

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA
REGIÃO DO CAPARAÓ - ES

MARCOS ANTONIO SATTLER

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
OUTUBRO – 2012

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA
REGIÃO DO CAPARAÓ - ES

MARCOS ANTONIO SATTLER

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof^a. Deborah Guerra Barroso

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 001/2013

Sattler, Marcos Antonio

Sustentabilidade de sistemas agroflorestais na Região do Caparaó - ES / Marcos Antonio Sattler. – 2013.

108 f. : il.

Orientador: Deborah Guerra Barroso

Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

Bibliografia: f. 86 – 97.

1. Indicadores de sustentabilidade 2. Desenvolvimento sustentável
3. Agrofloresta 4. Análise multivariada 5. Análise sistêmica de sistemas agrícolas I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD–
634.99

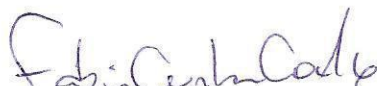
SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA
REGIÃO DO CAPARAÓ -ES

MARCOS ANTONIO SATTLER

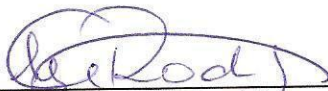
Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovado em 12 de dezembro de 2012.

Comissão Examinadora:



Prof. Fabio Cunha Coelho (D.Sc., Fitotecnia) - UENF



Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF



Prof^a. Maristela de Oliveira Bauer (D.Sc., Zootecnia) - CCA-UFES



Prof^a. Deborah Guerra Barroso (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF
Orientadora

Aos meus amados pais, Jurandyr Alexandre Sattler (in memorian) e Alba Pagani Sattler;

À minha esposa e companheira Sônia Cansian Sattler;

Aos meus queridos filhos Ramon Cansian Sattler e Mariana Cansian Sattler.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pelas oportunidades a mim concedidas em toda minha jornada;

Aos meus familiares, pela compreensão e sacrifício comigo compartilhado;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes – Campus de Alegre) pela oportunidade de participar do programa Dinter;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estágio obrigatória referente ao programa Dinter;

À minha Orientadora, Professora Dr^a. Deborah Gerra Barroso, minha eterna gratidão pela oportunidade, pelo profissionalismo, pelo empenho e pela confiança depositada em mim;

À minha coorientadora, Professora Dr^a. Maristela de Oliveira Bauer, pelo apoio inestimável e também pelo profissionalismo demonstrado na condução deste estudo;

Aos membros da banca, Prof. Fabio Cunha Coelho e Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues, pela disponibilidade e apoio;

Ao grande amigo e irmão Carlos José Coelho – Casé (in memorian) e aos demais colegas de doutoramento do programa Dinter, pelos momentos de angústias e felicidades compartilhados;

Ao grande amigo, Prof.Dr. João Batista Pavesi Simão, à querida amiga Núbia Henrique Guimarães Martins e aos integrantes da Empresa Caparaó Junior, pela ajuda e apoio;

Ao amigo Carlos Dutra Barbosa (Carlinhos Caparaó), pela ajuda com a articulação com os agricultores e viagens a campo;

Aos amigos: Prof. Renato José Arleu, Prof. Jefferson Valentin Ferrari; Prof^a. Sâmia D'Ângelo Alcuri Gobbo, Prof. Dr. Joel Camilo Souza Carneiro e Prof. Élcio Nascimento Chagas, pela contribuição técnica;

Ao amigo, Prof. Janderson Albino Coswosk, pela ajuda com o inglês;

Aos agricultores agrossilvicultores da Região do Caparaó pela valiosa contribuição, participação e trocas de saberes indispensáveis à realização deste trabalho;

A todas as pessoas que diretamente ou indiretamente contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Sistemas agroflorestais	3
2.2. Metodologias de avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas	8
2.2.1. Indicadores e índices de sustentabilidade	12
2.2.2. Metodologias que utilizam indicadores e índices de sustentabilidade	16
2.2.3. Utilização de indicadores específicos	19
2.3. Indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais	22
3. METODOLOGIA	29
3.1. Caracterização da área amostral.....	29
3.2. Amostragem e coleta dos dados	31
3.3. Detalhamento dos indicadores de sustentabilidade.....	33
3.4. Cálculo e análise do índice de sustentabilidade	40
3.5. Tipificação dos sistemas agroflorestais	44
3.6. Efeito multiplicador dos sistemas agroflorestais	47
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	48
4.1. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos SAFs na região do Caparaó / ES.....	48
4.2. Aspectos da sustentabilidade nos cinco critérios de sustentabilidade dos SAFs da Região do Caparaó / ES.....	50

4.3. Análises gráficas do Índice Relativo de Sustentabilidade dos SAFs da Região do Caparaó / ES	55
4.4. Tipificação dos sistemas agroflorestais com utilização de análise multivariada de agrupamentos por componentes principais	57
4.4.1. Análises do Índice Relativo de Sustentabilidade dos agrupamentos em diferentes dimensões	61
4.4.2. Análise do Índice Relativo de Sustentabilidade dos agrupamentos em diferentes critérios	64
4.4.3. Análises gráficas do Índice Relativo de Sustentabilidade dos agrupamentos.	69
4.5. Efeito multiplicador dos SAFs na Região do Caparaó / ES	73
RESUMO E CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICE A. Questionário 1 - Sustentabilidade em Sistemas Agroflorestais	99
APÊNDICE B. Questionário 2: Efeito multiplicador dos SAFs.....	106
APÊNDICE C. Autovetores da matriz de correlação para Análise de Componentes Principais.....	107

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de sustentabilidade arbitrados para os Índices Relativos de Sustentabilidade de sistemas agroflorestais do Caparaó / ES. Fonte: adaptado de PNUD/ONU (1998).....	43
Tabela 2. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos SAFs da Região do Caparaó / ES, em diferentes dimensões e critérios de sustentabilidade	49
Tabela 3. Autovalores e percentuais de variância explicada de cada componente principal (CP) gerado na análise multivariada, com base em 13 variáveis originais utilizadas no estudo da sustentabilidade em sistemas agroflorestais da Região do Caparaó / ES.....	58
Tabela 4. Índices Relativos de Sustentabilidade (ISr) dos grupos de sistemas agroflorestais da Região do Caparaó / ES em três dimensões de sustentabilidade.	61
Tabela 5. Matriz de correlação* entre o Índice Relativo de Sustentabilidade na Dimensão Econômica, Índice Relativo de Sustentabilidade na Dimensão Social, Índice Relativo de Sustentabilidade na Dimensão Ambiental e o Índice Relativo de Sustentabilidade.....	63
Tabela 6. Índices Relativos de Sustentabilidade (ISr) dos grupos de sistemas agroflorestais da Região do Caparaó / ES, nos cinco critérios de sustentabilidade	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Microrregiões administrativas de gestão do Estado do Espírito Santo, com destaque para o Território do Caparaó.....	30
Figura 2. Estrutura metodológica básica para definição de indicadores de sustentabilidade de sistemas em geral. Fonte: Camino e Müller (1993).....	33
Figura 3. Aspectos considerados para a composição dos indicadores de sustentabilidade dos SAFs, tendo como referência as três dimensões (econômica, social e ambiental). Fonte: Adaptado de Passos (2008).....	34
Figura 4. Fluxograma com os Procedimentos metodológicos para o cálculo do Índice de Sustentabilidade de SAFs - adaptado de Passos (2008).	35
Figura 5. Resumo da sequência metodológica para obtenção do ISr de cada Unidade Produtiva avaliada.	42
Figura 6. Esquema do procedimento metodológico para tipificação dos SAFs, por meio de análise estatística multivariada. Fonte: (Darolt, 2000).....	45
Figura 7. Gráfico tipo radar demonstrando o Índice Relativo de Sustentabilidade dos SAFs da Região do Caparaó-ES, para os critérios produtividade, equidade, estabilidade, autonomia e resiliência, nas dimensões econômica, social e ambiental.....	55
Figura 8. Índice de Sustentabilidade por Critério (ISC) dos SAFs da região do Caparaó-ES, variando de 0 a 1, nas três dimensões (econômica, social e ambiental).	56
Figura 9. Dendograma apresentando formação de agrupamento para os SAFs da Região do Caparaó / ES, com base nas distâncias euclidianas.	59
Figura 10. Índice Relativo de Sustentabilidade referente aos indicadores de resiliência ambiental dos agrupamentos. Nota: eext – dependência de energia externa; lix – destinação de lixo; esg – tratamento primário de esgoto.....	68
Figura 11. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos cinco grupos referentes aos SAFs de agricultores da Região do Caparaó / ES.	70

Figura 12. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos cinco grupos de SAFs, destacando as dimensões e critérios de sustentabilidade.	72
Figura 13. Nível de conhecimento sobre SAFs de proprietários vizinhos de agrossilvicultores da região do Caparaó-ES, agrupados por análise de cluster. ..	74
Figura 14. Nível de Conhecimento sobre experiências com SAFs na comunidade, obtido com proprietários vizinhos de agrossilvicultores da região do Caparaó-ES, agrupados por análise de cluster.	75
Figura 15. Nível de conhecimento de proprietários vizinhos de agrossilvicultores da região do Caparaó-ES sobre experiências com SAFs em comunidades próximas. Dados agrupados por análise de cluster.	76
Figura 16. Frequência de utilização de práticas agrícolas sustentáveis por vizinhos de agrossilvicultores, tendo como base os SAFs agrupados por análise de cluster.	77
Figura 17. Principais práticas sustentáveis desenvolvidas pelos vizinhos de agrossilvicultores do Caparaó / ES.	78
Figura 18. Motivação para a introdução de práticas sustentáveis por agricultores vizinhos aos SAFs agrupados por análise de cluster.	79
Figura 19. Participação de vizinhos de agrossilvicultores do Caparaó / ES em capacitações e formação sobre manejo de SAFs, tendo como base os SAFs agrupados por análise de cluster.	80
Figura 20. Participação dos vizinhos de agrossilvicultores do Caparaó / ES em mecanismos sociais de organização, tendo como base os SAFs agrupados por análise de cluster.	81
Figura 21. Perfil institucional da participação em mecanismos sociais de organização de agricultores vizinhos aos SAFs, agrupados por análise de cluster.	82

RESUMO

SATTLER, Marcos Antonio; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Dezembro de 2012. Sustentabilidade de sistemas agroflorestais na Região do Caparaó / ES. Orientadora: Prof^a. Deborah Guerra Barroso. Coorientadora: Prof^a. Maristela Oliveira Bauer.

A utilização de indicadores ambientais é hoje uma importante estratégia para análise da sustentabilidade de sistemas agrícolas. Considerando-se o grande número de metodologias e seus respectivos indicadores, propôs-se com este trabalho a análise de sustentabilidade de sistemas agroflorestais (SAFs) da região do Caparaó / ES por meio da utilização de indicadores, categorizados em cinco critérios (produtividade, equidade, estabilidade, autonomia e resiliência) em três dimensões de sustentabilidade (econômica, social e ambiental). Os SAFs avaliados apresentaram um índice relativo de sustentabilidade (ISr) de 0,71, considerado bom para os parâmetros arbitrados no estudo. A dimensão econômica apresentou os valores mais altos para o ISr. Entre os critérios utilizados, a resiliência apresentou valores mais baixos indicando limitações na capacidade de recuperação dos SAFs em todas as dimensões consideradas. Realizou-se a tipificação dos SAFs por meio de análise multivariada por agrupamento. Foram gerados Índices Relativos de Sustentabilidade (ISr) para cada SAF avaliado, permitindo análise da sustentabilidade em nível regional e em cada agrupamento formado. Foram obtidos cinco grupos, dos quais dois se destacaram por apresentar características agroecológicas sustentáveis, com boa ciclagem de matéria

orgânica e redução sistemática de insumos externos. Um dos grupos apresentou características produtivas mais convencionais, pouco diversificadas e menos sustentáveis, baseadas na importação de insumos. Os outros dois grupos apresentaram como características marcantes o maior tamanho da propriedade (entre 10 a 41 ha), participação efetiva dos agricultores em cursos de capacitação técnica e em mecanismos de organização social. Todos os sistemas apresentaram a cafeicultura como cultura base. Avaliou-se também o efeito multiplicador de cada SAF, por meio de questionários qualitativos. Os SAFs interferiram pouco na adoção de práticas sustentáveis pelos agricultores vizinhos. Percebeu-se pouca interação entre os agrossilvicultores e os proprietários vizinhos, principalmente em relação à difusão tecnológica e ao interesse por capacitação técnica.

ABSTRACT

SATTLER, Marcos Antonio; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. December, 2012. Sustainability of agroforestry systems in the Caparaó Region / ES. Advisor: Prof. Deborah Gerra Barroso. Co-advisor: Prof. Maristela Oliveira Bauer.

