundo com 29,70% da variância total (Tabela 3.10). Na avaliação empírica da ASTRAL foram retidos dois fatores, o primeiro que explica 56,09% da variância total dos dados, e o segundo que explica 27,24% da variância total

(Tabela 3.10). Na avaliação técnica da ASTRAL também foram extraídos dois fatores, o primeiro significando 40,08% da variação total dos dados, e o segundo representando 27,99% da variação total (Tabela 3.10). O método de rotação dos fatores foi empregado com o objetivo de extremar os valores das cargas, de modo que cada variável se associe a um fator (HAIR et al., 2005).

Tabela 3.10 - Análise das Componentes Principais baseada na matriz de covariância e respectivos fatores extraídos após rotação pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo

Componente	Variância Inicial			Variância após Rotação		
	Total	% Variância	% Variância Acumulada	Total	% Variância	% Variância Acumulada
APAUT (Ilhéus-BA) – Avaliação Empírica						
1	23,32	76,63	76,63	5,19	74,20	74,20
2	2,86	9,40	86,03			
3	1,66	5,45	91,48			
4	1,28	4,21	95,68			
5	0,86	2,83	98,51			
6	0,28	0,93	99,44			
7	0,17	0,56	100,00			
APAUT (Ilhéus-BA) – Avaliação Técnica						
1	16,57	71,44	71,44	2,48	35,42	35,42
2	3,51	15,15	86,60	2,08	29,70	65,12
3	1,52	6,55	93,14			
4	0,71	3,05	96,20			
5	0,52	2,26	98,46			
6	0,29	1,24	99,69			
7	0,07	0,31	100,00			
ASTRAL(Maraú-BA) – Avaliação Empírica						
1	28,40	70,85	70,85	3,93	56,09	56,09
2	5,92	14,77	85,62	1,91	27,24	83,34
3	2,82	7,03	92,65			
4	1,71	4,27	96,92			
5	0,64	1,59	98,51			
6	0,36	0,90	99,41			
7	0,24	0,59	100,00			
ASTRAL (Maraú-BA) – Avaliação Técnica						
1	13,61	70,29	70,29	2,81	40,08	40,08
2	3,76	19,40	89,69	1,96	27,99	68,07
3	1,12	5,81	95,50			
4	0,45	2,31	97,81			
5	0,29	1,50	99,32			
6	0,10	0,54	99,86			
7	0,03	0,14	100,00			

3.6.1.1 Interpretação dos fatores extraídos para as avaliações empíricas e técnicas nos assentamentos APAUT e ASTRAL

A matriz das cargas fatoriais rotacionadas e respectivas comunalidades dos indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica da APAUT estão apresentadas na Tabela 3.11. As comunalidades refletem o grau de afinidade entre as variáveis e as variâncias explicadas pelos fatores extraídos (MINGOTI, 2005; MAROCO, 2007; HAIR et al., 2005; FÁVERO et al., 2009).

O único fator extraído (Fator 1) foi denominado de “Qualidade do Solo”, pois agrupou todas os indicadores de qualidade do solo estudados com cargas superiores a 0,70 (Tabela 3.11). Os indicadores MORG (matéria orgânica), COBE (cobertura), AMIC (atividade microbiana), ESTR (estrutura) e UMID (umidade) se correlacionaram positivamente com o fator, apenas os indicadores EROS (erosão) e COMP (compactação) se correlacionaram negativamente com o fator (Tabela 3.11). A qualidade do solo está diretamente associada à conservação do solo, com a sua manutenção das funções produtivas e ambientais, envolve a participação de uma série de atributos,

Tabela 3.11 - Matriz de cargas fatoriais do único fator extraído sem a rotação pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia

Indicador	Análise Fatorial		Pontuação do Fator
	Fator	Comunalidade	Fator
	1		1
AMIC	0,88	0,77	0,18
COBE	0,93	0,86	0,22
COMP	-0,84	0,71	-0,10
EROS	-0,91	0,82	-0,28
ESTR	0,78	0,61	0,13
MORG	0,93	0,86	0,14
UMID	0,75	0,57	0,08
Autovalor	5,19	5,19	
% Variância	74,20	74,20	

incluindo-se, mais uma vez e de maneira destacada, a matéria orgânica e a cobertura do solo como atributos que se relacionam com importantes funções físicas, químicas e biológicas (SILVA; MENDONÇA, 2007; LOPES; GUILHERME, 2007; MEURER, 2007; NAMBIAR, 1996; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Na Tabela 3.11 também estão apresentadas as pontuações de regressão para os indicadores de qualidade do solo do fator extraído na avaliação empírica da APAUT. Por meio dessas pontuações é possível obter os escores fatoriais do conjunto de indicadores de qualidade do solo em cada repetição amostral, como explicitado na seguinte fórmula:

$$a) \text{Qualidade do Solo} = 0,18AMIC + 0,22COBE - 0,10COMP - 0,28EROS + 0,13ESTR + 0,14MORG + 0,08UMID$$

A matriz das cargas fatoriais rotacionadas e respectivas comunalidades dos indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica da ASTRAL estão apresentadas na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Matriz de cargas fatoriais dos fatores extraídos pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia

Indicador	Análise Fatorial		Comunalidade	Coeficientes de Regressão	
	Fator			Fator	
	1	2		1	2
AMIC	0,64	0,54	0,70	0,04	0,19
COBE	0,96	0,11	0,93	0,48	-0,31
COMP	-0,80	-0,43	0,82	-0,11	-0,10
EROS	-0,97	-0,02	0,94	-0,30	0,25
ESTR	0,61	0,51	0,63	0,05	0,19
MORG	0,05	0,94	0,88	-0,24	0,71
UMID	0,81	0,52	0,93	0,14	0,24
Autovalor	3,93	1,91	5,83		
% Variância	56,09	27,24	83,34		

O Fator 1 foi denominado de “Conservação do Solo”, pois agrupou as seguintes variáveis: COBE (cobertura) e UMID (umidade), correlacionadas

positivamente com o fator, e EROS (erosão) e COMP (compactação), correlacionadas negativamente com o fator (Tabela 3.12). A conservação do solo e o contínuo cultivo sustentável das terras dependem de uma gama de características edáficas, temas estes estudados e discutidos por uma ampla literatura científica (SILVA et al., 2007; SILVA, 2012; SPAGNOLLO, 2004; PEDROTTI; MÉLLO JÚNIOR, 2009; PAIVA; ARAUJO, 2012; KIEHL, 1979; DICK, 1992; BERTONI, 1990; BRADY, 2008; COLEMAN et al., 1989; GLIESSMAN, 2001; SNAKIN et al., 1996).

O Fator 2 foi denominado de matéria orgânica, exclusivo para a variável MORG (matéria orgânica), correlacionada positivamente com o fator (Tabela 3.12). Nos ambientes tropicais e subtropicais de ocorrência natural da Mata Atlântica há predominância de solos altamente intemperizados, e a matéria orgânica do solo tem papel fundamental na fertilidade. Positivamente, na última década, a matéria orgânica do solo, sempre pouco conhecida pelos cientistas de solo, tem merecido atenção considerável das pesquisas (SILVA; MENDONÇA, 2007). De acordo com estes autores, os recentes estudos têm comprovado as importantes funções físicas, químicas e biológicas da matéria orgânica do solo. Por isso a matéria orgânica é sem dúvidas o mais importante indicador de sustentabilidade do solo estando diretamente relacionada com o conceito de qualidade do solo (LOPES; GUILHERME, 2007; MEURER, 2007; NAMBIAR, 1996; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A matéria orgânica tem função cimentante entre as partículas minerais do solo, sendo um componente fundamental para a agregação, estabilidade dos agregados e retenção de água no solo, e a cobertura do solo, seja esta viva ou morta, propiciando uma proteção contra a compactação do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007; FERREIRA et al., 2010; REICHERT et al., 2010; EKWUE; STONE; 1995). De acordo com Zalamena (2008) os diferentes usos da terra afetam os teores de matéria orgânica no solo; conforme aumenta a intensidade de uso do solo diminuem seus teores de matéria orgânica. O estrato arbóreo dos SAF Cacau-Cabruca é muito semelhantes aos estratos florestais da mata nativa, graças à elevada deposição de resíduos vegetais sobre o solo que contribui significativamente para o incremento da matéria

orgânica do solo (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES; NAIR, 2011; INÁCIO et al., 2004; SILVA; MENDONÇA, 2007).