The use of environmental indicators is today an important strategy for analyzing the sustainability of agricultural systems. Considering the large number of methodologies and their respective indicators, it was proposed with this work to analyze the sustainability of agroforestry systems (AFS) in the region of Caparaó / ES through the use of indicators, categorized into five criteria (productivity, equity, stability, autonomy and resilience) in three dimensions of sustainability (economic, social and environmental). The SAFs evaluated had a relative index of sustainability (ISr) of 0.71, considered good for the parameters arbitrated in the study. The economic dimension showed the highest values for ISr. Among the criteria used, the resilience showed lower values indicating limitations in the recoverability of SAFs in all dimensions considered. Was performed typing of SAFs through multivariate clustering. Were generated Relating Sustainability Indexes (ISr) for each SAF evaluated, allowing sustainability analysis at the regional level and in each grouping formed. We obtained five groups, two of which stood out for sustainable agro-ecological characteristics, with good cycling of organic matter and systematic reduction of external inputs. One group presented more conventional traits, poorly diversified and less sustainable, based on imported inputs. The other two groups showed such remarkable features the

largest farm size (between 10-41 ha), effective participation of farmers in workshops and training courses and technical mechanisms of social organization. All systems showed coffee as base culture. We also evaluated the multiplier effect of each SAF, through qualitative questionnaires. The SAFs interfered little in the adoption of sustainable practices by neighboring farmers. We noticed little interaction between agrossilvicultores and owner neighbors, especially regarding technological diffusion and the interest in technical training.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) vêm se apresentando como uma alternativa aos modelos de cultivos convencionais por uma série de razões, entre elas, a sustentabilidade dos processos biológicos agregados à possibilidade de maior dinamização da produção, diversificação de mão de obra e agregação de valor ao produto agrícola. A adoção destes sistemas torna-se cada vez mais uma alternativa para a pequena propriedade, possibilitando inclusive a participação da estrutura familiar, reduzindo a tendência ao êxodo rural, em função da maior distribuição da carga de trabalho ao longo do tempo.

Apesar de sua importância como alternativa aos modelos denominados convencionais de cultivo, ainda é pequena a adoção de SAFs entre agricultores, mesmo em regiões com significativa potencialidade para sua implantação. Outro fato importante neste contexto é a necessidade de um melhor entendimento sobre a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais já implantados, bem como, sua capacidade de fomentar novos sistemas, através do seu efeito multiplicador.

A sustentabilidade das atividades agropecuárias e de todos os elementos envolvidos nas cadeias produtivas tem se tornado uma importante demanda no universo da pesquisa. Nos últimos anos, estudos têm apontado para a aplicação de indicadores de sustentabilidade, baseados em parâmetros qualitativos e quantitativos, capazes de retratar o mais fielmente possível o novo contexto, possibilitando implantação de modelos alternativos e políticas públicas, entre

outras ações que visem a mudanças de paradigmas no arranjo produtivo e o desenvolvimento regional sustentável.

Estes estudos concentram-se na avaliação de uma série de fatores de ordem biofísica (edáficos, climáticos, fitogeográficos e ambientais) e socioeconômica, sendo estes últimos ainda restritos a fatores econômicos. Por outro lado, estudos socioambientais ficam ainda restritos a avaliações qualitativas, destinadas a pequenos grupos.

A sustentabilidade socioeconômica e ambiental é hoje a base do desenvolvimento tecnológico e entendê-la pode significar o sucesso de ações pessoais por parte do agricultor, de pequenas comunidades ou até mesmo de políticas públicas regionais, estaduais e nacionais.

As hipóteses que motivaram a realização deste trabalho são: 1. Os sistemas agroflorestais existentes na região do Caparaó / ES apresentam-se em diferentes estágios de sustentabilidade; 2. Os agricultores da região do Caparaó / ES apresentam-se em diferentes níveis de percepção, mobilização e formação, que podem influenciar significativamente a implantação de modelos agrossilviculturais; 3. Os diferentes níveis de sustentabilidade em cada sistema agroflorestal implantado refletem diretamente no efeito multiplicador dos mesmos e na conseqüente adoção do modelo por outros agricultores.

Sabe-se que a utilização de indicadores de sustentabilidade, aplicados a sistemas produtivos, podem contribuir para diagnósticos confiáveis em diversos cenários, principalmente quando se considera a visão e a percepção daquele que, de certa maneira, coloca-se no centro de toda essa discussão: o agricultor.

Propôs-se, então, investigar a sustentabilidade de sistemas agroflorestais (SAFs) da Região do Caparaó / ES, por meio da aplicação de indicadores qualiquantitativos, capazes de agregar elementos que melhor representem a sustentabilidade destes sistemas. Como objetivos específicos, propôs-se a tipificação dos SAFs por meio de análise multivariada por agrupamento, bem como identificar o efeito multiplicador destes sistemas, identificando sua importância para o desenvolvimento sustentável da região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistemas agroflorestais

Os impactos causados pela agricultura sobre os sistemas naturais são evidentes, tornando-se cada vez mais preocupantes. Por outro lado, a agrossilvicultura vem se firmando como uma alternativa aos modelos "convencionais" por apresentar maior diversidade de componentes em um único sistema, proporcionando a ele níveis satisfatórios de sustentabilidade nos aspectos agrônômico, econômico, social e ecológico (Moura, 2002; Passos, 2008).

A visão meramente comercial e capitalista dos sistemas produtivos coloca em risco modelos tradicionais de cultivo, hoje considerados insustentáveis e ultrapassados, mas que resguardam ainda elementos técnicos cada vez mais desafiadores. Na medida em que o tempo passa, estes modelos são, cada vez mais intensamente, colocados à prova, perdendo espaço até mesmo entre agricultores já adaptados aos modelos integrados de produção, como cita Ruf (2011), avaliando a realidade das plantações de cacau em Ghana.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma combinação integrada de árvores, arbustos, cultivos agrícolas e, ou, animais na mesma área (sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris), de maneira simultânea ou sequencial, que buscam a otimização da agregação de valores socioeconômicos, culturais e

ambientais, com potencial para constituírem uma modalidade sustentável de uso e manejo dos recursos naturais. Esses sistemas apresentam diversas vantagens em relação aos monocultivos (Macdicken e Lantican, 1990; Macdicken e Vergara, 1990), justamente por apresentarem uma complexidade alta e uma elevada participação da biomassa nos processos de equilíbrio e sustentabilidade.

Os SAFs apresentam também potencial para reduzir a degradação do solo e diminuir a pressão sobre as áreas de florestas (Macdicken e Vergara, 1990; Smith et al., 1998), favorecendo o equilíbrio entre o solo, a água, o ar, o microclima, a paisagem, a flora e a fauna (Mcgrath et al., 2000). Segundo Coelho et al. (2008), os sistemas agroflorestais vêm sendo recomendados como alternativa econômica, assim como na recuperação de solos degradados em diversas regiões do Brasil.

A implantação de sistemas agroflorestais como alternativa aos modelos hoje instalados denominados "sistemas convencionais de produção" carece de uma discussão mais profunda sobre a sustentabilidade da propriedade agrícola. Estes sistemas vêm sofrendo, ao longo de séculos, sua evolução biológica e cultural (Altieri, 2000) e demonstram-se perfeitamente adaptáveis a tecnologias modernas ou progressistas. São sistemas muito dinâmicos e em seu estágio inicial - primeiros anos a partir da implantação, quando a sucessão de espécies é muito grande - apresentam-se como um desafio para o agricultor, além de ser muito difícil a sua classificação e tipificação (Smith et al., 1998).

A pesquisa vem demonstrando a importância dos sistemas agroflorestais em diversos aspectos. Dentre os serviços ambientais oriundos de práticas agrossilviculturais, McNeely e Schroth (2006) destacam a conservação da biodiversidade nativa do solo. Moço et al. (2009), avaliando sistemas agroflorestais com cacau na Bahia, também identificaram melhorias significativas na diversidade de fauna do solo.

Trabalhos realizados em sistemas agroflorestais com leguminosas demonstraram aumento na produção de fitomassa e na ciclagem de nutrientes, principalmente N, P e K (Queiroz et al., 2007). Campanha et al. (2007), comparando teor de nutrientes da serrapilheira, características de fertilidade e teor de umidade dos solos em cafeeiros cultivados sob sistema agroflorestal e monocultivo, identificaram uma contribuição de $6,1 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de matéria seca

de serrapilheira em relação ao solteiro, com aporte de $4,5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O solo do sistema agroflorestal exibiu maior teor de umidade de 20 a 40 cm, maior capacidade de troca de cátions e soma de bases trocáveis, maior teor de K, Ca, Mg, Cu e Zn em ambos os horizontes do solo e menor índice de saturação de alumínio e alumínio trocável na camada mais profunda do que o solo sob monocultura. Carvalho et al. (2004) também apontam uma melhor qualidade de solos agroflorestais, quando comparados ao mesmo solo cultivado em sistema convencional, principalmente por apresentarem menor densidade, maior porosidade, menor resistência à penetração e maior agregação.

Mutuo et al. (2005) afirmam que sistemas agroflorestais podem fixar carbono (C) na ordem de 70 Mg C ha^{-1} e até 25 Mg ha^{-1} nos 20 cm superiores do solo, além de reduzir as emissões de CO_2 e N_2O do solo e aumentar a força de dreno de CH_4 , em relação a outros sistemas de cultivo. Estudos semelhantes foram desenvolvidos por Albrecht e Kandji (2003), estabelecendo um potencial de sequestro de carbono em sistemas agroflorestais na ordem de 95 Mg ha^{-1} . Em estudos com café orgânico em sistemas agroflorestais, Soto-Pinto et al. (2010) ressaltam a importância deste modelo no sequestro de carbono e na redução de emissões de gases estufa oriundos de desmatamentos.

Os sistemas agroflorestais são associados ainda à redução de processos erosivos (Grewal et al., 1994), diversificação na produção e viabilidade econômica para agricultores familiares (Henkel e Amaral, 2008), entre outros.

Rodigheri (1997), em estudos realizados nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, avaliou indicadores de custos, produtividade e rentabilidade econômica comparativa entre: A. plantios solteiros de erva-mate, eucalipto e pinus; B. sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus com o cultivo intercalado de feijão e milho; e C. plantios solteiros das sucessões de feijão e milho e de soja e trigo. Os resultados demonstraram que todas as atividades analisadas apresentaram rendas líquidas positivas aos produtores. Os resultados apontaram que os sistemas florestais e/ou agroflorestais, apesar de apresentarem um maior tempo entre o plantio e a obtenção de retornos financeiros, foram superiores aos demais tratamentos.

Santos et al. (2000) avaliaram a introdução de *Grevillea robusta* em cafezais no Norte do Paraná, na forma de quebra-ventos. Os resultados

demonstraram que este modelo representou um custo adicional insignificante (em torno de 0,12%) em relação ao monocultivo do café. Por outro lado, com a venda da madeira no final do ciclo de produção do café (estimado aos 17 anos após a implantação), foi estimado um acréscimo de 32,22% em relação ao café solteiro, isso considerando o preço da madeira em pé para as serrarias da região, com uma receita aproximada de R\$ 870,00/ha.

Diversos autores como Santos (2004), Santos (2000), Mendes (2003), entre outros, identificaram que, apesar de apresentarem maiores custos concentrados até o terceiro ano da implantação, os sistemas agroflorestais conseguem obter vantagens econômicas a partir dos primeiros anos de implantação, além de um aporte de recursos específicos no final do ciclo, quando se torna possível a comercialização da madeira produzida, dependendo, porém, do tipo e objetivos estabelecidos para a implantação do sistema.

Entre os sistemas agroflorestais, há um conjunto de classificações e subdivisões estabelecidas em relação ao arranjo espacial e temporal, importância e no papel dos componentes, planejamento da produção e características socioeconômicas do sistema (Nair, 1993). Em relação aos critérios socioeconômicos, tais como escala de produção e nível tecnológico de insumos e manejo, os SAFs foram agrupados em comerciais, intermediários e de subsistência (Lundgren, 1982), sendo este último, geralmente, atribuído aos agricultores familiares. Esta realidade está mudando, pois, torna-se cada vez mais comum a apropriação de tecnologia e aumento na escala de produção por parte dos agricultores familiares.

Em uma análise agrossocial da percepção de agricultores familiares sobre sistemas agroflorestais no nordeste do estado do Pará, Henkel e Amaral (2008), observam que os agricultores incorporam aspectos econômico-mercado-lógicos na hierarquia das culturas. Juntamente com produtos como arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea mays*), mandioca (*Manihot utilissima*) e feijão (*Vigna unguiculata*), responsáveis pelo caráter sustentável do sistema em termos alimentares, são adicionadas culturas comerciais anuais como malva (*Urena lobata*), ou culturas perenes com retorno financeiro em curto prazo, como caju (*Anacardium occidentale*) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), além da extração do açaí, espécie nativa da região. A produção própria das mudas e a versatilidade na

comercialização de boa parte destes produtos garantem também uma sustentabilidade financeira para estes agricultores.

Outro fator a ser considerado é que, entre todos estes sistemas, familiares ou não, há aqueles focados em vertentes mais ecológicas (como os SAFs agroecológicos e orgânicos) e convencionais. Portanto, a noção de sustentabilidade é objeto de discussão entre os pesquisadores, devido à histórica dicotomia entre viabilidade econômica e equilíbrio socioambiental, embora se saiba, hoje, que uma coisa não se dissocia da outra.

A maioria dos estudos sobre viabilidade econômica concentra-se justamente na pequena propriedade (acompanhando a lógica de que nelas está a maior parte dos sistemas instalados). Assim, mesmo considerando as dificuldades acima mencionadas, os diversos estudos de avaliação econômica de sistemas agroflorestais realizados no Brasil apontaram para resultados satisfatórios para o pequeno produtor, como os trabalhos realizados por Santos (2000), Dossa e Montoya (2001), Gama (2003), entre outros, principalmente no que diz respeito à competitividade dos produtos florestais presentes no sistema em relação aos demais e a capacidade de retorno dessas atividades em termos financeiros.

Dentre os diversos pontos a serem considerados em estudos de viabilidade econômica de um projeto, o fluxo de custos (principalmente insumos e mão de obra) e ingressos (receitas), são os mais observados (Arco-Verde e Schwengber, 2008).

Alguns autores, como Oliveira et al. (2006), afirmam que, embora se deva observar uma gama muito grande de fatores socioambientais envolvidos, a sustentabilidade em sistemas agroflorestais depende significativamente da rentabilidade, que seja possível identificar pela viabilidade econômica das combinações utilizadas pelo agricultor.

Outros autores ressaltam, no entanto, que nem sempre o sistema mais rentável é, obrigatoriamente, a melhor opção para o agricultor. Em muitos casos, o melhor modelo agroflorestal é aquele que está ao alcance da realidade local e da capacidade técnica daqueles que realizarão as práticas culturais, em conformidade com as possibilidades regionais (Arco-Verde e Schwengber, 2008). A redução na utilização de insumos e o aproveitamento da mão de obra familiar ocorrem em diferentes níveis de possibilidade, demandando, assim, uma análise

mais detalhada da real contribuição destes elementos na viabilidade e no retorno econômico da atividade, em termos de ganho econômico.

A utilização dos SAFs como alternativa à agricultura tradicional possibilita a obtenção, em uma mesma área, de uma série de bens e serviços ambientais, além de gerar renda e trabalho por maior período de tempo, permitindo ainda o aproveitamento da mão de obra familiar em suas diversas fases de duração (Gama, 2003). Muitos destes aspectos não podem ser mensurados em uma avaliação econômica, embora, empiricamente, os agricultores os acabem incorporando em suas decisões, ao optarem por este ou aquele sistema agroflorestal.

Conforme já citado neste estudo, a consorciação adequada de espécies pode aumentar a eficiência dos fatores de produção e reduzir riscos econômicos (Santos, 2000), além de permitir que a mão de obra seja melhor distribuída ao longo do ano (Macdicken e Vergara, 1990). Dentro de um mesmo sistema, alguns elementos podem ciclar em escala temporal e espacial, reorganizando o sistema sob diversos aspectos. Cabe lembrar que alguns componentes ou produtos dos SAFs podem ser utilizados direta ou indiretamente para a produção de outros produtos como substrato, sombreamento, entre outros (Swinkels e Sherr, 1991).

2.2. Metodologias de avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas

Segundo Carvalho (1993), a principal questão relacionada à sustentabilidade consiste na definição do que será, de fato, medido e com que ferramentas. A prova real da sua existência é sempre concebida no tempo futuro e, portanto, a única forma possível de mensurá-la é por meio de tendências e criação de cenários mais ou menos adequados aos padrões do que hoje se considera aceitável (econômica, social e ambientalmente). Para Gliessman (2001), um agroecossistema que continua produtivo por um longo período sem degradar a sua base de recursos pode ser considerado sustentável, embora o mesmo autor questione o conceito de “longo” em relação ao tempo e, também, quais níveis de degradação seriam considerados aceitáveis.

Em um conceito mais amplo, mesmo reconhecendo a importância de todos os questionamentos acerca do tema, a sustentabilidade de sistemas agrícolas traduz-se por sua capacidade de produzir continuamente, utilizando-se do mínimo possível de elementos externos (insumos, energia, entre outros). Assim, a base do conceito de sustentabilidade nessa atividade consiste na manutenção dos fluxos ambientais ao longo do tempo (Toresan, 1988) e envolve fatores físicos, bióticos e aspectos relativos à viabilidade econômica e sociocultural (Gomes et al., 2009).

A capacidade de reaproveitamento dos elementos internos do sistema, como resíduos de plantas e animais, a autonomia de trabalho (força de trabalho familiar e tração animal), em substituição à energia externa (produtos e serviços como insumos, combustíveis, mão de obra externa), devem ser contabilizados em uma perspectiva de balanço energético, desde que garantam níveis de produção aceitáveis no contexto da demanda social e da segurança alimentar, incorporando elementos socioeconômicos e ambientais.

As metodologias para mensuração da sustentabilidade em sistemas agrícolas tiveram início em 1993, nos trabalhos desenvolvidos por Carpenter (Gomes et al., 2009), embora em linhas gerais essa discussão tenha percorrido por caminhos ainda mais complexos, como demonstra Veiga (2010), citando diversos autores e suas respectivas contribuições para a construção de indicadores de sustentabilidade nos mais diversos contextos. Independente disso, o seu grande desafio reside justamente na diversidade de situações, contextos e complexidade das variáveis do meio físico e suas inter-relações, nas formas de uso e ocupação das terras e de fatores socioeconômicos característicos dos sistemas agrícolas. Apesar dessa diversidade, todos os trabalhos que se tem conhecimento concentram-se nas dimensões sociais, culturais, ambientais (ecológicas), econômicas (Sachs, 2000) e suas variações.

Bergh (1999) já apontava as fragilidades de metodologias de avaliação da sustentabilidade, demonstrando uma dificuldade de se estabelecer equilíbrio entre os parâmetros avaliados. Em seus textos, Lawn (2006) apontou como improvável a criação de um indicador que revelasse simultaneamente o grau de sustentabilidade do processo socioeconômico e grau de qualidade de vida que dele decorre. Veiga (2010) comenta este argumento afirmando que, mesmo

considerando os dois lados da mesma moeda, torna-se impossível a concepção de um método contábil ou estatístico capaz de gerar uma única fórmula sintética em que ambos estejam presentes. Mesmo considerando essa dificuldade, há hoje uma gama de indicadores e metodologias capazes de acompanhar o progresso das relações sociais, ecológicas (Moran et al., 2008), e também econômicas, consideradas mínimas para um desenvolvimento sustentável.

A avaliação da sustentabilidade carece de uma abordagem sistêmica e contrapõe-se ao modelo analítico, comumente utilizado na pesquisa agropecuária, que compreende o estudo das partes do objeto separadamente, supondo que a reunião das análises constitua ou reconstitua este objeto em estudo em sua plenitude. No contexto da abordagem sistêmica, as atividades desenvolvidas na propriedade rural passam a ser vistas através das complexas inter-relações entre seus componentes (pessoas e meio biofísico) e na menor dependência de recursos externos (Fritz Filho e Miguel, 2000).

Apesar da especificidade de cada contexto, uma análise multicritério e seus indicadores possuem caráter mais amplo, permitindo sua aplicabilidade no maior número de situações possíveis. Independente das opiniões a respeito, sabe-se que o conceito de sustentabilidade está ainda em construção e, portanto, cada indicador e/ou metodologia criada ou aprimorada para sua mensuração é, sem dúvida, somente um passo em um processo evolutivo. É importante que estes indicadores estejam sempre abertos para responder às necessidades de mudança da sociedade (Leclézio, 2009).

Nos diversos estudos adotados como base para este trabalho, os indicadores utilizados são bem semelhantes e enquadram-se nas dimensões social, ambiental e econômica, com algumas modificações. Como base, são apontados aqueles propostos por López-Ridaura et al. (2002), que são: 1. Produtividade (Capacidade de oferecer bens e serviços em um determinado período - rendimentos ou lucros); 2. Estabilidade. (Equilíbrio dinâmico do sistema - possibilidade de manter os benefícios proporcionados pelo sistema ao longo do tempo, sob condições médias ou normais); 3. Resiliência (Capacidade de regressar ao estado de equilíbrio ou manter o potencial produtivo após sofrer perturbações graves de naturezas diversas); 4. Confiabilidade (Capacidade de manter a produtividade ou benefícios acerca do equilíbrio, diante de perturbações

normais do ambiente); 5. Adaptabilidade (Capacidade de encontrar novos níveis de equilíbrio diante de mudanças ambientais ou econômicas em longo prazo); 6. Equidade (Capacidade de distribuir de maneira justa os benefícios e custos relacionados com o manejo dos recursos naturais); 7. Autogestão (Capacidade de regular e controlar suas interações com o exterior e com outros sistemas, incluindo os processos de organização).

Os estudos envolvendo abordagem sistêmica da atividade agrícola culminam, geralmente, na categorização dos sistemas produtivos em função dos indicadores avaliados. Segundo Garcia Filho (1999), é possível reunir os produtores em categorias e em grupos distintos, nos quais as condições socioeconômicas e as estratégias de gestão são semelhantes. Em síntese, é possível estabelecer tipologias tanto para os agricultores como para os sistemas produtivos.

Fritz Filho e Miguel (2000) utilizaram a abordagem sistêmica em estudos realizados com produtores de melancia no município de Arroio dos Ratos/RS. Além de agrupar as unidades produtivas de acordo com o sistema de produção desenvolvido, os autores compararam seus resultados com os de outros autores, ressaltando a importância da abordagem sistêmica para esse tipo de avaliação.

A tipificação coloca em evidência as particularidades observadas entre as diferentes unidades de produção, além da diversidade de critérios de gestão empregados pelos agricultores. Para isso, são caracterizados os principais tipos de sistemas de produção, a partir de determinados indicadores socioeconômicos e ambientais, dos meios de produção disponíveis, das relações sociais e das atividades agrícolas e não agrícolas implementadas. Em avaliações desse tipo, a sustentabilidade fica, então, associada à maximização dos elementos positivos, dependendo exclusivamente da interpretação do pesquisador, não permitindo o estabelecimento de normas genéricas e extrapolação confiável dos dados.

2.2.1. Indicadores e índices de sustentabilidade

A utilização de indicadores de sustentabilidade encontra-se, ainda, em um estágio inicial e apresenta variações estruturais e conceituais, principalmente no que se refere à generalidade dos objetivos, ao tipo de usuário e ao caráter multidimensional das escalas utilizadas em muitos estudos (Marzall e Almeida, 2000). Um dos mecanismos mais usuais é a construção de indicadores multidimensionais, que podem ou não ser agregados em um "índice de sustentabilidade".

Em sua maioria, os autores estabelecem estes indicadores de acordo com as características do estudo ou do sistema a ser avaliado, agregando e (ou) eliminando elementos ou simplesmente modificando indicadores já preestabelecidos. Neste modelo, incluem-se os trabalhos desenvolvidos por Toresan (1988), Rigby et al. (2001), López-Ridaura et al. (2002), Lopes e Almeida (2002; 2003), Gomes (2004), Daniel (2000), Sepúlveda (2008), Moura (2002), entre outros. Na maioria dos trabalhos, estes indicadores de sustentabilidade são elaborados em consonância com as três dimensões estabelecidas pela Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, no documento Agenda 21, econômica, social e ambiental.

Marzall e Almeida (2000) citam alguns eventos em nível mundial que marcaram, de forma definitiva, o reconhecimento da importância dos indicadores de sustentabilidade para a comunidade científica (científica). A primeira, em Genebra, em fins de 1993, trata-se da realização do Encontro sobre Indicadores Ambientais e de Desenvolvimento Sustentável. Em 1994 ocorreu um evento denominado "Conference and Workshop on Indicators of Sustainability", fórum internacional, com o objetivo de promover o interesse pelo tema por parte das instituições governamentais e privadas, organizado por Robert Hart, da Sanrem – CRSP (Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaboration Research Program's). Na França, em 1996, ocorreu um Colóquio Internacional com o tema "Indicadores de Desenvolvimento Sustentável", também com o intuito de aprofundar as discussões acerca da utilização de indicadores como ferramenta de análise da sustentabilidade.

Em linhas gerais, a utilização de indicadores e índices de sustentabilidade busca aprimorar a abordagem sistêmica, no sentido de reorganizar os elementos avaliados, permitindo análises rápidas e comparações entre sistemas produtivos distintos em diferentes momentos. Contudo, a complexidade da análise exige uma atenção quanto à escolha dos indicadores e sua interpretação. Qualquer mudança ou alteração em um dos seus componentes pode alterar completamente os resultados esperados para aquele conjunto de fenômenos estudados.

Os conceitos relacionados a indicadores, bem como suas peculiaridades em cada contexto já foram amplamente debatidos pela comunidade científica. Cabe aqui, portanto, somente a explicitação de alguns pontos importantes para o contexto destes para a mensuração da sustentabilidade de sistemas complexos como os SAFs.

A seleção dos indicadores deve obedecer a critérios considerados obrigatórios, principalmente quando se tratam de processos agroambientais. Fernandes (2007) relaciona as principais orientações estabelecidas pelo Banco Mundial, segundo o qual, um bom indicador, é aquele que:

1. Estabelece medida direta e sem ambiguidade de progresso. Ou mais ou menos é melhor;
2. Mede os fatores que refletem os objetivos;
3. Varia entre as áreas, grupos, ao longo do tempo e é sensível a mudanças nas políticas, programas e instituições;
4. Não é facilmente desviado do seu curso por fatores não relacionados e não pode ser facilmente manipulado para mostrar resultados onde eles não existem;
5. Disponibilizado fácil e frequentemente, sem grandes custos (Booth e Lucas, 2002, citados por Fernandes 2007).

Correa (2007), citando diversos autores, aponta critérios semelhantes como:

1. Mensurabilidade e facilidade de medir e monitorar;
2. Facilidade e baixo custo de obtenção;
3. Facilidade de compreensão;
4. Integração com vários atributos do sistema;
5. Sensibilidade às mudanças e tendências;

6. Confiabilidade;
7. Promoção da participação da população local.

Segundo Rudd (2004), a seleção de indicadores é entendida como essencialmente um processo político. O autor comenta ainda que esta seleção reflete sempre o contexto político local por mais que se tenha consenso sobre alguns princípios universais. Ficam explícitos os interesses institucionais, a perspectiva técnica e a capacidade de participação dos interessados e/ou envolvidos. No contexto de cada realidade política, o sentido e a importância de cada indicador dependem das representações sociais e da leitura particular da realidade (Marzall e Almeida, 2000). A construção de cenários e seu entendimento variam em função das diferentes visões dessa realidade, confirmando a importância dos indicadores como importantes instrumentos para interpretação da realidade, já que a percepção do ambiente se manifesta totalmente subjetiva. Ainda segundo os autores, a avaliação de uma dada realidade e a consequente determinação dos rumos a serem tomados, devem se basear na reação das pessoas diante de uma situação. Para isso, o significado de cada indicador deve ser extremamente claro, dependendo fundamentalmente do método de elaboração usado.