As pontuações de regressão dos indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica na ASTRAL também estão informadas na Tabela 3.12. Deste modo, os escores fatoriais das amostras dos indicadores de qualidade do solo podem ser obtidos por:

$$a) \text{ Conservação do Solo} = 0,04AMIC + 0,48COBE - 0,11COMP - 0,30EROS + 0,05ESTR - 0,24MORG + 0,14UMID$$

$$b) \text{ Matéria Orgânica} = 0,19AMIC - 0,31COBE - 0,10COMP + 0,25EROS + 0,19ESTR + 0,71MORG + 0,24UMID$$

A matriz das cargas fatoriais rotacionadas e respectivas comunalidades dos indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica da APAUT estão apresentadas na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 - Matriz de cargas fatoriais dos fatores extraídos pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia

Indicador	Análise Fatorial		Comunalidade	Pontuações	
	Fator			Fator	
	1	2		1	2
AMIC	-0,82	-0,26	0,74	-0,08	-0,01
COBE	0,99	0,11	0,99	0,97	-0,55
COMP	-0,47	-0,39	0,57	-0,02	-0,09
EROS	-0,02	-0,78	0,61	0,10	-0,37
ESTR	0,32	0,11	0,51	0,01	0,01
MORG	0,56	0,75	0,89	-0,02	0,56
UMID	0,43	0,81	0,85	-0,05	0,39
Autovalor	2,48	2,08	4,56		
% Variância	35,42	29,70	65,12		

O Fator 1 foi denominado de “Cobertura do Solo”, agrupando as seguintes variáveis: COBE (cobertura), correlacionada positivamente com o fator, e AMIC (atividade microbiana), correlacionada negativamente com o fator (Tabela 3.12). A relação inversa entre os indicadores cobertura e atividade microbiana é contrária às informações normalmente encontradas na literatura,

que indicam que a deposição de resíduos e a presença de cobertura vegetal relacionam-se positivamente e tendem a favorecer a microbiota do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; BARETTA et al., 2005; POWLSON et al., 1987; SILVA et al., 2004 THOMAZINI; AZEVEDO; MENDONÇA, 2012; INÁCIO et al., 2004). Assim, esse resultado sugere que a avaliação técnica do indicador atividade microbiana deve ser revisada ou até mesmo substituída, pois apresenta valores contrastantes àqueles esperados na literatura para áreas de cultivos que mais expõe o solo à degradação natural e/ou antrópica.

O Fator 2 foi denominado de “Umidade do Solo”, pois agregou os indicadores UMID (umidade) e MORG (matéria orgânica), que se correlacionaram positivamente com o fator, e o indicador EROS (erosão), correlacionado negativamente com o fator (Tabela 3.12). A umidade é um atributo sensível à textura e à estrutura do solo, pois depende do fenômeno da capilaridade que tem relação com a distribuição e tamanho dos poros no solo (LIBARDI, 2010). Nos horizontes superficiais, ricos em matéria orgânica, existe uma relação estreita entre umidade e matéria orgânica (OLIVEIRA, 2008). Solos que apresentam seus horizontes superficiais degradados tendem a ter problemas com relação à dinâmica da água no sistema (LIBARDI, 2010). A erosão acarreta a diminuição da matéria orgânica dos horizontes superficiais que, por sua vez, pode afetar o armazenamento de água no solo.

Na Tabela 3.13 também estão apresentados as pontuações de regressão para os indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica da APAUT. Os escores fatoriais para cada observação amostral foram obtidos por:

$$\text{a) Cobertura e Atividade Microbiana} = -0,08AMIC + 0,97COBE - 0,02COMP + 0,10EROS + 0,01ESTR - 0,02MORG - 0,05UMID$$

$$\text{b) Umidade do Solo} = -0,01AMIC - 0,55COBE - 0,09 COMP - 0,37EROS - 0,01ESTR + 0,56MORG + 0,39UMID$$

A matriz das cargas fatoriais rotacionadas e respectivas comunalidades dos indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica da ASTRAL estão apresentadas na Tabela 3.14.

Tabela 3.14 - Matriz de cargas fatoriais dos fatores extraídos pelo método Varimax para os indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica do assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia

Indicador	Análise Fatorial		Comunalidade	Coeficientes de Regressão	
	Fator			Fator	
	1	2		1	2
AMIC	-0,34	0,76	0,69	-0,06	0,04
COBE	-0,06	1,00	0,99	0,08	0,95
COMP	-0,57	-0,10	0,53	-0,20	-0,03
EROS	-0,33	-0,58	0,54	-0,06	-0,03
ESTR	0,79	-0,02	0,63	0,03	0,01
MORG	0,95	-0,06	0,90	0,70	0,05
UMID	0,86	-0,21	0,78	0,19	0,01
Autovalor	2,81	1,96	4,77		
% Variância	40,08	27,99	68,07		

O Fator 1 foi denominado de matéria orgânica, pois agrupou as seguintes variáveis: MORG (matéria orgânica), UMID (umidade) e ESTR (estrutura), ambas correlacionadas positivamente com o fator (Tabela 3.14). A matéria orgânica é um componente fundamental para a agregação / estabilidade de agregados, retendo parte da água, auxiliando na prevenção contra a compactação e erosão do solo. Áreas cultivadas com menor aporte de matéria orgânica demonstram condições favoráveis à erosão, em decorrência de influências menos benéficas sobre umidade, microrganismos, densidade, e agregação (THOMAZINI; AZEVEDO; MENDONÇA, 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2005; INÁCIO et al., 2004; REICHART et al., 2010).

O Fator 2 foi denominado de atividade microbiana, e está relacionado exclusivamente com o indicador AMIC (atividade microbiana) (Tabela 3.14). A avaliação da atividade de microrganismos no solo permite detectar mudanças no solo, uma vez que eles respondem rapidamente a decréscimos ou incrementos na quantidade total de matéria orgânica do solo (BARRETA et al.,

2005; POWLSON et al., 1987). Contudo o indicador atividade microbiana não depende apenas do incremento de matéria orgânica no agroecossistema, mas da qualidade dessa matéria orgânica que por sua vez afeta a comunidade de microrganismos no solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; ANGELINI et al., 2011; SILVA et al., 2004). Sabe-se que em clima tropical úmido a comunidade microbiana do solo é favorecida pela intensidade pluviométrica e elevada temperatura (SILVA; MENDONÇA, 2007; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Na Tabela 3.14 também estão apresentados as pontuações de regressão para os indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica da ASTRAL. Os escores fatoriais para cada observação amostral foram obtidos por:

$$\text{a) Conservação do Solo} = - 0,06AMIC + 0,08COBE - 0,20COMP - 0,06 EROS + 0,03 ESTR + 0,70MORG + 0,19UMID$$

$$\text{b) Umidade do Solo} = 0,04AMIC + 0,95COBE - 0,03COMP - 0,03EROS + 0,01ESTR 0,05MORG - 0,01UMID$$

3.6.2 Índice de Qualidade do Solo

3.6.2.1 Classificação dos diferentes usos da terra pelo Índice de Qualidade do Solo

Os escores fatoriais estimados para os indicadores de qualidade do solo das avaliações empírica e técnica dos assentamentos APAUT e ASTRAL foram padronizados e aplicados na equação 2.5 (Item 2.4.5), por meio da qual se estima o Índice de Qualidade do Solo (IQS). Os escores fatoriais originais positivos indicam que os indicadores de sustentabilidade que definem as dimensões fatoriais exercem uma influência positiva sobre a qualidade do solo, o contrário também é verdadeiro para os escores fatoriais negativos. Os valores do IQS refletem o desempenho do conjunto de indicadores de qualidade de solo em cada repetição amostral. Essas repetições são subparcelas estimadas dentro dos usos da terra (parcelas) avaliados nos assentamentos APAUT e ASTRAL. Pelos valores de IQS é possível distinguir

as amostras correspondentes aos diferentes usos da terra, classificando-as como IQS “bom”, “regular” e “ruim”.

Na Tabela 3.15 são apresentados os valores do Índice de Qualidade de Solo para os usos da terra cacau e mandioca (local 1), e, cacau e café (local 2), ambos avaliados empiricamente no assentamento APAUT.

Tabela 3.15 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia

Local	Uso da Terra	Amostra	Escores	Escores	IQS	Classificação
			Originais	Padronizados		
			Fator 1	Fator 1		
1	Cacau	1	1,03	0,91	0,91	Bom
	Cacau	2	1,14	0,94	0,94	Bom
	Cacau	3	1,26	0,99	0,99	Bom
	Cacau	4	1,09	0,93	0,93	Bom
	Cacau	5	1,19	0,96	0,96	Bom
				Média	0,95	Bom
	Mandioca	6	-0,28	0,43	0,43	Regular
	Mandioca	7	-0,44	0,38	0,38	Ruim
	Mandioca	8	-1,06	0,16	0,16	Ruim
	Mandioca	9	-0,35	0,41	0,41	Regular
Mandioca	10	-0,75	0,27	0,27	Ruim	
			Média	0,33	Ruim	
2	Cacau	11	0,45	0,70	0,70	Regular
	Cacau	12	0,12	0,58	0,58	Regular
	Cacau	13	1,29	1,00	1,00	Bom
	Cacau	14	0,20	0,61	0,61	Regular
	Cacau	15	0,96	0,88	0,88	Bom
				Média	0,75	Bom
	Café	16	-1,43	0,02	0,02	Ruim
	Café	17	-1,50	0,00	0,00	Ruim
	Café	18	-0,49	0,36	0,36	Ruim
	Café	19	-1,42	0,03	0,03	Ruim
Café	20	-1,00	0,18	0,18	Ruim	
			Média	0,12	Ruim	
	Mínimo		-1,50	Média Geral	0,54	Regular
	Máximo		1,29			
	Variância		5,19			
	Razão de Variância		1,00			

De modo geral a avaliação empírica na APAUT apresentou um valor de IQS médio de 0,54, classificado como “regular” (Tabela 3.15). No local 1, o uso da terra cacau apresentou IQS médio de 0,95, classificado como “bom”, e foi superior ao uso mandioca que apresentou valor médio de IQS igual a 0,33, sendo classificado como “ruim” (Tabela 3.15). No local 2, o uso da terra cacau apresentou um IQS médio de 0,75, classificado como “bom” e superior ao uso café que teve um IQS médio de 0,12, classificado como “ruim” (Tabela 3.15).

Na Tabela 3.16 são apresentados os valores o Índice de Qualidade de Solo para os usos da terra cacau e pasto (local 1), e, cacau e mandioca (local 2), ambos avaliados empiricamente no assentamento ASTRAL.

Tabela 3.16 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação empírica no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia

Local	Uso da Terra	Amostra	Escore Originais		Escore Padronizados		IQS	Classificação
			Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2		
1	Cacau	1	1,06	-0,13	1,00	0,47	0,83	Bom
	Cacau	2	1,01	-1,00	0,98	0,23	0,74	Bom
	Cacau	3	0,99	-0,60	0,97	0,34	0,77	Bom
	Cacau	4	0,82	-0,07	0,92	0,49	0,78	Bom
	Cacau	5	0,74	0,25	0,89	0,57	0,79	Bom
						Média	0,78	Bom
	Pasto	6	-1,03	-0,48	0,29	0,37	0,32	Ruim
	Pasto	7	-1,16	-0,82	0,24	0,28	0,26	Ruim
	Pasto	8	-1,88	1,36	0,00	0,88	0,29	Ruim
	Pasto	9	-0,40	-1,73	0,50	0,03	0,35	Ruim
					Média	0,31	Ruim	
2	Cacau	11	0,49	0,70	0,81	0,70	0,77	Bom
	Cacau	12	0,82	-0,18	0,92	0,46	0,77	Bom
	Cacau	13	0,58	0,40	0,84	0,61	0,76	Bom
	Cacau	14	0,93	1,56	0,96	0,93	0,95	Bom
	Cacau	15	1,04	1,81	0,99	1,00	1,00	Bom
						Média	0,85	Bom
	Mandioca	16	0,02	-0,14	0,65	0,47	0,59	Regular
	Mandioca	17	-0,24	-0,27	0,56	0,43	0,52	Regular
	Mandioca	18	-0,14	-0,58	0,59	0,35	0,51	Regular
	Mandioca	19	-1,45	0,85	0,15	0,74	0,34	Ruim
Mandioca	20	-1,70	0,92	0,06	0,76	0,29	Ruim	
					Média	0,45	Regular	
	Mínimo		-1,88	-1,85		Média Geral	0,60	Regular
	Máximo		1,06	1,81				
	Variância		3,93	1,91				
	Razão de Variância		0,67	0,33				

De modo geral, as amostras de solo avaliadas empiricamente na ASTRAL apresentaram valor de IQS médio de 0,60, classificado como “regular” (Tabela 3.16). No local 1, o uso da terra cacau apresentou IQS médio de 0,78, classificado como “bom”, superior ao uso pasto que apresentou valor médio de IQS igual a 0,31, sendo classificado como “ruim” (Tabela 3.16). Também no local 2, o uso da terra cacau apresentou IQS classificado como “bom” com um valor médio de 0,85, e superior ao valor médio do uso mandioca que foi igual a 0,45, sendo classificado como “ruim” (Tabela 3.16).

Na Tabela 3.17 são apresentados os valores o Índice de Qualidade de Solo para os usos da terra cacau e mandioca (local 1), e, cacau e café (local 2), ambos avaliados tecnicamente no assentamento APAUT.

Tabela 3.17 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica no assentamento APAUT, Ilhéus, Bahia

Local	Uso da Terra	Amostra	Escores Originas		Escores Padronizados		IQS	Classificação
			Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2		
1	Cacau	1	1,27	-1,70	1,00	0,00	0,54	Regular
	Cacau	2	1,04	-0,26	0,92	0,36	0,66	Regular
	Cacau	3	1,25	-0,98	0,99	0,18	0,62	Regular
	Cacau	4	0,86	0,53	0,85	0,56	0,72	Bom
	Cacau	5	1,20	-1,18	0,98	0,13	0,59	Regular
						Média	0,63	Regular
	Mandioca	6	-0,69	0,18	0,30	0,47	0,38	Ruim
	Mandioca	7	-0,05	-0,81	0,53	0,22	0,39	Ruim
	Mandioca	8	-0,33	-0,29	0,43	0,35	0,39	Ruim
	Mandioca	9	-0,69	0,33	0,30	0,51	0,39	Ruim
					Média	0,37	Ruim	
2	Cacau	11	0,76	0,05	0,82	0,44	0,64	Regular
	Cacau	12	0,23	2,29	0,63	1,00	0,80	Bom
	Cacau	13	0,63	1,45	0,77	0,79	0,78	Bom
	Cacau	14	0,86	1,38	0,85	0,77	0,82	Bom
	Cacau	15	0,72	0,98	0,80	0,67	0,74	Bom
						Média	0,76	Bom
	Café	16	-1,14	-1,04	0,14	0,17	0,15	Ruim
	Café	17	-1,41	-0,24	0,04	0,37	0,19	Ruim
	Café	18	-1,22	0,06	0,11	0,44	0,26	Ruim
	Café	19	-1,44	0,36	0,03	0,52	0,25	Ruim
Café	20	-1,51	-0,10	0,00	0,40	0,18	Ruim	
					Média	0,21	Ruim	
	Mínimo		-1,51	-1,70	Média Geral		0,50	Regular
	Máximo		1,27	2,29				
	Variância		2,48	2,08				
	Razão de Variância		0,54	0,46				

A avaliação técnica geral para os indicadores de qualidade do solo na APAUT obteve um valor de IQS médio de 0,50, classificado como “regular” (Tabela 3.17). No local 1, o uso da terra cacau apresentou IQS médio de 0,78, classificado como “bom”, superior ao uso pasto que apresentou valor médio de IQS igual a 0,37, sendo classificado como “ruim” (Tabela 3.17). No local 2, o uso da terra cacau apresentou um IQS classificado como “bom” com um valor médio de 0,75, e foi superior ao valor médio do uso mandioca que foi igual a 0,21, sendo classificado como “ruim” (Tabela 3.17).

Na Tabela 3.18 são apresentados os valores o Índice de Qualidade de Solo para os usos da terra cacau e mandioca (local 1), e, cacau e café (local 2), ambos avaliados tecnicamente no assentamento ASTRAL.

Tabela 3.18 - Índice de Qualidade do Solo (IQS) para classificação dos usos da terra pelos indicadores de qualidade do solo da avaliação técnica no assentamento ASTRAL, Maraú, Bahia

Local	Uso da Terra	Amostra	Escores Originas		Escores Padronizados		IQS	Classificação
			Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2		
1	Cacau	1	-0,25	0,85	0,50	0,95	0,68	Regular
	Cacau	2	0,96	0,67	0,86	0,88	0,87	Bom
	Cacau	3	1,43	0,98	1,00	1,00	1,00	Bom
	Cacau	4	0,82	0,92	0,82	0,98	0,88	Bom
	Cacau	5	-0,28	0,88	0,49	0,96	0,68	Regular
						Média	0,82	Bom
	Pasto	6	-1,35	0,25	0,17	0,72	0,40	Ruim
	Pasto	7	-0,98	-0,49	0,28	0,43	0,34	Ruim
	Pasto	8	-1,59	-0,38	0,10	0,48	0,26	Ruim
	Pasto	9	-1,92	-0,11	0,00	0,58	0,24	Ruim
Pasto	10	-1,35	-0,08	0,17	0,59	0,34	Ruim	
					Média	0,32	Ruim	
2	Cacau	11	0,53	0,87	0,73	0,96	0,82	Bom
	Cacau	12	0,57	0,85	0,74	0,95	0,83	Bom
	Cacau	13	1,05	0,70	0,88	0,89	0,89	Bom
	Cacau	14	-0,23	0,76	0,50	0,92	0,67	Regular
	Cacau	15	-0,42	0,87	0,45	0,96	0,66	Regular
						Média	0,77	Bom
	Mandioca	16	0,77	-1,62	0,80	0,00	0,47	Regular
	Mandioca	17	1,14	-1,47	0,91	0,06	0,56	Regular
	Mandioca	18	-0,01	-1,49	0,57	0,05	0,36	Ruim
	Mandioca	19	0,59	-1,35	0,75	0,10	0,48	Regular
Mandioca	20	0,50	-1,62	0,72	0,00	0,43	Regular	
					Média	0,46	Regular	
	Mínimo		-1,92	-1,62	Média Geral		0,59	Regular
	Máximo		1,43	0,98				
	Variância		2,81	1,96				
	Razão de Variância		0,59	0,41				

A avaliação técnica geral para os indicadores de qualidade do solo na ASTRAL obteve um valor de IQS médio de 0,59, classificado como “regular” (Tabela 3.18). No local 1, o uso da terra cacau apresentou IQS médio de 0,82, classificado como “bom”, superior ao uso pasto que apresentou valor médio de IQS igual a 0,32, sendo classificado como “ruim” (Tabela 3.18). No local 2, o uso da terra cacau apresentou um IQS classificado como “bom” com um valor médio de 0,77, e foi superior ao valor médio do uso mandioca que foi igual a 0,46, sendo classificado como “ruim” (Tabela 3.18).

Pelos valores de IQS das avaliações empírica e técnica dos indicadores da qualidade do solo estudados nos diferentes usos da terra nos assentamentos APAUT e ASTRAL, percebe-se que o uso da terra cacau, no sistema agroflorestal Cabruca, em relação aos outros usos café, mandioca e pasto aparentemente apresenta as melhores características do ponto de vista da qualidade do solo (Tabelas 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18).