Não há, portanto, indicadores universais, já que estes variam segundo o problema ou objetivo da análise (Marzall e Almeida, 2000). Os autores afirmam ainda que os indicadores devem ser robustos, cumprindo com as condições descritas, apresentando condições de mensuração e não exaustivos, referindo-se apenas ao sistema analisado e considerando os custos e complicações relativas ao monitoramento de um conjunto muito extenso de indicadores. Em outra observação importante, Camino e Muller (1993) recomendam que os indicadores devem referir-se apenas às categorias e aos elementos mais significativos da análise, embora não haja consenso quanto ao seu número, cabendo somente ao pesquisador decidir sobre esta questão. Os resultados são comumente dispostos em gráficos ou assumem valores numéricos, facilitando sua interpretação.

A título de exemplo, destacam-se trabalhos realizados por Woodhouse et al. (2000) e Sepúlveda (2005). Na metodologia proposta por Sepúlveda (2005), estima-se o nível de desenvolvimento sustentável de uma unidade de análise (UA), um território ou microrregião. A priori, a metodologia agrega indicadores de

dimensões previamente escolhidas em um gráfico tipo radar, denominado pelo autor de “Biograma”, buscando ilustrar a sustentabilidade relativa do sistema e mostrando um número de indicadores e seus escores. Os indicadores são transformados em índices de valores entre “0” e “1”, sendo “0” a pior situação e o “1” a melhor, padronizando indicadores com unidades diferentes.

No segundo passo, o procedimento metodológico calcula, pela média ponderada dos vários indicadores em cada dimensão, um índice único de cada dimensão e, a partir da média ponderada destes, um geral, denominado índice de desenvolvimento sustentável (IDS ou IS) da unidade de análise. Cada autor propõe um número ideal de indicadores e também uma metodologia específica para o cálculo do IS.

A sustentabilidade apresenta um caráter complexo, com múltiplas dimensões e inter-relações, cabendo uma análise mais profunda, que nem sempre é possível somente com análises univariadas. Sepúlveda (2005) ressalta que, além de transformar os indicadores em índices adimensionais de valor entre zero e um, conforme metodologia por ele sugerida, torna-se pertinente a busca por alternativas capazes de considerar variáveis quantitativas e qualitativas e uma análise multicritério. Para isso, o autor sugere a utilização de técnicas de programação matemática, tratamento estatístico adequado a conjuntos multivariados, análise de agrupamento e componentes principais, bem como técnicas estatísticas não paramétricas, correlação de ordem, e de técnicas aplicadas à explicitação de opiniões, entre outras.

A categorização dos índices de sustentabilidade é outra questão importante. O principal objetivo ao se avaliar uma unidade produtiva, seja ele um SAF ou qualquer outro sistema agrícola, nem sempre consiste em compará-los entre si, mas sim classificá-los em categorias ou classes preestabelecidas. Esta categorização é sempre definida pelo pesquisador em função das características dos sistemas avaliados, dos indicadores utilizados e do objetivo do estudo. Segundo o modelo proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD/ONU, 1998), os índices são categorizados em níveis de sustentabilidade, variando de 0,0 a 1,0, divididos em: crítico (0 a 0,2); ruim (0,2 a 0,4); regular (0,4 a 0,6); bom (0,6 a 0,8) e ótimo (0,8 a 1,0). Com algumas alterações em relação às faixas de classes, essa metodologia foi utilizada por

diversos autores como Silva e Silva (2010), Rabelo e Lima (2007), Silva et al. (2009), Sepúlveda (2008), entre outros. É usual a adoção de sistemas de cores para facilitar a identificação das classes, além de renomear alguns dos níveis para atender os objetivos do estudo.

Matos Filho (2004) adotou outro sistema, no qual os valores subdividem-se em valores crescentes entre 0,0 e 10, em função dos valores atribuídos aos indicadores. Os níveis apresentados são: crítico (0 a 3); sofrível (3 a 5), regular (5 a 7); bom (7 a 9) e ótimo (9 a 10). Estas categorias baseiam-se nas mesmas propostas por Zampieri (2003), cujos níveis apresentam algumas variações nos intervalos e nas nomenclaturas. Outros sistemas são utilizados para os mesmos fins, em função da diversidade de abordagens, indicadores, contextos e sistemas a serem avaliados. Em ambos os casos, observa-se maior rigor dos valores para a ascendência de faixa nos níveis mais altos de sustentabilidade.

Uma abordagem muito importante na avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais (assim como para outros tipos de sistemas produtivos) refere-se à avaliação do efeito multiplicador dos mesmos, observando principalmente sua replicabilidade entre os proprietários vizinhos e outros membros das comunidades nas quais estes SAFs estão implantados. O potencial multiplicador é entendido por Costabeber e Caporal (2004) como uma importante estratégia para uma adoção substancial de suas práticas, recursos, conhecimento e saberes, facilitando a implementação de estilos de agricultura potencializadores da biodiversidade ecológica e da diversidade sociocultural. Embora se reconheça que nem todos os modelos agroflorestais caminhem diretamente sob a égide da agroecologia, estes permitem, mesmo que indiretamente, a promoção de mudanças de hábitos e valores que permitam a ruptura com os modelos convencionais de produção, potencializando a diversificação das atividades agrícolas e a busca de maior sustentabilidade associada a este contexto.

2.2.2. Metodologias que utilizam indicadores e índices de sustentabilidade

Alguns autores adotam uma abordagem mais clássica na utilização dos indicadores de sustentabilidade de sistemas agrícolas, estabelecendo caminhos

diversos para obtenção dos respectivos índices de sustentabilidade, como Daniel (2000); Lopes e Almeida (2002; 2003); Passos (2008); Sepúlveda (2008); entre outros já citados anteriormente. Porém, há outros trabalhos cujos autores estabeleceram algumas peculiaridades, embora nem todas apresentem mudanças significativas nos resultados.

Smyth e Dumanski (1993) agregaram um caráter participativo aos seus estudos e apresentaram alguns indicadores mais simples, de fácil visualização e propostos pelos agricultores, acostumados a observar “sinais naturais” na realidade em que vivem. Segundo estes autores, o agricultor necessita de informações de rápida identificação, que favoreçam uma resposta imediata como, por exemplo, a existência ou não de retorno financeiro ou informações concretas relacionadas à colheita.

Na maioria dos programas de avaliação de sustentabilidade, a preocupação concentra-se nas escalas maiores, aquelas atendidas pelas políticas públicas ou, então, em estudos extremamente específicos, detendo-se em apenas um aspecto do sistema. Segundo Marzall e Almeida (2000), são poucos os trabalhos voltados para uma comunidade, propriedade rural ou mesmo região e, quando isso acontece, os objetivos centram-se na qualidade do indicador, na sua funcionalidade e facilidade de leitura, mas nem sempre na solução de problemas ou proposta de cenários em nível de propriedade agrícola.

Vieira (2005) apresenta o método IDEA (Indicadores de Durabilidade das Propriedades Agrícolas), que visa avaliar o desempenho global de um sistema técnico por meio de três escalas da sustentabilidade - agroecológica, socioterritorial e econômica. Estas escalas são subdivididas em três ou quatro componentes, reagrupando, em cada uma, indicadores específicos. Cada indicador utilizado no método é constituído de um ou mais itens elementares, definindo uma prática (ou uma característica) e contribuindo para o valor final dos indicadores. O índice de sustentabilidade atribuído a cada indicador varia entre zero (sustentabilidade mais baixa) e um valor máximo (sustentabilidade excelente) (Vilain, 2000; citado por Vieira, 2005).

Cardona e Vargas (2008) utilizaram a metodologia proposta por Vélez e Gastó (1999), em estudo de caso na Colômbia, para avaliar a sustentabilidade em agroecossistemas à escala das propriedades rurais, que consiste na

parametrização e análise das seguintes macrovariáveis: Receptividade Tecnológica e Intensidade Tecnológica. É uma metodologia de abordagem sistêmica, cuja aplicação permite caracterizar os usos, diversidade, adoção e manejo de tecnologia, dotação em infraestrutura, potencial produtivo e serviços à sociedade local e regional dessas propriedades.

Fernandes et al. (2007), avaliando metodologias de análise de sustentabilidade em assentamentos da reforma agrária no Brasil, propõem a utilização de indicadores agregados nas dimensões social, econômico-produtiva, ambiental e organizacional. Sua construção passa pela seleção dos indicadores, sua agregação e a construção de índices de desenvolvimento sustentável para cada dimensão.

Alguns estudos mais complexos, como os realizados por Passos e Souza (2005), com assentamentos rurais no Rio Grande do Norte e também Sparovek (2003), sobre a qualidade dos assentamentos da reforma agrária no Brasil, incorporam visões mais abrangentes do sistema produtivo e propõem não um, mas diversos índices que, em seu conjunto, retratariam melhor a sustentabilidade destes sistemas.

Em sua metodologia, Passos e Souza (2005) estabeleceram um índice (formado por indicadores agregados) para cada dimensão avaliada (econômica, social e ambiental), sendo que o índice de sustentabilidade foi formado pela média destes. Já Sparovek (2003) estabeleceu índices temáticos, dentre os quais estão: o índice de eficácia da reorganização fundiária (IF); o índice de qualidade de vida (QV); o índice de articulação e organização social (IS); o índice de ação operacional (AO) e o índice de qualidade ambiental (QA). No entanto, diversos elementos considerados por estes autores como um índice específico, também são utilizados por outros autores como indicadores agregados e, conseqüentemente, compõem um índice final denominado Índice de Sustentabilidade (Sepúlveda, 2008) ou Índice Relativo de Sustentabilidade (Passos, 2008).

2.2.3. Utilização de indicadores específicos

Algumas metodologias utilizam indicadores específicos, sendo estes cada vez mais adaptados a situações mais abrangentes. Porém, devido à especificidade destes métodos, há sempre um maior direcionamento dos resultados para determinados aspectos da análise e nem sempre é possível abranger, satisfatoriamente, todas as dimensões envolvidas no conceito de sustentabilidade e isso acaba obrigando o pesquisador a recorrer de outros elementos de análise para a obtenção de resultados mais expressivos. Dentre estes procedimentos, destacam-se a Análise Emergética e a Análise Envoltória de Dados (DEA).

A análise emergética, originalmente criada por Odum (Kamiya, 2005), tem sido amplamente estudada e utilizada na construção de indicadores para avaliação da eficiência e impacto ambiental de sistemas agrícolas, destacando-se neste contexto os trabalhos realizados por Ortega (1998; 1999). Os índices emergéticos fornecidos por esse tipo de metodologia permitem que sistemas agrícolas, com modelos produtivos distintos, sejam comparados em um enfoque sistêmico e assim detectados seus desempenhos ambientais, econômicos e sociais.

A Análise Emergética é uma metodologia termodinâmica que permite uma avaliação ambiental e econômica de diferentes tipos de sistemas, onde os insumos da natureza e da economia, os serviços e os produtos são considerados em um denominador comum: a sua energia solar equivalente, chamada “emergia” (Odum e Barrett, 2007).

Em síntese, a análise emergética avalia os fluxos de energia e materiais nos sistemas antrópicos, estimando o valor das diversas formas de energia natural incorporadas aos produtos, processos e serviços, geralmente não contabilizadas na economia clássica. Segundo Souza (2006), os indicadores utilizados nesse tipo de análise permitem uma imagem dinâmica dos fluxos anuais dos recursos e serviços ambientais fornecidos por processos naturais e também o impacto das atividades antrópicas nos ecossistemas em questão.

A metodologia emergética consiste, basicamente, em três etapas: construção de um diagrama de fluxos de energia para verificar e organizar os

principais elementos do sistema; organização dos dados em uma tabela de avaliação de energia, com base nos dados apresentados no diagrama e, finalmente, o cálculo e a interpretação dos indicadores energéticos quantitativos, avaliando a situação econômica e ambiental do sistema (Lanzotti, 2000).

A literatura aponta inúmeros trabalhos envolvendo análise energética em sistemas agrícolas, tais como Lanzotti e Ortega (1998), Lanzotti (2000), Lefroy e Rydberg (2003), Sarcinelli (2004), Cavalett (2004), Ambrósio et al. (2005) e Teixeira et al. (2007). Agostinho (2005) considerou satisfatória a associação de análise energética ao sistema de informações geográficas (SIG), em estudos de diferentes sistemas agrícolas e seus respectivos modelos de produção (agroecológicas e convencionais), em pequenas propriedades, no município de Amparo, São Paulo. Andreis et al. (2003) utilizaram a análise energética e outras metodologias termodinâmicas menos usuais, como o balanço de CO₂ e a pegada ecológica para avaliar a sustentabilidade ambiental em diversos modelos produtivos na província de Siena, Itália.

Embora se reconheça a análise energética como uma alternativa de avaliação mais ampla da sustentabilidade em sistemas diversos, essa metodologia tem sido utilizada mais frequentemente como ferramenta de avaliação econômica no campo da economia ecológica, na qual se compara os produtos (energéticos e econômicos) produzidos no sistema, em relação aos recursos naturais em sua forma original.