Os cacauais se destacam como sistemas conservacionistas, especialmente se forem sistemas diversificados, agroflorestais, como é o Cacau-Cabruca (LOBÃO; SETENTA, 2012; ARAUJO; SANTANA; MENDONÇA, 2004; PAIVA; ARAUJO, 2012; ARAUJO; LOUREIRO; SANTANA, 2012). Os cultivos convencionais de mandioca e café oferecem maiores riscos de degradação do solo, especialmente por não apresentarem cobertura no solo, do mesmo modo pastos degradados são mais suscetíveis à erosão do que pastos bem manejados (THOMAZINI; AZEVEDO; MENDONÇA, 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2005; ARAUJO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2002; INÁCIO et al., 2004). Mesmo em condições favoráveis à conservação do solo, o cultivo do cacau também pode apresentar sinais de degradação, especialmente pela erosão laminar que é a mais difícil de ser detectada (ARAUJO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2002; INÁCIO et al., 2004). É importante salientar que qualquer uso da terra cujas práticas de manejo estejam ausentes, inadequadas ou incipientes promove a degradação do solo fazendo decair a qualidade do agroecossistema como um todo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Os IQS foram estimados a partir dos escores da Análise Fatorial cujo modelo é semelhante a uma regressão linear múltipla. Isso significa que os IQS sintetizam as informações de todos os indicadores de qualidade do solo estudados (atividade microbiana, cobertura, compactação, erosão, estrutura, matéria orgânica e umidade) em um único valor numérico referente àquela repetição das amostras avaliadas. Nos assentamentos APAUT e ASTRAL, os conjuntos de variáveis (indicadores de qualidade do solo) que representam as avaliações empírica e técnica são bases de dados distintas. Entretanto, embora sejam distintas entre si, essas avaliações distinguiram de modo semelhante os usos da terra correspondentes aos assentamentos estudados, atribuindo

classificações como IQS “bom” para o uso cacau e IQS “regular” ou “ruim” para os usos como café, mandioca e pasto.

Como mencionado no item 4.4, no qual os gráficos radiais explicitaram a mesma tendência descritiva nas médias dos indicadores de qualidade do solo, mesmo com valores absolutos diferentes, é possível perceber que ao se classificar os diferentes usos da terra pelo IQS eles mantêm a mesma lógica de diagnóstico e interpretação dos atributos selecionados como indicadores de qualidade do solo. Isso quer dizer que o objetivo da avaliação empírica foi atingido, porque mesmo havendo algumas discrepâncias entre as notas dos indicadores de qualidade do solo empíricos e seus correspondentes técnicos, esses indicadores foram capazes de distinguir os usos da terra caracterizando o solo pelas suas condições de manejo e conservação.

Os valores dos Índices de Qualidade do Solo das avaliações empírica e técnica dos assentamentos APAUT e ASTRAL também foram submetidos ao teste de Wilcoxon (Tabela 3.19).

Tabela 3.19 - Teste de Wilcoxon aplicado aos Índices de Qualidade do Solo das avaliações empírica e técnica dos indicadores de qualidade do solo nos assentamentos APAUT e ASTRAL

Índices de Qualidade do Solo	APAUT (Ilhéus-BA)		ASTRAL (Maraú-BA)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
IQS (Avaliação Técnica)	0,54	0,36	0,60	0,69
IQS (Avaliação Empírica)	0,49	0,23	0,25	0,24
Z^1		-0,90 ^a		-0,11 ^b
p^2		0,37		0,91

(¹) Wilcoxon Signed Ranks Test; (²) significância assintótica a 5% de erro; (^a) com base em postos positivos; (^b) com base em postos negativos.

Pelo teste de Wilcoxon não foi detectada diferença significativa entre os postos dos Índices de Qualidade do Solo das avaliações empírica e técnica nos assentamentos APAUT e ASTRAL (Tabela 3.19).

Em seguida foi verificado o grau de associação entre os IQS obtidos das avaliações empíricas e os IQS obtidos das avaliações técnicas pelo coeficiente de correlação de Spearman (Tabela 3.20).

Tabela 3.20 - Matriz de correlação de Spearman entre os Índices de Qualidade do Solo das avaliações empírica e técnica nos assentamentos APAUT e ASTRAL

Índices de Qualidade do Solo	APAUT ¹ IQS – Avaliação Empírica	ASTRAL ² IQS – Avaliação Empírica
APAUT ¹ IQS – Avaliação Técnica	0,78**	
ASTRAL ² IQS – Avaliação Técnica		0,71**

¹APAUT: Associação dos Produtores Agrícolas União e Trabalho (Ilhéus, Bahia); ²ASTRAL: Associação dos Trabalhadores do Assentamento Liberdade (Maraú, Bahia); (**): significância em 1%.

Os IQS das avaliações empíricas foram obtidos pelas matrizes de cargas fatoriais dos indicadores de qualidade do solo avaliados pelos métodos empíricos, ao passo que os IQS das avaliações técnicas resultaram das matrizes de cargas fatoriais dos indicadores avaliados pelos métodos técnicos. Os fatores que geraram esses índices possuem interpretação própria, com inter-relações diferentes entre as variáveis. Contudo, nenhuma variável (indicador de qualidade do solo) foi excluída dos modelos gerados pela Análise Fatorial, e todas participaram como pontuações correspondentes aos fatores extraídos, das quais se obtiveram os escores que compõem o IQS. Por isso, os IQS das diferentes avaliações em cada assentamento rural puderam ser associados para obtenção do coeficiente de correlação de Spearman (Tabela 3.20).

Foram encontradas semelhanças estatísticas entre os postos do IQS da avaliação empírica e do IQS da avaliação técnica, em ambos os assentamentos e o alto grau de associação entre estes postos pela correlação de Spearman, implica que estas avaliações possuem um poder de discriminação de amostras de solo bastante semelhante entre si (Tabela 3.20).

3.7 Realidades e encontros socioculturais nas comunidades APAUT e ASTRAL

Nas décadas passadas muitas famílias migraram para as cidades, e conseqüentemente perderam suas referências com relação à experiência agrícola, fatos identificados nos relatos dos assentados das associações APAUT e ASTRAL. O regresso dessas pessoas para o campo por meio de processos de reforma agrária ainda representa um grande desafio nos aspectos sociais e culturais, pois são cidadãos com reduzido vínculo com a

terra e estão buscando restaurar suas raízes. Neste contexto, o projeto da avaliação de indicadores de qualidade do solo teve uma aplicação direta na reconstrução das relações entre os indivíduos e suas terras, pois levou metodologias participativas para as comunidades e promoveu maior integração entre os agricultores.

A etnopedologia e suas implicações como ciência e metodologia aplicada ao planejamento sócio-participativo contribuiu para que nesse estudo se fizessem importantes reflexões acerca da migração de populações do campo para a cidade e vice-versa, em particular àquelas que estão relacionadas à reconstrução dos saberes empíricos que estão baseados na relação dos agricultores com suas terras.

Nos assentamentos rurais, foi verificado que um grande número de pessoas se depara com os inusitados ambientes e novos arranjos sociais que demandam novas posturas e ações coletivas, efetivas e urgentes, especialmente no aspecto do uso sustentável da terra. É perceptível na nossa sociedade a fragilidade desse diálogo entre o homem urbano e o homem rural, e isso precisa ser restaurado, porque as futuras gerações podem sofrer muitos danos se as decisões tomadas no campo não estiverem pautadas em temas como a segurança alimentar e econômica, a preservação ambiental e a estrutura familiar.

A intervenção técnica realizada nesse estudo com uma abordagem etnopedológica fez com que os técnicos/extensionistas percebessem os assentados como sujeitos dotados de habilidades e saberes diversos que constituem uma referência importante para o desenvolvimento de habilidades interpretativas e práticas que afetam a qualidade do solo e conseqüentemente a qualidade de vida das pessoas dessas comunidades. Ficou evidente nesse estudo que esses conhecimentos não podem ser desconsiderados, pois trazem a concepção do passado, a capacidade de análise do presente e alimenta a projeção do futuro.

3.8 Importância socioambiental do projeto

A realização deste estudo com indicadores de qualidade do solo propiciou a compreensão de algumas particularidades muitas vezes pouco consideradas, principalmente no aspecto de se lidar com as características imensuráveis do conhecimento dos agricultores. Tais aspectos não costumam ser completamente ignorados, mas é importante destacar que eles deveriam ser vistos como fundamentais no processo de identificação de problemas relacionados ao manejo e a conservação do solo. Nesse sentido, verificou-se que a avaliação empírica, cujos aspectos poderiam ser considerados imperceptíveis, possui uma forte relação causal e conseqüentemente um grande potencial explicativo para os problemas encontrados no solo.

Os agentes sociais das atividades de pesquisa e extensão tiveram nas metodologias participativas a oportunidade de reavaliar sua práxis profissional, especialmente com relação à própria difusão tecnológica, pois aperfeiçoaram e simplificaram suas interpretações, desenvolveram a sensibilidade para refletir sobre os efeitos de práticas de manejo, correlacionando-as com as propriedades físicas, e biológicas dos solos, e, ao mesmo tempo, comunicando aos agricultores as possíveis relações entre os processos existentes nos agroecossistemas avaliados.

Ressalta-se que o aspecto da sociabilidade cooperativa, associativa, foi fundamental para a execução participativa das avaliações dos indicadores da qualidade do solo. A experiência do diálogo com os pequenos agricultores propiciou abordagens que transcendem o campo da disciplinaridade e do saber exclusivamente acadêmico, o que promoveu um olhar crítico dos técnicos/pesquisadores sobre os paradigmas vigentes, e os mesmos passaram a considerar o agricultor como ator e parceiro no processo decisório.

Uma das características marcantes desse estudo foi a percepção de que em sistemas de agricultura tradicional ainda prevalecem o acúmulo de experiências de agricultores interagindo com o ambiente, muitas vezes sem condições de acesso a insumos externos, capital ou conhecimento científico. Por isso esse estudo valorizou a construção do conhecimento baseado na experimentação empírica com recursos localmente disponíveis, como previsto pela etnopedologia, propiciando aos agricultores elencar os indicadores de

qualidade do solo adaptados às condições locais, com ênfase na produtividade sustentável para satisfazer suas necessidades mais prementes.

A simplicidade das avaliações empíricas despertou a curiosidade dos agricultores, pois permitiu que eles avaliassem o solo e as propriedades que se destacaram, identificando os processos e interações biológicas responsáveis pelo seu desempenho, além de caracterizar o estado atual de cada indicador (Item 3.2). Os atributos matéria orgânica, cobertura do solo, compactação e atividade microbiana, foram os indicadores que mais se destacaram na avaliação dos produtores rurais no campo, pela sua proximidade real às notas das avaliações técnicas (Tabela 3.4 e 4.5).

Finalmente, considera-se que deve haver uma disposição permanente em promover o enfoque agroecológico nos centros de pesquisa e extensão, por meio de esforços interdisciplinares que integrem, na práxis, as disciplinas que foram separadas pelo desenvolvimento da ciência convencional. A pesquisa agroecológica, juntamente com o ensino e a extensão rural agroecológica, devem articular as diversas forças sociais dos setores público e privado para consolidar a urgência de se aumentar o espaço da agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável.

As Instituições técnicas devem desenvolver programas que subsidiem a integração das avaliações dos indicadores de qualidade do solo, tanto pelas avaliações técnicas quanto pelas avaliações empíricas, valorizando o olhar do agricultor sobre terra. Assim, uma proposta pedagógica deve nascer justamente de uma realidade em construção, com elementos já assentados e elementos a construir, de valores, sonhos e problemas a serem superados. Portanto, ela emerge das experiências de homens e mulheres na busca de respostas para as dificuldades encontradas no caminho.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os agricultores dos assentamentos APAUT e ASTRAL foram capazes de identificar/caracterizar/interpretar os atributos relacionados à qualidade dos solos cultivados nos diferentes usos da terra.

As avaliações empíricas dos indicadores de qualidade do solo em campo pelos agricultores dos assentamentos APAUT e ASTRAL efetivamente diferenciaram os usos da terra estudados pelas condições e características atuais do solo, demonstrando que esses métodos subjetivos podem auxiliar no diagnóstico de problemas relacionados ao manejo e à conservação do solo. Os métodos empíricos também foram capazes de promover um espaço diferenciado de interação entre técnicos e agricultores, e suscitaram a necessidade do diálogo, dos questionamentos e da interpretação dos fenômenos relacionados ao solo.

As diferenças significativas entre as notas das avaliações empírica e técnica para cada indicador de qualidade do solo pelo teste de Wilcoxon não significam que os métodos empíricos não possam ser validados pelos métodos técnicos, apenas alertam para a importância da continuidade desse estudo e das práticas de experimentação no campo para que os agricultores desenvolvam sua percepção de modo a tornem-se cada vez mais sensíveis e proativos para detecção dos problemas relacionados ao manejo do solo e suas respectivas soluções. Nos dois assentamentos, APAUT e ASTRAL, os indicadores de qualidade do solo matéria orgânica e cobertura apresentaram notas da avaliação empírica muito próximas às notas da avaliação técnica.

As avaliações técnicas para os indicadores de qualidade do solo, de modo geral, confirmam o poder de discriminação das avaliações empíricas em relação aos usos da terra estudados. Porém, os limites entre as notas atribuídas para cada indicador de qualidade são diferentes. Pelo coeficiente de Spearman verificaram-se baixas correlações entre as avaliações empírica e técnica para os indicadores atividade microbiana, umidade, estrutura e erosão na APAUT, e os indicadores matéria orgânica, compactação e estrutura na ASTRAL. Nesse estudo foi possível perceber que os métodos empíricos podem envolver mais de um atributo do solo, tanto nos processos de execução quanto nos de interpretação, além do caráter subjetivo dessas interpretações, e essas

características podem distanciá-los dos métodos objetivos e analíticos, pois estes se detêm nos atributos do solo isoladamente.

Nos fatores extraídos pela Análise Fatorial foi possível verificar correlações positivas dos indicadores de qualidade do solo atividade microbiana, cobertura, estrutura, matéria orgânica e umidade com as funções de qualidade e conservação do solo, e correlações negativas dos indicadores compactação e erosão com essas funções.

Pelos Índices de Qualidade do Solo, tanto nas avaliações empíricas quanto nas avaliações técnicas, percebe-se que o uso da terra “cultivo do cacau” no sistema agroflorestal da Cabruca, em relação aos outros usos cultivo de café, cultivo da mandioca e pasto, aparece como o uso que tem as melhores características do ponto de vista da conservação do solo. As classificações dos usos da terra pelo Índice de Qualidade do Solo confirmam o poder de discriminação de ambas as avaliações empírica e técnica.

Este projeto promoveu a integração entre agricultores e técnicos / pesquisadores na construção do diálogo sobre as potencialidades e problemas dos solos cultivados intrínsecos às práticas de manejo, e exorta à necessidade de continuidade dessas avaliações como uma forma de monitoramento da qualidade e conservação do solo.

REFERÊNCIAS

AIME, M. C.; PHILLIPS - MORA, W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. **Mycologia**, v. 97, p. 1012 - 1022, 2005.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Un Método Agroecológico Rápido para la Evaluación de La Sostenibilidad de Cafetales**. Manejo Integrado de Plagas e y Agroecologia: 2002. 64:17-24.

ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L.; CAMBARDELLA, C. A. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, p.1945-1962, 2004.

ANGELINI, G. A. R.; LOSS, A.; LOUREIRO, D. C.; SILVA, E. M. R.; SAGGIN-JUNIOR, O. J. **Atividade microbiana do solo sob agrofloresta e pastagem em área de manejo agroecológico, em Seropédica**, RJ. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011.

AQUINO, J.A; FARIA, J. C. **Vim-R-Plugin: Plugin to work with R**. UFC and UESC, Fortaleza, Ceará, Brasil and Ilhéus, Bahia, Brasil, 2012. URL: <http://www.vim.org/scripts/script.php?script_id=2628>

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1,p.187-206, 2012.

ARAUJO Q.R e PAIVA A. Q. **Aspectos Básicos de Manejo e Conservação do Solo na Região Cacaueira** In: 25^a Semana do Fazendeiro, 2003, Uruçuca, Bahia. Agenda Técnica da 25^a Semana do Fazendeiro. Ilhéus, Bahia: CEPLAC/CEPEC/SIDOC, 2003

ARAUJO, Q. R.; ARAÚJO, M. H. S.; SAMPAIO, J. O. **Análise do risco de erosão em microbacias hidrográficas: estudo de caso das bacias hidrográficas dos rios Salomé e Areia, Sul da Bahia**. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Org.) Conceito de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: EDITUS, 2002, p.163-177.

BARETTA, D. SANTOS, J. C. P.; FIGUEIREDO, S.R. & KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 715-724, 2005.

BARRERA BASSOLS, N; ZINC, J.A. Ethnopedology: the soil knowledge of local people. In: BARRERA BASSOLS, N; ZINC, J. A. eds. **Ethnopedology in a worldwide perspective**. Enschede, International Institute for Aerospace and Earth Sciences (ITC), 2000. 636 p.

BERTONI, J. **Conservação do solo** – São Paulo. Ícone, 1990. 355 p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 14. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. 975 p.

BRASIL. MDA/INCRA. **Agricultura familiar, reforma agrária e desenvolvimento local para um novo mundo rural**. Brasília: 1999.

BRUGGEN, A.H.C.; SEMENOV, A.M. In **Search of Biological Indicators for Soil Health and Disease Suppression**. **Applied Soil Ecology**. Amsterdam, v. 15, nº 1, p. 13-24, 2000.

CARVALHO, D.F.; SANTANA, A.C.; NOGUEIRA, A.K.M.; MENDES, F.A.T.; CARVALHO, A.C. **Análise do desempenho competitivo da Indústria de móveis de madeira do Estado do Pará**. Amazônia: Ciência e Desenvolvimento. Belém, v. 2, n. 4, p. 37-36, jan./jun. 2007

CARVALHO, A. J. A.; SOUZA, E. H.; MARQUES, C. T. S.; GAMA, E. V. S.; NACIF, P. G. S. Caracterização física dos solos dos quintais agroflorestais e cultivos monotípicos na região de Amargosa, Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2: 941-944, 2007.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, 13(2):195-203, abr-jun, 2007.

COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. **Dynamics of organic matter in tropical ecosystems**. Niftal Project, University Hawai Press, 1989. 249 p.

DICK, D. P.; NOVOTNY, E. H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo**. Parte II (Aplicações). Viçosa: SBCS, 2009, v. 11, p. 1-67.

DICK, R. P. A review: long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters. **Agricultural Ecosystems Environmental**, v. 40, p. 25-36, 1992.

DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1996. 409 p.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Wisconsin: Soil Science Society American, 1994. p. 3-21. (Special Publication, 35).

EKWUE, E.I.; STONE, R.J. **Organic matter effects on the strength properties of compacted agricultural soils**. Transactions of the ASAE, v. 38, p. 357–365, 1995.

Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.306 p.

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P., SILVA, P., CHAN, B. **Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões**. 1.ed. Rio de Janeiro: Campos Elsevier, 2009.

FEIDEN, A. Agroecologia: Introdução e Conceitos. In: **Agroecologia Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**/editores técnicos, Adriana Maria de Aquino, Renato Linhares de Assis. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 51-70.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: VAN LIER, Q. J. (Ed.) **Física do solo**. Viçosa: SBCS, 2010. cap. 1, p. 1-27.

GAMA-RODRIGUES, E. F. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamento de eucalipto**. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GAMA-RODRIGUES, E. F., GAMA-RODRIGUES, A. C, NAIR, P. K. R. (2011) Soil carbon sequestration in cacao agroforestry systems: A case study from Bahia, Brazil. In KUMAR, B. M., NAIR, P. K. R. (Ed.) **Carbon sequestration potential of agroforestry systems. Opportunities and challenges. Series: Advances in agroforestry.** 1st ed. The Netherlands: Springer Science, 2011, v. 8, p. 85-100.

GLAESER, D. F.; MERCANTE, F. M.; ALVES, M. A. M.; SILVA, R. F.; KOMORI, O. M. **Biomassa microbiana do solo sob sistemas de manejo orgânico em cultivos de café.** Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, v.14. n.2, 2010.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável.** 2 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS. 2001. 653 p.

HAIR Jr., J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados.** 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INÁCIO, E. S. B.; CANTALICE, J. R. B.; ARAUJO, Q. R.; NACIF, P. G. S.; BARRETO, A. C.; BEZERRA, S. A.; MOURA, P. M.; SILVA, P. H. D. Quantificação da erosão em um sistema agroflorestal no Sul da Bahia. In: Jornada de ensino pesquisa e extensão da UFRPE, 4., 2004, Recife. **Anais...** Recife: Imprensa Universitária, 2004, CD ROOM.

KAISER, S. An Index of Factorial Simplicity. *Psychometrica*, vol.39, pp.31-36, 1974.

KARLEN, D.L.; DITZLER, C.A.; ANDREWS, S.S. **Soil Quality: Why and How?** Amsterdam, *Geoderma*, 114(¾):145-156, 2003.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMAN, G.E. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. **Soil Science Society America Journal**, v.61, n.1, p.4-10, 1997.

KARLEN, D.L.; STOTT, D. A framework for evaluating physical and chemical indicators. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment.** Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society American, 1994. Cap.4, p.53-72. (Special Publication, 35).

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK C. A.; EVANS, D. D.; WHITE, J. L.; ENSMINGER, L. E.; CLARK, F. E. (ed.). **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Part 1. Madison: American Society of Agronomy, 1965. 2.ed. p.499-510.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis**. Part 1. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.425-442.

KIEHL, J. E. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KRUSKAL, W. H. Historical notes on the wilcoxon unpaired two-sample test. **Journal of the American Statistics Association JASA**, v. 279, n. 52, p. 356–360, 1957.

LEHMANN, E.L. **Nonparametrics: Statistical Methods based on Ranks**. Holden-Day; San Francisco, 1976.

LEMON J. **Plotrix: A package in the red light district of R**. R-News, v. 6, n. 4, p. 8–12, 2006.

LEPSCH, I. P. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p.

LIBARDI, P. L. Água no solo. In: VAN LIER, Q. J. (Ed.) **Física do solo**. Viçosa: SBCS, 2010. cap. 3, p. 103-152.

LOBÃO, D. E.; SETENTA, W. C. **Conservação Produtiva: cacau por mais 250 anos**. Itabuna, Bahia, 2012. 190 p.

LOMBARDI NETO, F. Cobertura morta. In: RAIJ, van B.; LOMBARDI NETO, F.; SARTINI, H. J.; KUHN NETO, J.; MOURA, J. C. de; DRUGOWICH, M. I.; CORSI, M.; CASTRO, O. M. de; BERTON, R. S. **Manual técnico...solo e água - Tecnologias...água no solo**. Campinas: CATI, 1993.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F; ALVAREZ, V. V. H; BARROS, N. F; FONTES, R. L.

F; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/UFV, 2007. p. 1-64.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MAROCO, J. **Análise Estatística com a utilização do SPSS**. 3.ed. Lisboa: Lisboa. 2007. 822p.

MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELENO, C. S. F.; TOURO CAVALHEIRO, J. C. OTSUBO, A. A. **Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca**. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. cap. 2, p. 65-90

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística Multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MORAES, M. F.; OLIVEIRA, G. C.; KLIEMANN, H. J.; SEVERIANO, E. C.; SARMENTO, P. H. L.; NASCIMENTO, M. O. Densidade e porosidade do solo como diagnóstico do estado de degradação de solos sob pastagens na região dos Cerrados. In: V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Belo Horizonte. **Anais** do V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: água e biodiversidade. Belo Horizonte – MG: SOBRADE, 2002, p.256-258.

MOREIRA, F. M. de S; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia de Bioquímica do Solo**, 2 Ed, Editora UFLA, Lavras, MG, 2006, 729 p.

MÜLLER, M, W. et al. Sistemas agroflorestais com cacau como exploração sustentável dos biomas tropicais. Semana do Fazendeiro, 25^a, Uruçuca, 2002. **Agenda**. Uruçuca, CEPLAC/CENEX/EMARC, pp. 137-142. 2003.

NAMBIAR, E. K.S. **Sustained productivity of Forest is a continuing challenge to Soil Science**. Soil Sci. Soc. Am. J., 60:1629-1642,1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRCC. **Soil and water quality: and agenda for agriculture**. Washington, DC: National Academy Press, 1993. 542 p.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.

PAIVA, A. Q.; ARAUJO, Q. R. Fundamentos do manejo e da conservação dos solos na região produtora de cacau da Bahia. In: VALLE, R. M. R. **Ciência, tecnologia e manejo do cacau**. Brasília, DF: MAPA, 2012. cap. 4, pp. 115-134.

PAMPLONA, V. M. S. **Índices de Qualidade do Solo para plantação de açaí**. 2011. 139f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2011.

PEDROTTI, A.; MÉLLO JÚNIOR, A. V., **Avanços em ciências do solo: A física do solo na produção agrícola e qualidade ambiental**, São Cristovão: Editora UFS, Aracaju: Fapitec, 2009. 212 p.

POWLSON, D.S. et al. **Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total organic matter due to straw incorporation**. Soil Biology Biochemistry, v. 19, p. 159-164, 1987.

REICHERT, J. M.; DALVAN, J. R.; SUZUKI, L. E. A. S.; HORN, R. Mecânica do solo. In: VAN LIER, Q. J. (Ed.) **Física do solo**. Viçosa: SBCS, 2010. cap. 2, p. 30-102. 298 p.

REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L.E.; GRIFFIT, J.J. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 163-176.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Gênese: aspectos gerais. In: _____. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Lavras: UFLA, 2007a. cap. 7, p.123-141.

SANTANA, A.C. Índice de Desempenho Competitivo das empresas de polpa de frutas do Estado do Pará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 749-775, jul./set. 2007.

- Repetida SIEGEL, S. **Non-parametric statistics for the behavioral sciences**. New York: McGraw-Hill. pp. 75–83. 1956.

SIEGEL, S. **Nonparametric Statistics**. The American Statistician, v. 11, n. 3, p. 13-19. Jun., 1957.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 275-374.

SILVA JÚNIOR, A.; FRANCELINO, C. S. F.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; CAVALHEIRO, J. C. T. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. Ciência e tecnologia para a raiz do Brasil: **Anais**. Campo Grande: Governo do Estado; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. Atributos microbiológicos avaliados em cultivo de mandioca sob diferentes coberturas do solo. CD ROM

SILVA, A. S. Análise morfológica dos solos e erosão. Cap.3. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELLHO, R. G. M. (org.) **Erosão e conservação dos solos: conceito, temas e aplicações**. 7ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 101-126.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Comunicado Técnico, 99. Embrapa Agrobiologia. Seropédica/RJ, 2007.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. & LANNA, A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, M. S. C. da; MATTOS, C.; FEIDEN, A.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. da. Estoque e teor de nitrogênio na serapilheira de sistemas agroflorestais, monocultura de mandioca e floresta secundária em Paraty, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental: **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004, p.52-54. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

SNAKIN, V.V.; KRECHETOV, P.P.; KUZOVNIKOVA, T.A.; ALYABINA, I.O.; GUROV, A.F.; STEPICHEV, A.V. **The system of assessment of soil degradation**. Soil Technology, v.8, n.4, p.331-343, 1996.

SPAGNOLLO, E. **Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas submetidos a queima e manejos dos resíduos culturais**. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI-NETO, V.L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. **STAB. Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v. 1, n. 3, p.18-23, jan./fev. 1983.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, Amsterdam, v. 114, n. 3/4, p. 143-144, 2003.

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. **Using multivariate analysis**. Needham Heights: Allyn & Bacon, 2007.

THOMAZINI, A.; AZEVEDO, H. C. A. de; MENDONÇA, E. de S. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas conservacionistas e convencionais de café no sul do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, nº 2, p. 150-159, 2012.

TIMM, L. C.; PIRES, L. F.; ROVERATTI, R.; ARTHUR, R. C. J.; REICHARDT, K.; ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do planalto – RS**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, RS, 2006.