A análise envoltória de dados (DEA) é um modelo empírico utilizado para medir a eficiência de unidades produtivas, proposta inicialmente por Farrell (1957) e aprimorada por Charnes et. al. (1978). O método consiste na avaliação da eficiência de unidades tomadoras de decisão (DMU's) considerando seus múltiplos "inputs" (entradas, insumos, recursos ou fatores de produção) e múltiplos "outputs" (saídas ou produtos) Gomes et al. (2005).

São utilizados modelos matemáticos não paramétricos que comparam uma eficiência revelada (tida como eficiência otimizada) com a eficiência das unidades analisadas, estabelecendo um indicador de avaliação da eficiência da relação insumos/produtos nestas unidades. Utiliza-se uma curva denominada "curva de eficiência", na qual são otimizadas as observações individuais de cada indicador, estabelecendo uma "fronteira de eficiência", em contraste com as

aproximações paramétricas que otimizam um plano de regressão, utilizado na análise estatística convencional (Mello et al., 2005).

Segundo Gomes (2008), a modelagem por DEA tornou-se popular na avaliação de eficiência, tanto no desenvolvimento de modelos teóricos quanto nas aplicações a casos reais. Seus modelos foram aperfeiçoados, na tentativa de corrigir problemas, principalmente quanto à aplicabilidade do método em diversas frentes, conforme detalhamento realizado por Cooper et al. (2000).

No contexto da produção agrícola, Gomes (2008) e Bravo-Ureta e Pinheiro (1993) apontam o estado da arte na aplicação do método, concluindo que ainda são poucos os trabalhos relacionados especificamente ao tema. Gomes (2008) faz referência a diversos outros levantamentos bibliográficos, nos quais se chegou a essa mesma conclusão. Mesmo assim, alguns estudos podem ser aqui relacionados, como os realizados por Battese (1992); Gomes et al. (2007); Gomes et al. (2009); Oliveira (2008), entre outros.

Estes modelos encontram-se muito concentrados na área de econômica agrícola. Sendo assim, a visão de sustentabilidade fica muito restrita a este aspecto, perdendo-se, com isso, uma maior interação entre os reais objetivos da análise de sustentabilidade, associada à interação entre os elementos do sistema e não somente sua eficiência econômica.

Outros métodos de avaliação da sustentabilidade, citados pela literatura, apresentam-se contextualizados em diversos outros mecanismos, não carecendo de uma classificação específica. Um desses mecanismos é o diagnóstico rápido participativo - DRP (Verdejo, 2006). Outra ferramenta que vem ganhando cada vez mais espaço é o SIG (Sistema de Informações Geográficas), seja como método de avaliação ou agregado a outras ferramentas mais complexas. Como exemplos de utilização do SIG nesse tipo de estudo, cita-se trabalhos realizados por Vélez e Gastó (1999), Azevedo et al. (2001; 2002), Cardona e Vargas (2008), entre outros.

A abordagem participativa na criação de indicadores de sustentabilidade agrícola é outra ferramenta importante. Segundo Nicholls et al. (2004), citados por Martins Neto (2009), sua não utilização dificulta a apropriação dos resultados por parte dos agricultores e, conseqüentemente, impede sua aplicação imediata (Marzall e Almeida, 2000). Uma das metodologias que representam bem esse

conceito é denominada MESMIS (López-Ridaura et al., 2002; Verona, 2008), utilizada para avaliar a sustentabilidade de sistemas de manejo de recursos naturais com ênfase nos pequenos produtores. Outros autores também utilizaram esse modelo, como Ferreira et al. (2007) e Altieri e Nicholls (2002).

Smyth e Dumanski (1993) propuseram o método FESLM (Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management) baseados em metodologias participativas, nas quais a satisfação do agricultor e a conservação dos recursos naturais são consideradas os principais fundamentos da sustentabilidade. O método foi adaptado por Gómez et al. (1996) e citado por diversos autores como Martins Neto (2009), entre outros.

Nolasco (1999) elaborou o método denominado “MITEC” (Método de Itinerário Fitotécnico) para avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas, a partir de estudos realizados com a cultura do Taro ou Inhame (*Colocasia esculenta* Schott). A ideia de Itinerário Fitotécnico também foi citada por Garcia Filho (1999) e pode ser definida como uma sucessão lógica e ordenada de operações culturais, aplicadas a uma espécie, a um consórcio de espécies ou a uma sucessão de espécies vegetais cultivadas e também espécies animais manejadas. Como resultado, este método propõe a construção de cenários nos quais as práticas de uso dos recursos da unidade de produção são tipificadas e hierarquizadas, segundo suas características de sustentabilidade.

2.3. Indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais

O relatório Brundtland, de 1987 (*Our Common Future*), definiu a interação harmoniosa entre o crescimento econômico, o equilíbrio ambiental e a igualdade social como sendo a base para o desenvolvimento humano e, conseqüentemente, para a sustentabilidade destas relações. Assim, o conceito de sustentabilidade vem reordenando e reorientando todas as relações ou atividades que envolvem a sociedades humanas e seu entendimento requer diferentes enfoques e contextos.

Lopes e Almeida (2002) ressaltam a existência de três itens presentes em qualquer debate sobre sustentabilidade: produção de alimentos, geração de renda

e conservação do meio ambiente, fazendo da produção agrícola o eixo dialógico de todas as questões que envolvem os modelos produtivos da sociedade atual.

Os Indicadores de sustentabilidade foram desenvolvidos para analisar aspectos de ecossistemas no mundo natural, sendo posteriormente derivados para abranger as influências e relações com o mundo social, como as que ocorrem nos agroecossistemas (Gliessman, 2001). As duas bases conceituais que norteiam o presente estudo são: a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (aqui representados pelos sistemas agroflorestais) e a necessidade de se estabelecer indicadores que permitam avaliar de forma eficaz esta sustentabilidade.

Na década de 90, a temática "sustentabilidade" começou a ser norteada pela utilização de indicadores e outros instrumentos adequados à sua mensuração em diferentes contextos. O World Wide Fund for Nature - WWF (2000) define os indicadores de sustentabilidade como medidas, geralmente numéricas, que têm como objetivo contribuir para a compreensão e realização do desenvolvimento sustentável nas comunidades, podendo apresentar-se em forma de gráficos para facilitar sua compreensão. Em síntese, são parâmetros utilizados para análise de sistemas, podendo ser considerados isoladamente ou em conjunto com outros indicadores.

O conjunto de indicadores deve expressar as inter-relações entre eles que possam afetar a sustentabilidade do sistema. Geralmente são obtidos através de tratamentos de dados brutos - originais - tais como médias, medianas, porcentagens, entre outros, dos quais se obtém os respectivos índices ou subíndices, conforme o objeto de análise. Em estudos mais complexos, os índices passam por metodologias de agregação, após as quais se obtém sempre valores finais que representam numericamente os resultados obtidos (Moura, 2002).

A seleção do tipo de indicador a ser utilizado em um estudo é influenciada pelo objetivo da análise e pelo nível do sistema a ser avaliado. A construção da lista de indicadores pode ser referente ao nível de parcela, propriedade, comunidade, bacia hidrográfica, região ou outro nível (Rennings e Wiggering, 1997; Rigby et al., 2001). Por esta razão, é necessária a escolha de indicadores apropriados a cada objetivo e cada contexto, além de métodos de agregação que

maximizem a representatividade dos elementos que o indicador traduz (Jollands et al., 2004).

A utilização de indicadores de sustentabilidade para sistemas agrícolas tem se demonstrado eficaz (Rigby et al., 2001), porém, a ciência ainda não conta com metodologias que consigam, sozinhas, integrar com segurança as diversas dimensões envolvidas no contexto da sustentabilidade. Avaliações neste sentido não são consensuais e devem passar sempre por uma discussão qualitativa e quantitativa. Assim sendo, torna-se pertinente saber "quais devem ser estes indicadores" e "qual a quantidade ideal de indicadores para um estudo de sustentabilidade de sistemas agroflorestais". A questão não é tão simples quanto possa sugerir. Maser et al. (2000) ressaltam que ainda são poucos os elementos agregadores entre teoria e aplicabilidade prática destes indicadores, confirmando o caráter incipiente de trabalhos sobre sistemas agrícolas e florestais em áreas camponesas de países do Terceiro Mundo.

A pesquisa tem demonstrado uma grande diversidade de indicadores e metodologias para avaliar a sustentabilidade ambiental de sistemas agrícolas e, mais especificamente, de agroecossistemas. Passos (2008) ressalta que esta diversidade decorre dos inúmeros enfoques teóricos sobre este tema e da multiplicidade de realidades e contextos a serem avaliados, exigindo uma série de adaptações e especificidades, dificultando a realização de avaliações comparativas entre diferentes realidades.

Embora historicamente os estudos sobre a sustentabilidade de sistemas ambientais tenham se baseado em indicadores de ordem biofísica, a incorporação das dimensões sociais vem dividindo com estes espaço e importância nos últimos anos. Diversos autores e instituições vêm desenvolvendo suas metodologias incorporando tais dimensões em seus estudos e propondo uma série de indicadores que melhor atendam seus objetivos, não havendo, portanto, qualquer possibilidade de se apontar qual ou quais se mostram mais adequados metodologicamente. Soma-se a este fato a particularidade de cada sistema avaliado, bem como as complexas inter-relações que a eles se condicionam.

Hoje, economia, sociedade e natureza estão obrigatoriamente integradas ao conceito de sustentabilidade, entendendo-se aqui natureza como dimensão ambiental ou ecológica (Altieri, 2000; Maser et al., 2000; Gliessman, 2001;

Altieri, 2002). A dimensão social, juntamente com os aspectos biofísicos e econômicos (Daniel et al., 1999) vem sendo utilizada como metodologia para se avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção em geral, com mecanismos importantes para melhor definir seus conceitos e aumentar a consciência das pessoas para a necessidade de mudanças de comportamento diante do desenvolvimento.

Para diversos autores, a avaliação da sustentabilidade em sistemas agroflorestais baseia-se na adoção de cinco "critérios", também denominados "características dos indicadores" (produtividade, estabilidade, equidade, resiliência e autonomia), distribuídos em três "dimensões" (econômica, social e ambiental). Este arcabouço metodológico traz como referência o próprio conceito de sustentabilidade proposto pelo relatório Brundtland (Wdec, 1991) e, independente de toda a discussão conceitual a este respeito, a sustentabilidade foi aqui considerada em seu caráter multidimensional (Moura, 2002), considerando-se seus aspectos econômicos, sociais e ambientais e englobando indiretamente uma infinidade de outros vínculos e dimensões mais específicas.

As dimensões econômica, social e ambiental, têm seus indicadores assim definidos, respectivamente: a) medidas que permitem comparação direta e que tem relação com o crescimento econômico (valores de renda e produção, estoques de recursos, área das unidades, poupança, capital); b) medidas que implicam em maior acesso à cidadania, solidariedade, autonomia ou qualidade de vida (qualidade e acesso a bens, formação, participação, cooperação) e c) medidas que propiciam melhores condições ambientais (Moura, 2002).

Este sistema de avaliação permite que diversos indicadores utilizados sejam "agregados" em cada um dos cinco critérios e estes distribuídos entre as três dimensões já mencionadas (Passos, 2008). A sustentabilidade do sistema avaliado é traduzida em um índice final, denominado "Índice de Sustentabilidade", reproduzindo numericamente os valores obtidos e/ou atribuídos ao conjunto de indicadores analisados.

A diversidade de autores e suas respectivas metodologias propostas gera uma série de variações nestes resultados finais que vão desde o número de indicadores utilizados à forma de cálculo dos índices de sustentabilidade. Até mesmo a padronização das escalas referentes a cada indicador torna-se

conflitante devido à diversidade de informações obtidas e à forma de cálculo adotada por cada pesquisador.

Quanto ao número de indicadores, Passos (2008) sugere 37 indicadores originais, agregados em função de suas características. A autora ressalta a variabilidade deste aspecto, apontando outros autores e seus respectivos indicadores, tais como Daniel (1999; 2000), sugerindo um mínimo de 105 indicadores para a avaliação da sustentabilidade de SAFs e propondo 48 destes somente para avaliações socioambientais. Lopes e Almeida (2002; 2003), avaliando a sustentabilidade de sistemas agroflorestais, segundo arranjos institucionais adotados, utilizaram 10 indicadores agregados. Moura (2002) (2002), avaliando a sustentabilidade de unidades de produção de fumo, trabalhou com 15 indicadores agregados. Severo et al. (2004), empregaram 15 indicadores para avaliar unidades extrativistas de samambaia no Litoral do Rio Grande do Sul, fundamentando suas avaliações no estudo de Moura (2002). Sepúlveda (2008) propôs que o número de indicadores seja estabelecido em função de cada usuário do método por ele sugerido. Segundo Passos (2008), destaca-se ainda o Instituto Rede Brasileira de Agrofloresta – REBRAf, no “Projeto Formação Agroflorestral em Rede na Mata Atlântica”, utilizando 28 indicadores agregados para a avaliação de aspectos econômicos, sociais, ecológicos, paisagísticos, culturais e aspectos referentes ao solo de SAFs.

Em estudo comparativo entre algumas das metodologias citadas acima, Passos (2008) concluiu que há uma dificuldade de se estabelecer padrões, gerando limitações para a reavaliação das mesmas em outras realidades. A especificidade de cada metodologia, no entanto, propicia maior fidelidade de cada estudo ao contexto no qual se insere.