TURCO, R. F.; BLUME, H. Indicators of soil quality. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23. Lavras. 1998 **Resumo** – CD ROM, Lavras, Sociedade brasileira de ciência do solo/Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1998.

USDA – United State Department of Agriculture. **Soil Quality Test Kit Guide**. Washington, DC: ARS/NRCS/SQI. 2001.

VAN LIER, Q. de J. **Física do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG, 2010, 298 p

VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 196 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Revisão de literatura: uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p. 743-755, 2009.

Zalamena, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto-RS**. 2008. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, RS, Brasil. 2008.

WILCOXON, F. **Individual comparisons by ranking methods**. Biometrics Bulletin, v. 6, p. 80–83, 1945.

|

APÊNDICE

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Perfis de solo da APAUT, Ilhéus, Bahia

PERFIL Nº 1 (Local 1 APAUT)

DATA: 27/09/2012.

CLASSIFICAÇÃO ATUAL: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Embrapa, 2006).

CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR: Haplorthox variação Cristalino (SILVA et al., 1975) e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (CARVALHO FILHO et al., 1986).

LOCALIZAÇÃO/GEORREFERÊNCIAS: Assentamento na zona do Japú / 14° 48' 54" S; 39° 08' 00" W.

SITUAÇÃO: Terço médio.

RELEVO: Ondulado.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas do Cristalino. Proterozóico.

USO(S) DA TERRA: Cultivo de Café Conilon, Mamão, Banana, Mandioca e Cacau-Cabruca.

COLETOR(ES): SANTANA, S. O.; ROCHA JÚNIOR, A. W. O.

A11 - 00 - 10 cm; bruno escuro (10YR 3/3– úmido), argila, fraca muito pequena a pequena granular; firme, ligeiramente plástico e pegajoso, transição plana e gradual;

A12 - 10 - 30 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 4/4 - úmido), argila, fraca muito pequena a médios blocos subangulares, firme, plástico e ligeiramente, transição plana e difusa;

Bw1 - 30 - 47 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 4/6 - úmido), argila, fraca pequena a média blocos subangulares, firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa

Bw2 - 47 - 82 cm; bruno amarelado (10YR 4/6 – úmido); argila, fraca pequena a média blocos subangulares, firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa;

Bw3i - 82 - 99 cm+; bruno amarelado (10YR 4/6 - úmido) e vermelho (10YR 4/6 – úmido) argila, fraca pequena a média blocos subangulares e material semi-intemperizado, firme, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bw4i 99 -169 cm+; vermelho amarelado (5Y 5/6 - úmido) e vermelho (10 YR 4/6 – úmido).

OBSERVAÇÕES: Raízes comuns no Horizonte A, poucas nos demais. Ocorrência de seixos rolados e material semi-intemperizado, este a partir de 82 cm. Má drenagem subsuperficial evidenciada pelo acúmulo de água pluvial.

PERFIL Nº. 02 (Local 2 APAUT)

DATA: 27/09/2012.

UNIDADE: Una Úmido.

CLASSIFICAÇÃO ATUAL: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Embrapa, 2006).

CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR: Haplorthox variação Cristalino (SILVA et al., 1975) e Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico (CARVALHO FILHO et al., 1986).

LOCALIZAÇÃO/GEORREFERÊNCIAS: Assentamento na zona do Japú / 14° 48' 56"S; 39° 08' 21" W.

SITUAÇÃO: Terço médio.

DRENAGEM: bem drenado.

RELEVO: Ondulado.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas do Cristalino. Proterozóico.

USO(S) DA TERRA: Cultivos de Mamão, Banana, Mandioca e Cacau-Cabruca.

COLETOR(ES): SANTANA, S. O.; ROCHA JÚNIOR, A. W. O.

A11 - 00 - 13 cm; preto (10YR 2/2 - úmido), argila, fraca muito pequena a pequena granular; friável, ligeiramente plástico e pegajoso, transição plana e gradual;

A12 - 13 -18 cm; bruno amarelado (10 YR 5/8 - úmido), argila, fraca pequena a média granular e blocos subangulares, friável, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.

B/A -18 - 47 cm; bruno amarelado (10 YR 5/6 - úmido), argila, fraca pequena a média blocos subangulares, friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

Bw1 - 47 – 76 cm; bruno amarelado (10 YR 4/6 - úmido), argila, fraca pequena a média blocos subangulares que se desfaz em maciça porosa, friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bw2 – 76 -164 cm+; vermelho amarelado (10YR 4/6 - úmido), argila, maciça porosa, friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bw3 – 164 – 200 cm+; bruno amarelado escuro (10YR 4/6 - úmido), argila, maciça porosa, friável, plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes comuns no horizonte A, poucas nos demais; Ocorrência de material primário semi-intemperizado no Bw3. Muito poroso.

Perfis de solo da ASTRAL, Maraú, Bahia

PERFIL Nº 01 (Local 1 ASTRAL)

DATA: 16/10/2012.

UNIDADE: Itabuna Profundo.

CLASSIFICAÇÃO ATUAL: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (SANTANA et al, 2011; Embrapa, 2006).

CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR: Tropudult variação Itabuna (SILVA et al, 1975).

LOCALIZAÇÃO/GEORREFERÊNCIAS: Assentamento na Fazenda Liberdade, Maraú / 14° 12' 42" S; 39° 23' 37" W.

SITUAÇÃO: Terço médio.

RELEVO: Suave ondulado e ondulado.

EROSÃO: Lateral ou *run off*.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Proterozóicas.

USO(S) DA TERRA: Pasto, Cultivo de Banana, Fruteiras e Cacau-Cabruca.

COLETOR(ES): SANTANA, S. O.; ARAUJO, Q. R.; ROCHA JÚNIOR, A. W. O.; COSTA, J.

A - 00 – 21 cm; bruno escuro (10YR 3/3– úmido), argila, fraca muito pequena a pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e abrupta;

BA – 21 -38 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 3/4 - úmido), argila,, fraca pequena a média blocos subangulares, cerosidade fraca, pouca e comum; friável, plástico e pegajoso, transição plana e gradual;

Bt1 - 38 - 71 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 4/6 - úmido), argila, fraca pequena a média blocos subangulares, cerosidade fraca, pouca e comum, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual;

Bt2 - 71 - 125 cm; amarelo brunado (10YR 6/8 – úmido), argila, fraca pequena a média blocos subangulares, cerosidade fraca, pouca e comum, plástico e pegajoso; transição plana e difusa;

Bt3 - 125 - 200 cm+; amarelo brunado (10YR 6/6 - úmido); argila, fraca pequena a média, blocos subangulares, cerosidade fraca, pouca e comum; firme, plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes comuns no horizonte A, com uma de 4 cm de diâmetro, em sentido horizontal. Poucas nos demais horizontes. Ocorrência de minhocas em galerias no horizonte A; material primário no horizonte B em pequena percentagem.

PERFIL Nº 02 (Local 2 ASTRAL)

DATA: 16/10/2012.

UNIDADE: Itabuna Profundo.

CLASSIFICAÇÃO ATUAL: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (SANTANA et al, 2011; Embrapa, 2006)

CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR: Tropudult variação Itabuna (SILVA et al, 1975).

LOCALIZAÇÃO/GEORREFERÊNCIAS: Assentamento na Fazenda Liberdade, Maraú / 14° 12' 34" S; 39° 23' 06" W.

SITUAÇÃO: Terço médio

ALTITUDE: 109 m

RELEVO: Suave ondulado e ondulado.

EROSÃO: Lateral ou *run off*.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Proterozóicas.

USOS DA TERRA: Cultivo de Mandioca, Banana, Acerola e Cacau.

COLETOR(ES): SANTANA, S. O.; ARAUJO, Q. R.; ROCHA JÚNIOR, A. W. O.; COSTA, J.

A - 00 - 20 cm; bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2– úmido), franco argiloso, fraca muito pequena a média granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e abrupta;

BA - 20 - 41cm; bruno escuro (10 YR 3/6 - úmido), argila, fraca pequena a média blocos subangulares, cerosidade fraca, pouca e comum; firme, ligeiramente plástico e pegajoso, transição plana e difusa;

Bt1 - 41 - 68 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 4/6 - úmido), argila, fraca pequena a média blocos subangulares, cerosidade fraca, pouca e comum, friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa;

Bt2 - 68 - 115 cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/4 – úmido). Argila, fraca pequena a média blocos subangulares, cerosidade fraca, pouca e comum; firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa;

Bt3 - 115 - 200 cm+; bruno forte (7,5 YR 4/6 - úmido); argila, fraca pequena a média blocos subangulares e grãos simples, cerosidade fraca, pouca e comum; firme, plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes comuns no horizonte A, raras nos demais horizontes. Ocorrência de cupins até 80 cm.