O cálculo do índice de sustentabilidade também apresenta variações significativas. Calório (1997) e Daniel (2000) estabelecem tais índices a partir da área de um gráfico tipo radar, formados a partir dos indicadores avaliados. Lopes e Almeida (2002) utilizam a média aritmética dos indicadores, agrupando-as em critérios (indicadores agregados), somando posteriormente os valores médios para composição do Índice. Severo et al. (2004) calculam os indicadores agregados utilizando a média aritmética e, em seguida, mensuram os índices de sustentabilidade através de média harmônica. Moura (2002) e Passos (2008)

utilizam a média aritmética em todas as etapas, inclusive no cálculo dos índices de sustentabilidade. Sepúlveda (2008) propõe em seu método a soma ponderada associada a uma atribuição de pesos às dimensões, estabelecidas pelo usuário do método por ele proposto. Matos Filho (2004) estabeleceu pontuações de 0 a 10 em todos os indicadores, realizando médias simples na obtenção dos indicadores nos demais passos para a determinação do índice de sustentabilidade final. Em todos os trabalhos citados, utilizou-se o gráfico radar como instrumento para representação e avaliação visual da sustentabilidade de unidades agrícolas avaliadas.

Matos Filho (2004), em estudo com agricultores orgânicos, encontrou os seguintes índices de sustentabilidade: 7,7; 5,7 e 6,7 para as dimensões ambiental, econômica e social, respectivamente. Moura (2002), estudando a sustentabilidade entre fumicultores, encontrou valores entre 12,7 a 16,86 nos diversos sistemas pesquisados. Passos (2008), comparando a utilização de diversos métodos na avaliação de sistemas agroflorestais, encontrou uma intensa variabilidade entre os resultados obtidos, demonstrando a dificuldade de padronização dos índices de sustentabilidade. Submetendo seus dados ao método proposto por Calório (1997) e Daniel (2000), os valores do IS variaram entre 1,25 a 1,51. Com as metodologias propostas por Lopes e Almeida (2002) e Severo et al. (2004), foram observados valores entre 4,4 e 5,1. Submetidos à metodologia proposta por Moura (2002), os dados apresentaram os maiores valores, entre 12,35 e 17,07.

A dispersão dos valores acima apresentados demonstra a dificuldade de estabelecer uma metodologia capaz de agregar todas as informações, bem como representar de maneira única e fiel a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, incluindo aqui os sistemas agroflorestais. Moura (2002) cita como principais causas desta questão, entre outras, dificuldades na definição de expressões matemáticas que traduzam os parâmetros selecionados; perda de informação nos processos de agregação dos dados; diferentes critérios na definição dos limites de variação do índice; ausência de critérios robustos para seleção de alguns indicadores; pouca visão sistêmica do pesquisador; objetivos muito amplos ou muito específicos; concentração nos elementos e não nas suas interações e dificuldade para identificar resultados.

Embora a natureza dos modelos apresentados não permita uma padronização metodológica, tornam-se necessários estudos visando estabelecer um conjunto de indicadores que mais se aproximem de uma harmonização entre estes procedimentos, sem que com isso se perca a especificidade de cada contexto. Este estudo visa à avaliação de pontos de convergência entre os diversos autores, propondo um conjunto de indicadores adaptados à realidade na qual se insere.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da área amostral

A Região do Caparaó Capixaba localiza-se no Sudoeste do Estado do Espírito Santo, composta pelos municípios de Alegre; Divino de São Lourenço; Dolores do Rio Preto; Guaçuí; Ibatiba; Ibitirama; Irupi; Iúna; Jerônimo Monteiro, Muniz Freire e São José do Calçado (Figura 1). Abrange a porção capixaba da Serra do Caparaó, tendo o Parque Nacional do Caparaó (PARNA Caparaó, criado em 24 de maio de 1961, pelo Decreto federal nº 50.646) como sua principal unidade de conservação, delimitando suas áreas de proteção de ecossistemas e conferindo à região suas principais características hidrológicas, edáficas, climáticas e fitogeográficas. O PARNA Caparaó abriga o Pico da Bandeira, terceiro ponto culminante do Brasil com 2.980 m de altitude, situado nas coordenadas 20°26'4"S e 41°47'44"W. A vegetação predominante é composta de florestas ombrófilas densas e florestas estacionais semideciduais, tendo em sua parte mais alta a presença de campos de altitude.

A maior parte da região é composta por relevos acidentados e 75,95% da área possui inclinação acima de 30% (BANDES, 2005), facilitando os processos de erosão, acarretando a perda de solo e conseqüente assoreamento de rios e várzeas férteis. Estes problemas são agravados ainda por desmatamentos constantes de encostas e áreas ciliares, sobretudo para implantação de lavouras

de café, pastagens e mais recentemente de eucalipto. A alocação de estradas e carreadores, bem como o uso indiscriminado de agrotóxicos são pontos que também merecem destaque. Apesar das dificuldades para a utilização em larga escala da agricultura mecanizada, é muito comum na região o uso de mecanização pesada para o revolvimento do solo, mesmo em áreas íngremes.

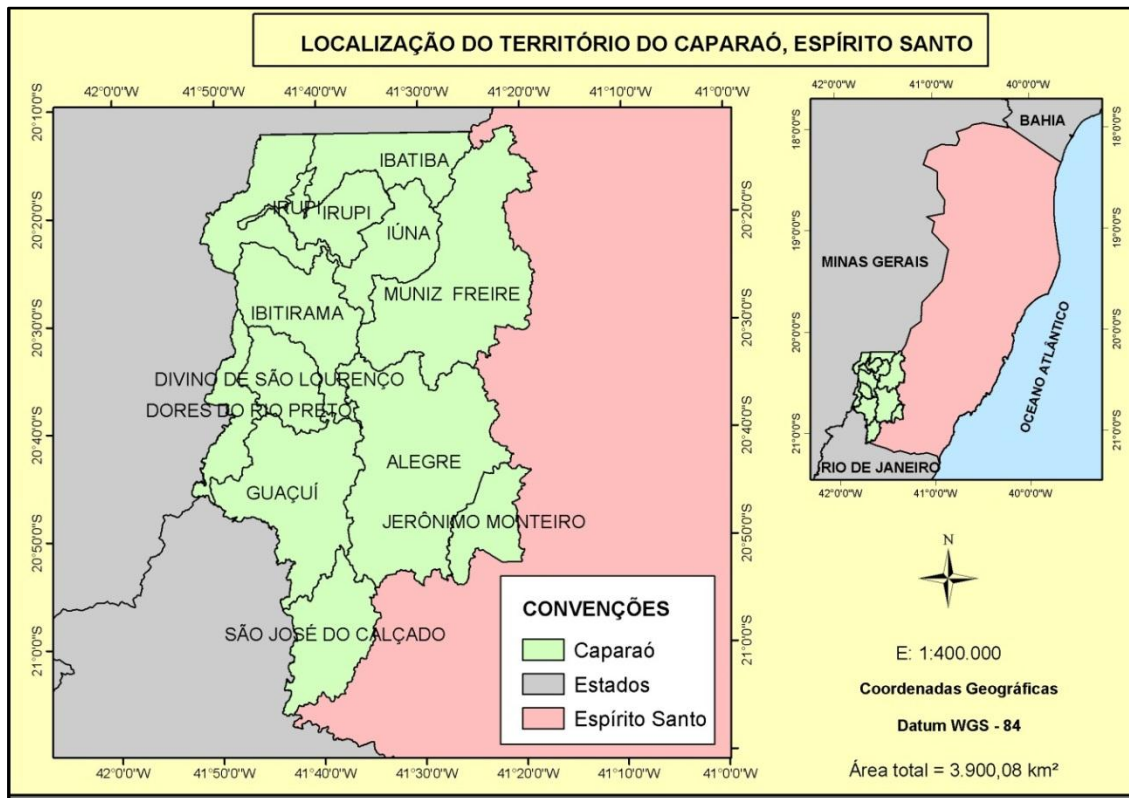


Figura 1. Microrregiões administrativas de gestão do Estado do Espírito Santo, com destaque para o Território do Caparaó.

A estrutura fundiária da região é caracterizada pela atividade agrícola com predominância de pequenas propriedades, sendo que 82,3% das propriedades rurais encontram-se nos estratos de até 50 ha (BANDES, 2005). Com relação à área, tais propriedades ocupam somente 35,0%, sendo o restante (65%) ocupado por propriedades acima de 50 ha, com predominância dos estratos entre 100 e 500 ha, perfazendo 35,2% da área das propriedades rurais da microrregião e demonstrando uma concentração de terras destinadas, principalmente, a atividades pecuárias de leite e de corte (BANDES, 2005).

Os municípios da região apresentam uma população urbana (54,22%) maior que a população rural (45,78). Apesar desse fato, atividade agropecuária é balizadora do desenvolvimento da região em diversos aspectos, absorvendo a maior parte da força de trabalho em diversos municípios, contribuindo de maneira significativa na geração de trabalho e renda. A principal atividade agrícola é a cafeicultura, seguida da pecuária leiteira e de corte. Embora a topografia aponte para possibilidades de diversificação agrícola, esta ocorre de maneira ainda incipiente. Nos últimos anos, o fomento florestal oportunizou a implantação de lavouras de eucalipto, mas não o suficiente para modificar este quadro.

A maioria dos municípios da Região do Caparaó é drenada pela Bacia Hidrográfica do Itapemirim. Segundo Rezende et al. (1993), a referida bacia hidrográfica compõe-se de cinco macroambientes, estratificados em função do clima, do relevo e da fitogeografia presente. O Caparaó possui três destes ambientes que são: Ambiente Cachoeiro (com altitudes até 600 m), Ambiente Celina (com altitudes entre 600 e 800 m) e Ambiente Caparaó (com altitudes acima de 800 m, chegando a 2.890 m – altitude do Pico da Bandeira).

A região estudada possui aproximadamente 60 propriedades em processo de transição agroecológica (Seag, 2008), das quais aproximadamente 30 a 35 com sistemas agroflorestais implantados. Sendo assim, as análises propostas neste trabalho foram estratificadas levando-se em consideração tais particularidades.

3.2. Amostragem e coleta dos dados

Devido à complexidade do tema, bem como o fato de envolver uma quantidade significativa de variáveis e situações a serem investigadas, esta pesquisa exigiu alguns cuidados para a realização da amostragem. A metodologia aqui adotada configura-se como amostragem aleatória estratificada (Marconi e Lakatos, 1996), baseada nos três estratos de ambientes regionais definidos por Rezende et al. (1993). Foram amostrados sete SAFs no primeiro extrato (ambiente Cachoeiro – altitude entre 200 e 600 m), sete SAFs no segundo extrato

(ambiente Celina – altitude entre 600 e 800 m) e seis SAFs no terceiro extrato (ambiente Caparaó – altitudes acima de 800 m). O número de sistemas avaliados em cada extrato aproxima-se consideravelmente do total existente, conferindo à amostragem um caráter altamente significativo, já que o número de amostras é próximo ao da população em estudo. Precisamente, das 60 propriedades com sistemas diversificados instalados, incluindo SAFs (Seag, 2008), aproximadamente 30 apresentam SAFs em fase de produção e passíveis de análise, sendo selecionadas 20 para o estudo. Dentro de cada extrato, o critério para escolha dos SAFs investigados levou em consideração a disponibilidade de participação dos agricultores, a viabilidade de acesso e a logística.

A metodologia de coleta de dados para este estudo foi composta das seguintes etapas:

1. Utilização de dados secundários (oriundos de fontes diversas), para avaliação de zoneamentos já existentes, cartografia e indicadores que apontassem para arranjos produtivos, passíveis de análise, com base nas características climáticas, biofísicas e antrópicas da região;

2. As informações iniciais sobre os sistemas agroflorestais passíveis de análise foram obtidas, em um primeiro momento, com a realização de diagnósticos rápidos participativos (DRP) com agricultores, em entrevistas e reuniões com os agricultores, técnicos e lideranças locais. Após este passo, foi priorizada a obtenção dos dados primários, por meio de entrevistas e aplicação de questionários semiestruturados com os agricultores, em cujas propriedades foram identificados os sistemas agroflorestais (APÊNDICE A).

Alguns dos indicadores utilizados na análise da sustentabilidade, embora já consolidados pela literatura, tiveram colaboração dos próprios agricultores, complementando ou simplesmente agregando novas informações. Alguns indicadores foram obtidos em observações diretas por meio de visitas a campo (Altieri, 2002).

3.3. Detalhamento dos indicadores de sustentabilidade

A sustentabilidade dos sistemas agroflorestais foi investigada a partir da utilização de indicadores de sustentabilidade para as dimensões socioeconômica e ambiental de sistemas agrossilviculturais. A pesquisa foi baseada no roteiro proposto por Camino e Müller (1993), também utilizado por Daniel (1999), para estudos de sustentabilidade de sistemas produtivos em geral (Figura 2).



Figura 2. Estrutura metodológica básica para definição de indicadores de sustentabilidade de sistemas em geral. Fonte: Camino e Müller (1993).

Para a seleção dos indicadores utilizados na pesquisa, optou-se por uma sequência metodológica, a partir da definição de 17 aspectos da sustentabilidade (Figura 3), metodologia também descrita por Passos (2008).