Dados físicos e químicos das amostras de solo coletadas dos perfis de solo descritos na APAUT, Ilhéus, Bahia

Tabela 1 – Dados das análises físicas das amostras de solo dos perfis do solo da APAUT, Ilhéus, Bahia

Horizonte/Profundidade (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	Silte/Argila	Grau de Floculação	Equivalente de Umidade	Densidade de Partículas
	g kg ⁻¹						%	g kg ⁻¹	kg dm ⁻³
Perfil 1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico									
A11 - 00 - 10	353	277	240	130	28	1,85	78,5	210,3	2,64
A12 - 10 - 30	341	248	226	185	20	1,22	89,2	225,7	2,69
Bw1 - 30 - 47	297	239	250	214	16	1,17	92,5	262,1	2,68
Bw2 - 47 - 82	296	201	223	280	18	0,80	93,6	282,5	2,68
Bw3 - 82 - 99	260	158	248	334	23	0,74	93,1	348,9	2,68
Bw4 - 99 - 160	231	114	268	387	8	0,69	97,9	445,8	2,69
Perfil 2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico									
A11 – 00 - 13	299	332	239	130	24	1,84	81,5	196,5	2,65
A12 – 13 - 18	261	290	286	183	32	1,45	82,5	221,2	2,65
BA - 18 - 47	208	262	286	244	14	1,17	94,3	256,6	2,68
Bw1 - 47 - 76	168	229	150	453	16	0,33	96,5	289,0	2,67
Bw2 - 76 - 164	156	187	268	389	18	0,69	95,4	332,5	2,63
Bw3 - 164 - 200	185	165	217	433	14	0,50	96,8	345,3	2,66

Tabela 2 – Dados das análises químicas das amostras de solo dos perfis da APAUT, Ilhéus, Bahia

Horizonte/Profundidade (cm)	pH H ₂ O	C g kg ⁻¹	MO g kg ⁻¹	N g dm ⁻³	C/N	P mg dm ⁻³	Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)								V (%)	m (%)
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺ ₊	H ⁺	S	CTC		
Perfil 1 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico																
A11 - 00 - 10	5,8	17,4	29,92	1,85	9,41	3	6,0	2,0	0,08	0,06	0,0	3,00	8,08	8,08	72,9	0,0
A12 - 10 - 30	5,8	9,48	16,30	1,75	5,42	3	2,5	1,1	0,03	0,04	0,0	2,20	3,63	3,63	62,2	0,0
Bw1 - 30 - 47	5,7	8,16	14,03	1,78	4,58	3	1,5	0,9	0,01	0,03	0,0	2,00	2,41	2,41	54,6	0,0
Bw2 - 47 - 82	5,3	6,00	10,32	0,56	10,71	2	1,0	0,8	0,01	0,06	0,0	2,00	1,81	1,81	47,5	0,0
Bw3 - 82 - 99	5,3	5,64	9,70	0,45	12,53	3	0,5	0,6	0,01	0,12	0,4	3,00	1,11	1,51	24,6	26,4
Bw4 - 99 - 160	5,0	4,08	7,01	0,34	12,00	1	0,5	0,5	0,01	0,28	1,3	3,40	1,01	2,31	17,6	56,2
Perfil 2 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico																
A11 – 00 - 13	5,9	20,88	35,91	2,16	9,67	2	8,9	1,1	0,07	0,03	0,0	1,30	10,07	10,07	89,1	0,0
A12 – 13 - 18	6,2	13,56	23,32	1,15	11,79	1	5,0	0,8	0,06	0,03	0,0	1,40	5,86	5,86	80,7	0,0
BA - 18 - 47	6,4	13,08	22,50	0,98	13,35	1	4,1	0,8	0,03	0,03	0,0	1,50	4,93	4,93	76,6	0,0
Bw1 - 47 - 76	5,2	8,52	14,65	0,70	12,17	2	1,8	0,9	0,01	0,12	0,0	2,10	2,71	2,71	56,3	0,0
Bw2 - 76 - 164	4,8	8,28	14,24	0,67	12,36	2	0,6	0,4	0,01	0,03	0,2	2,80	1,01	1,21	25,1	19,8
Bw3 - 164 - 200	4,8	4,44	7,64	0,45	9,87	1	0,6	0,4	0,01	0,02	0,2	2,50	1,01	1,21	27,2	16,5

MO= Matéria orgânica; S = Soma de Bases; CTC = Capacidade de Troca de Cátions; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio [(100 Al / (Al + S))].

Tabela 3 - Dados da análise de micronutrientes das amostras de solo dos perfis da APAUT, Ilhéus, Bahia

Horizonte/Profundidade (cm)	Fe	Zn	Cu	Mn
	mg dm ³			
Perfil 1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico				
A11 - 00 - 13	31	3,0	1,0	189
A12 - 13 - 18	31	1,0	1,0	108
BA - 18 - 47	27	1,0	1,0	107
Bw1 - 47 - 76	20	1,0	0,5	42
Bw2 - 76 - 164	20	1,0	0,5	2
Bw3 - 164 - 200	18	1,0	0,5	0,4
Perfil 2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico				
A11 - 00 - 13	29	2,0	0,5	154
A12 - 13 - 18	28	1,0	0,5	46
BA - 18 - 47	28	0,5	0,5	15
Bw1 - 47 - 76	19	0,4	0,5	2
Bw2 - 76 - 164	17	0,2	0,4	1
Bw3 - 164 - 200	14	0,2	0,4	0,4

Dados físicos e químicos das amostras de solo coletadas dos perfis descritos na ASTRAL, Maraú, Bahia

Tabela 4 – Dados das análises físicas das amostras de solo dos perfis da ASTRAL, Maraú, Bahia

Horizonte/Profundidade (cm)	Areia	Areia	Silte	Argila	Argila	Silte/Argila	Grau de	Equivalente de	Densidade de
	Grossa	Fina			Natural		Floculação	Umidade	Partículas
g kg ⁻¹									
%									
g kg ⁻¹									
kg dm ⁻³									
Perfil 1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico									
A - 00 - 21	572	146	163	119	34	1,37	71,4	135,0	2,67
BA - 21 - 38	359	141	194	306	26	0,63	91,5	222,2	2,69
Bt1 - 38 - 71	333	120	187	360	8	0,52	97,8	254,2	2,65
Bt2 - 71 - 125	336	105	215	344	16	0,63	95,3	272,6	2,68
Bt3 - 125 - 200	282	116	315	287	10	1,10	96,5	298,0	2,68
Perfil 2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico									
A - 00 - 20	425	196	253	126	24	2,01	80,9	202,4	2,65
BA - 20 - 41	222	100	366	312	14	1,17	95,5	346,2	2,68
BA - 41 - 68	135	63	358	444	19	0,81	95,7	423,0	2,62
Bt1 - 68 - 115	119	64	400	417	17	0,96	95,9	435,2	2,64
Bt2 - 115 - 200	171	109	430	290	12	1,48	95,9	418,5	2,64

Tabela 5 – Dados das análises químicas das amostras de solo dos perfis do ASTRAL, Maraú, Bahia

Horizonte/Profundidade (cm)	pH H ₂ 0	C g kg ⁻¹	MO g kg ⁻¹	N g dm ⁻³	C/N	P (mg dm ⁻³)	Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)							V (%)	m (%)	
							Ca ⁺ +	Mg ⁺ +	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺ +	H ⁺	S			CTC
Perfil 1- Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico																
A – 00 – 21	4,8	11,08	19,06	1,09	10,17	1	1,5	0,4	0,07	0,02	0,3	3,40	1,97	2,27	53,2	13,2
BA – 21 - 38	4,3	8,88	15,27	0,73	12,16	2	0,7	0,3	0,04	0,01	1,0	3,20	1,11	2,11	26,4	47,3
Bt1 – 38 – 71	4,1	7,32	12,59	0,56	13,07	1	0,6	0,2	0,01	0,02	1,3	2,40	0,81	2,11	21,8	61,6
Bt2 – 71 – 125	4,0	4,32	7,43	0,48	9,00	1	0,4	0,2	0,01	0,02	1,3	2,40	0,61	1,91	16,4	68,0
Bt3 – 125 - 200	4,0	5,52	9,49	0,39	14,15	1	0,5	0,1	0,02	0,02	1,3	2,00	0,62	1,92	18,7	67,7
Perfil 2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico																
A – 00 - 20	5,1	17,16	29,52	0,98	17,51	1	3,0	1,1	0,04	0,03	0,0	2,50	4,14	4,14	62,3	0,0
BA – 20 - 41	5,3	7,32	12,59	0,81	9,04	4	2,4	1,5	0,01	0,05	0,0	2,30	3,91	3,91	60,7	0,0
BA – 41 – 68	4,8	7,20	12,38	0,56	12,86	4	1,0	0,6	0,01	0,06	0,9	3,90	1,61	2,51	33,5	35,8
Bt1 – 68 - 115	4,8	6,84	11,76	0,53	12,91	3	0,8	0,6	0,01	0,06	1,8	4,00	1,41	3,21	24,3	56,0
Bt2 – 115 - 200	4,6	3,84	6,60	0,34	11,29	6	0,2	0,3	0,01	0,04	3,9	4,70	0,51	4,41	5,9	88,4

MO = Matéria orgânica; S = Soma de Bases; CTC = Capacidade de Troca de Cátions; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio [(100 Al / (Al + S))].

Tabela 6 – Dados das análises químicas de micronutrientes das amostras de solo dos perfis da ASTRAL, Maraú, Bahia

Horizonte/Profundidade (cm)	Fe	Zn	Cu	Mn
	mg dm ³			
Perfil 1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico				
A - 00 - 21	207	0,2	0,5	4
BA - 21 - 38	172	1,0	0,3	1
Bt1 - 38 - 71	35	0,3	0,3	1
Bt2 - 71 - 125	23	0,3	0,3	1
Bt3 - 125 - 200	15	0,3	0,2	0,2
Perfil 1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico				
A - 00 - 20	29	2,0	0,6	67
BA - 20 - 41	21	0,5	0,4	7
BA - 41 - 68	21	0,5	0,4	3
Bt1 - 68 - 115	21	0,5	0,3	3
Bt2 - 115 - 200	14	0,5	0,3	0,4