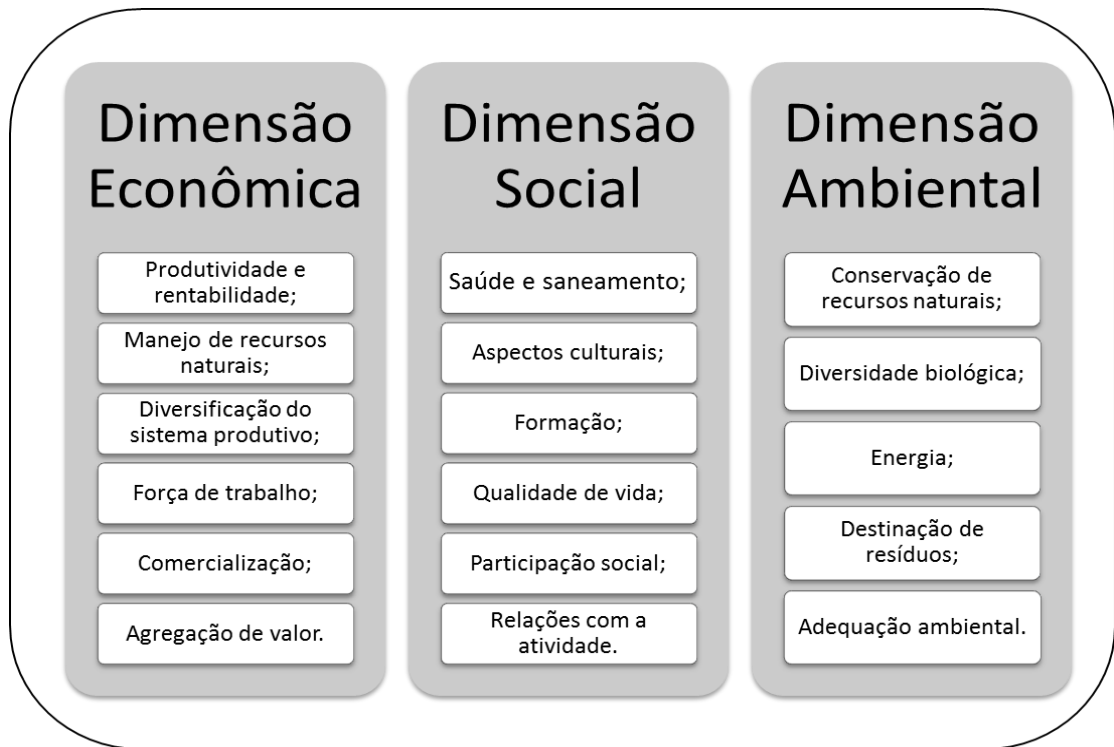


Figura 3. Aspectos considerados para a composição dos indicadores de sustentabilidade dos SAFs, tendo como referência as três dimensões (econômica, social e ambiental). Fonte: Adaptado de Passos (2008).

A partir deste esboço, foram construídos os demais passos da metodologia (Figura 4). Assim, com base nos 17 aspectos observados, optou-se pela utilização de 56 indicadores originais, distribuídos entre as dimensões da sustentabilidade.

Em cada dimensão, por sua vez, estes indicadores foram agrupados nos seguintes critérios, conforme definido por Ribas et al. (2007): 1) produtividade – avalia a eficiência do uso dos recursos e o rendimento do trabalho; 2) estabilidade – avalia a capacidade do ecossistema de absorver perturbações e permanecer inalterado; 3) equidade – avalia a forma de distribuição dos recursos no ecossistema; 4) resiliência – avalia a capacidade de um ecossistema em manter a produtividade diante de alterações ou agressões externas; e 5) autonomia – avalia o grau de controle e capacidade de administrar o funcionamento dos agroecossistemas. Essa organização dos indicadores, distribuídos em função das referidas dimensões e critérios, acompanha uma tendência atual de proposta metodológica para este tipo de estudo (Moura, 2002; Passos, 2008).

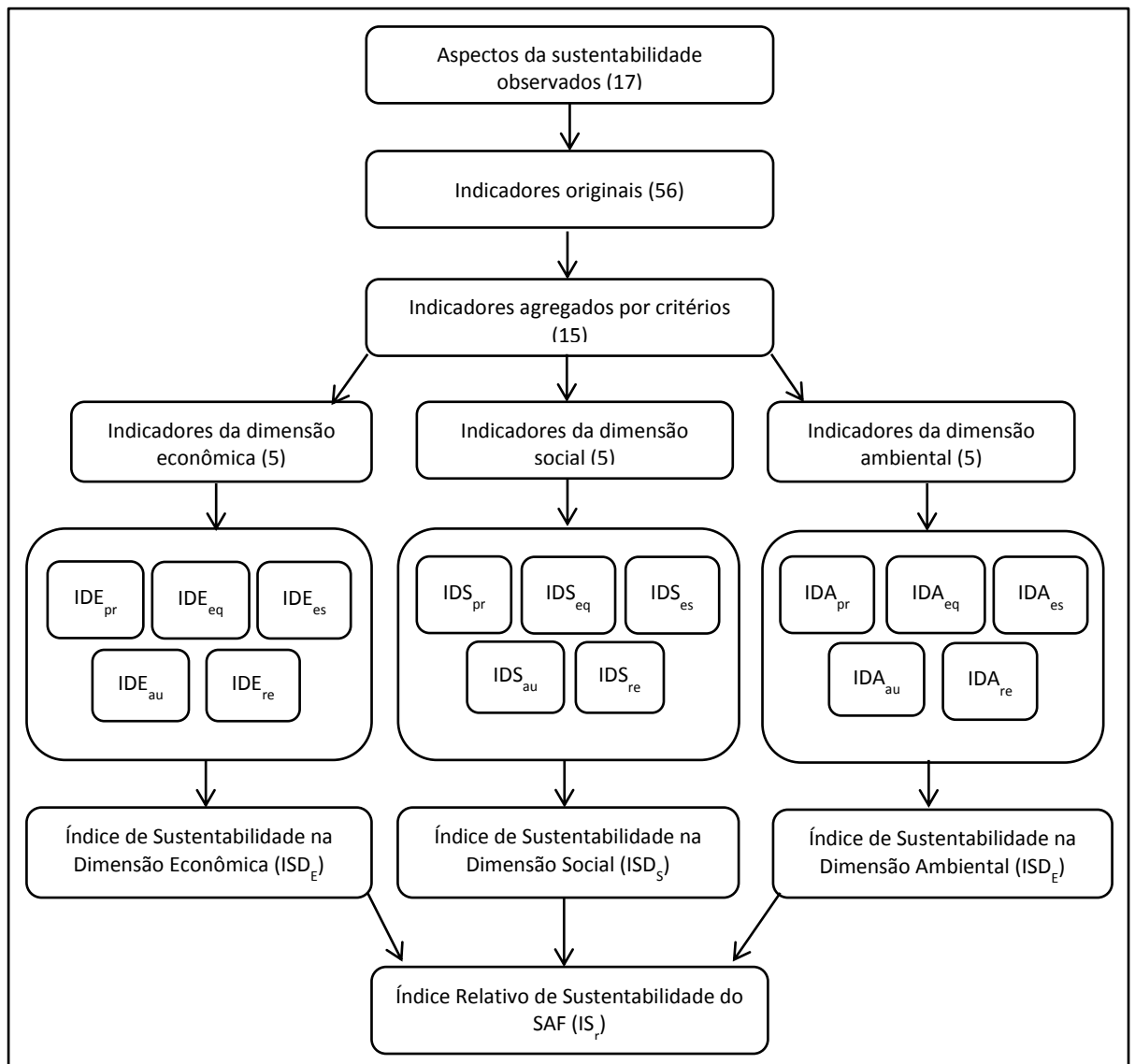


Figura 4. Fluxograma com os Procedimentos metodológicos para o cálculo do Índice de Sustentabilidade de SAFs - adaptado de Passos (2008).

Os Índices de Sustentabilidade de cada Critério foram assim descritos: (IDE_{pr}) , (IDS_{pr}) e (IDA_{pr}) – Indicador de Sustentabilidade no critério produtividade para as três dimensões; (IDE_{eq}) , (IDS_{eq}) e (IDA_{eq}) - Indicador de Sustentabilidade no critério equidade para as três dimensões; (IDE_{es}) , (IDS_{es}) e (IDA_{es}) - Indicador de Sustentabilidade no critério estabilidade para as três dimensões; (IDE_{au}) , (IDS_{au}) e (IDA_{au}) - Indicador de Sustentabilidade no critério autonomia para as três dimensões; (IDE_{re}) , (IDS_{re}) e (IDA_{re}) - Indicador de Sustentabilidade no critério resiliência para as três dimensões. Os Índices de Sustentabilidade de cada

Dimensão estão assim descritos: (ISD_E) , (ISD_S) e (ISD_A) . O Índice Relativo de Sustentabilidade dos SAFs é descrito por (IS_r) .

Os indicadores utilizados foram obtidos de trabalhos realizados por diversos autores como Daniel (2000), Daniel et al (2001), Lopes e Almeida (2002), Moura (2002), Severo et al. (2004) e Passos (2008), já consolidados na literatura específica, bem como outros propostos em função de diagnósticos e entrevistas realizadas com agricultores ao longo da realização deste trabalho.

Foram utilizados indicadores simples (constituídos por somente uma variável) e agregados (formados por duas ou mais variáveis mais simples). As variáveis aqui definidas assumiram caráter quantitativo e qualitativo. Deste modo, as variáveis quantitativas, cuja referência desejável ou indesejável seja conhecida para aquele contexto, foram calculadas em função do distanciamento dos valores levantados em relação a estes referenciais. Nos outros casos, quando os valores encontrados representaram por si mesmos a informação desejada, foram mantidos, para fins de tabulação de dados, os valores originais. Os indicadores utilizados neste estudo estão detalhados no Quadro 1.

DIMENSÃO ECONÔMICA				
CRITÉRIO	INDICADORES	SIMBOLO	DESCRITORES	PARÂMETROS (VARIÁVEIS) E PONTUAÇÕES
Produtividade	1. Produtividade da Terra (1)	P _{Ter}	(Renda bruta do Saf - Despesas)/área total da UP	Avalia a Renda líquida dividida pela área total da Unidade de Produção.
	2. Produtividade do SAF (1)	P _{Saf}	(Receita bruta do SAF / Receita bruta da UP) X 100	Avalia a receita bruta do SAF em relação à receita bruta da UP. O resultado é expresso em percentagem.
Equidade	3. Nível de Reprodução Social (2)	NRS	RT (Renda total obtida na Unidade de Produção (UP)) UTHf (Unidade trabalho/homem familiar) = somatório da mão de obra familiar, seja ela agrícola ou não agrícola.	Avalia a renda total (R\$) de cada unidade de produção agrícola e o nível de remuneração da mão-de-obra familiar. O Nível de Reprodução Social (NRS) é obtido pela renda total (RT) dividida pela quantidade de mão de obra familiar empregada na unidade de produção (UTHf). A UTHf é quantificada por idade por Idade. Valores para cada indivíduo: (7 a 13=0,5; 14 a 17=0,65; 18 a 59=1; >60=0,65) O índice é formado pela soma simples dos pontos.
Estabilidade	4. Índice de Diversificação da Produção (3)	IDP	Quanto maior o índice mais distribuída está a renda em número de fontes de receitas e mais sustentável é a UP	Grau de dependência da unidade de produção agrícola em relação a cada produto comercializado. Cálculo: $IDP = 1/\sum Fx^2$ onde Fx é a fração da renda total referente a cada produto (Hoffmann,1984). A medida é dada por um índice sem unidade.
	5. Renda líquida total (1)	Cus/Prod	(Total de Despesas X 100)/Receita bruta total	Percentual das despesas totais da UP em relação ao total bruto das receitas. O resultado é expresso em percentagem.
	6. Espécies Vegetais Manejadas (6)	EVMan	Quantidade de espécies vegetais manejadas no SAF	número total de espécies (Valor 0=abaixo de 3 espécies; 1=entre 3 e 6 espécies; 2=entre 7 e 10 espécies; 3=acima de 10 espécies).
	7. Espécies animais manejadas (6)	EAMan	Quantidade de espécies animais manejadas no SAF	número total de espécies (Valor 0=abaixo de 2 espécies; 1=entre 3 e 5 espécies; 2=acima de 5 espécies)
	8. Autonomia Estrutural	8. AEst	TER (% da área de terra)	TER é o percentual de área própria (ha) em relação

DIMENSÃO ECONÔMICA				
CRITÉRIO	INDICADORES	SIMBOLO	DESCRITORES	PARÂMETROS (VARIÁVEIS) E PONTUAÇÕES
Autonomia	(3)		MOINT (% mão de obra familiar utilizada)	à área total (ha) da propriedade (em %). MOINT é o cálculo da % da mão-de-obra familiar utilizada (em UTH) em relação a mão de obra total . O indicador é formado pela média dos 2 valores.
	9. Autonomia Produtiva do SAF (1)	9. APr	RSaf/RT(Renda do saf em relação à renda total da propriedade)	Representa a Renda anual gerada pelo SAF em relação a renda total da propriedade (agrícola ou não agrícola) . O resultado é dado em porcentagem e refere-se a uma média dos últimos 3 anos.
	10. Autonomia de mão de obra (1)	AMO	AMO (Autonomia de mão de obra = MO familiar / MO externa)	Índice formado pela divisão da mão de obra familiar (UTHf) pela mão de obra externa (n° de pessoas envolvidas nas atividades do SAF).
	11. Destinação do Produto (4)	DPr	Destinação dos produtos do SAF	Forma de comercialização (4= venda direta participando de grupo organizado; 3= parte venda direta individual e parte por grupo organizado; 2= venda direta individual; 1= parte para intermediários e parte vendido individual ou por grupo organizado; 0= toda venda a intermediários).
Resiliência	12. Poupança (3)	POU	Existência de poupança em banco ou outro investimento financeiro	Se o proprietário possui ou não poupança ou investimento financeiro do gênero. (valor 1= sim; 0= não).
	13. Poupança verde (1)	PV	Poupança verde (reserva de biomassa arbórea) (1)	Existência e estrutura de reservas de biomassa arbórea (valores: 0=inexistente; 1=sim, mas não planejada; 2=sim, planejada)
	14. Previdência Privada (3)	PPr	Existência de Previdência Privada ou mecanismos similares.	Se o proprietário possui ou não previdência privada (valor 1= sim; 0= não)
	15. Risco de seca (3)	Rsec	Risco frequente de Seca ou estiagem prolongada	Problemas relacionados a seca: (valor 2= nunca; 1= ocasional; 0= com frequência)
	16. Risco de cheia (3)	RCh	Risco frequente de cheias, enchentes e desastres similares.	Problemas relacionados a chuvas como enchentes, granizo, etc. (valor 2= nunca; 1= ocasional; 0= com frequência).
DIMENSÃO SOCIAL				
CRITÉRIO	INDICADOR	SIMB	DESCRITORES	PARÂMETROS (VARIÁVEIS) E PONTUAÇÕES
Produtividade	17. Produtividade do trabalho (1)	PTr	PTr/UTHf	Percentual de familiares dependentes diretamente da unidade produtiva em relação à força de trabalho familiar.
Equidade	18. Acesso a bens de consumo (3)	ACon	Acesso a bens básicos, considerando a confortabilidade do agricultor.	Atribui-se 1,0 para cada item: fogão a gás, geladeira, freezer, liquidificador/batedeira, televisão, rádio/aparelho de som; micro-ondas, computador, antena parabólica, veículo passeio, veículo utilitário, motocicleta,
	19. Acesso a serviços (3)	ASer	Acesso a Serviços básicos, considerando a confortabilidade do agricultor.	Atribui-se 1,0 para cada item: telefone fixo, telefone celular, energia elétrica, coleta de lixo (ou trat. Primário), assistência médica, assistência odontológica, transporte público, água tratada,
	20. Acesso a Educação (3)	Educ	Acesso dos agricultores e familiares a educação formal	Valores: 3=escola local (na comunidade); 2= escola fora da comunidade com transporte; 1= escola fora da comunidade sem transporte; 0= não tem acesso a escola.
	21. Domínio de informações sobre SAFs (1)	Dinf	Membros da família que possuem informações sobre manejo dos SAFs	Valores: 0=somente o proprietário; 1=alguns da família; 2: todos os membros da família
Estabilidade	22. Assistência Técnica Pública (3)	ATP	Tipo de acesso dos agricultores à assistência técnica pública.	Valores: 4= Sistemática e específica para SAF's ; 3= Eventual e específica para SAF's; 2= Sistemática não específica; 1= Eventual não específica; 0= inexistente.
	23. escoamento da Produção (1)	EPr	Situação de estradas ou vias de escoamento de produção	Apresenta problemas com escoamento da produção (estradas, distância e outros)? Valores: 2=Com frequência, 1= eventualmente, ; 0= não apresenta problema. Obs.: Os índices serão atribuídos segundo opinião do agricultor.
	24. Acesso à saúde (1)	ASau	Acesso dos agricultores e familiares à sistemas de saúde)	Valores: 3= acesso frequente e local; 2= acesso frequente mas distante; 1= acesso eventual mas sistemático; 0= acesso raro
	25. Estado geral de saúde (1)	ESau	Estado Geral de Saúde das pessoas envolvidas no SAF	Valores: 3= adoecem raramente; 2= doenças leves mas frequentes; 3= doenças graves advindas do tipo de trabalho; 0= pessoa (as) inválidas em consequência das atividades agrícolas.

DIMENSÃO ECONÔMICA				
CRITÉRIO	INDICADORES	SIMBOLO	DESCRITORES	PARÂMETROS (VARIÁVEIS) E PONTUAÇÕES
	26. Visão de suficiência da terra (3)	TS	Visão do agricultor sobre a suficiência da terra para as atividades agrícolas	Terra própria suficiente para manutenção e reprodução da família. Valores: 0=não; 1=parcialmente; 2=sim.
	27. Desejo de permanência na atividade	DP	DP (Desejo de permanência na atividade nos próximos 10 anos.	Pretensão de continuar na atividade agrícola nos próximos 10 anos. Valores: 3= certamente; 2= provavelmente; 1= dificilmente; 0= não
	28. Capitalização do SAF (3)	K	K (Capitalização da UP nos últimos anos de manejo do SAF)	Na visão do agricultor, avaliar se houve capitalização nos últimos 10 anos, para sistemas mais antigos, ou nos últimos 3 anos para sistemas mais recentes. Valores: 2= capital aumentou; 1= ficou igual; 0= reduziu.
Autonomia	29. Perfil da participação Institucional (1)	Perf	Perfil dos Grupos dos quais o agricultor e/ou familiares participam	Valores: 3= grupos com ações efetivas focadas em SAF's ou sistemas similares; 2= grupos com ações eventuais focadas em SAF's ou sistemas similares; 1= grupos sem ações focadas em SAF's ou sistemas similares; 0= não participa de nenhum grupo.
	30. Participação em cooperativas (3)	Co	perfil da participação em cooperativas	Participação em cooperativas. Valores: 2= associado com participação efetiva; 1= associado; 0= não associado.
	31. Participação em sindicatos (3)	Si	Perfil da participação em sindicatos	Participação em Sindicatos. Valores: 2= associado com participação efetiva; 1= associado; 0= não associado.
	32. Participação em mutirões (3)	Mut	Frequência de participação em mutirões e grupos de trabalho comunitário)	Participação em mutirões e grupos de trabalho. valores: 0= nunca; 1= já participou de pelo menos um ; 2= participa eventualmente; 3= sempre participa.
	33. Propriedade da terra (6)	Terra	Terra (posse da terra utilizada pelo SAF)	Valores: 1= sim e 0= não
	34. Utilização de produtos do SAF (4)	Ut	Ut (utilização dos produtos do SAF por pessoas envolvidas no manejo)	Utilização dos produtos. Valores: 2 = Utilizam sempre; 1= Utilizam ocasionalmente; 0= Não utilizam (todo o produto é comercializado).
Resiliência	35. Cursos Capacitação em manejo de SAFs (5)	Cur	Cur (Capacitação dos membros envolvidos no SAF através de cursos)	valores: 0= nunca; 1= já participou de pelo menos um; 2= participa eventualmente; 3= sempre participa.
	36. Escolaridade do agricultor (3)	EA	Nível de escolaridade e educação formal do agricultor)	Valores: 5= curso técnico ou superior; 4= médio completo; 3= médio incompleto; 2= básico completo; 1= básico incompleto; 0= nenhum.
	37. Educação das demais pessoas	EDP	Situação da escolaridade e educação formal das demais pessoas envolvidas no SAF	Valores: 2 = Todos são alfabetizados; 1= somente os filhos são alfabetizados; 0= demais pessoas não alfabetizadas.
DIMENSÃO AMBIENTAL				
CRITÉRIO	INDICADOR	SIMBOLO	DESCRITORES	PARÂMETROS (VARIÁVEIS) E PONTUAÇÕES
Produtividade	38. Produtividade Ambiental (3)	PAmb	Percentual da Produção (t) SAF em relação ao total da Produção (t) daUP	Percentual estimado de toda a vegetação (arbórea e não arbórea) do SAF efetivamente colhida (t) em relação ao total de produção da UP. O resultado é dado em percentagem, posteriormente relativizado para valores entre 0 e 1. Utiliza-se uma média dos últimos 3 anos de produção
Equidade	39. Eficiência do uso da Terra (1)	DTer	% superfície agrária útil da UP em relação à superfície total.	Superfície agrária útil da UP dividida pela superfície total da UP (em ha). Tem como resultado um índice variando de 0 a 1.
	40. Sistemas alternativos (3)	SAF	% área com sistemas alternativos (incluindo SAFs) em relação a área total da Unidade Produtiva.	Superfície ocupada com sistemas alternativos (incluindo SAFs) em relação à área total da Unidade Produtiva (em ha). Valores:
Estabilidade	41. Uso racional de insumos (1)	Ins	40. Ins - Racionalização na utilização de insumos (Int + Dquim + Aquim) (1)	Soma dos valores: Int (Intoxicações de pessoas por agrotóxicos: valor 2 = nunca; 1 = já houve casos; 0 = há casos com frequência) + DQuim (Uso de defensivos químicos: 3= não usa; 2= conjuga com técnicas alternativas; 1= uso exclusivo e eventual; 0= uso exclusivo e sistemático) + AQuim (Uso de Adubação química: 3= não usa; 2= conjuga com técnicas alternativas; 1= uso exclusivo e eventual; 0= uso exclusivo e sistemático). Valor máximo: 8
	42. uso do fogo (3)	FO	41. Uso do fogo nas atividades agrícolas	Valores: 2= nunca; 1= Raramente, mas controlado; 0= sempre

DIMENSÃO ECONÔMICA				
CRITÉRIO	INDICADORES	SÍMBOLO	DESCRIPTORIOS	PARÂMETROS (VARIÁVEIS) E PONTUAÇÕES
	43. Destinação de embalagem (3)	DE	42. Destinação de embalagem de defensivos, adubos, etc.	Valores: 2= Conhece e cumpre a legislação; 1= Conhece mas não cumpre; 0= não conhece e não cumpre legislação.
	44. APP e Reserva Legal (1)	APP	Situação de Área de Preservação Permanente e Reserva Legal da UP	Adequação da propriedade em relação a situação das APPs e Reserva legal ou área averbada para implantação conforme a legislação atual. Valores: 0=não possuem cobertura vegetal; 1=Possuem cobertura vegetal não adequada; 2=Possuem cobertura vegetal adequada mas não averbada; 3= Possuem cobertura adequada ou área averbada para implantação
	45. Corredores ecológicos (1)	CEco	Conexão entre fragmentos florestais - corredores ecológicos	Existe conexão entre fragmentos florestais (corredores ecológicos)? Valores: 1= sim ; 0= não
Autonomia	46. Erosão de solos (3)	ES	Situação das áreas com erosão de solos	Média dos valores atribuídos ao nível de erosão visível (4= nenhum; 3= raros; 2= moderado; 1= preocupante; 0= severo)
	47. Utilização de matéria orgânica (3)	MO	Uso da matéria orgânica produzida no SAF	Utiliza a Matéria orgânica produzida no SAF?. Dados obtidos através do depoimento do agricultor. Valores: 2=utiliza sempre; 1=utiliza eventualmente; 0=não utiliza.
	48. Capacidade de uso do solo (5)	CUso	Adoção de princípios da capacidade de uso do solo	Valores: a- Aração em áreas de cultivo. Valores: 2= não utiliza aração; 1=aração somente em área com aclave abaixo de 30° ; 0=aração incluindo áreas com aclave acima de 30°. b- Adoção de: cobertura morta, adubação verde, plantio consorciado, rotação de culturas, plantio em nível, caixas secas, faixas de contorno, substituição de capina por roçada; controle integrado de pragas e doenças, adubação correta (com análise de solos). Valores: 0,1 para cada prática. O índice foi formado pela soma simples dos valores levantados e "a" e "b".
	49. Disponibilidade hídrica (1)	DHid	Disponibilidade Hídrica para atendimento às atividades agrícolas	Valores: 3=Água atende satisfatoriamente família e produção, 2=atende mas com deficiências, 1=atende insatisfatoriamente, 0=não possui água.
	50. Exposição da água à poluição (1)	ExPol	Nível de exposição da água à poluentes e outras formas de degradação)	Níveis de exposição (de crítico a excelência). Valores: 2=não há exposição; 1=há pontos isolados de exposição; 0=exposição crítica (na maioria das atividades).
Resiliência	51. Dependência de energia externa (1)	EExt	Dependência de matéria orgânica externa para os processos produtivos do SAF	Valores: 2: não utiliza matéria orgânica externa; 1=utiliza matéria orgânica externa eventualmente; 0=sempre utiliza matéria orgânica externa.
	52. Alternativa energética (1)	FAE	existência de fontes alternativas de energia na UP	Sim (1), não (0) - sinalizar quaisquer outras fontes alternativas como combustíveis, geração de energia, etc.
	53. Diversidade de espécies vegetais (1)	Div.Veg	Diversidade de espécies vegetais presentes no SAF	número total de espécies (Valor 0=abaixo de 3 espécies; 1=entre 3 e 6 espécies; 2=entre 7 e 10 espécies; 3=acima de 10 espécies).
	54. Diversidade de espécies animais (1)	Div.An	Diversidade de espécies animais presentes no SA	espécies animais observadas (Valor 0=presença insignificante; 1=presença ocasional; 2=presença constante)
	55. Destinação de lixo (1)	Lix	Destinação de resíduos sólidos - lixo seco)	Valores: 2= todo o lixo aterrado;1= lixo parcialmente aterrado; ; 0= nenhum lixo aterrado e todo ele é queimado ou abandonado.
	56. Destinação de esgoto doméstico (1)	Esg	Esg (Tratamento primário de esgoto)	Realiza pelo menos tratamento primário do esgoto doméstico: sim (1), não (0).

Quadro 1. Detalhamento dos indicadores de sustentabilidade par a dimensões econômica, social e ambiental.

Nota: As marcações em parênteses na coluna "indicadores" referem-se às fontes dos mesmos, assim distribuídas: (1) - Proposto pelo autor (ou adaptado de autores diversos); (2) - Adaptado de Ribas et al.(2007); (3) - Adaptado de Moura (2002); (4) - Adaptado de Passos (2008); (5) - Adaptado de Lopes (2001); (6) - Adaptado de Matos Filho (2004). 2. Todos os índices foram relativizados, adquirindo valores entre "0" e "1", segundo proposto por Sepúlveda (2008).

3.4. Cálculo e análise do índice de sustentabilidade

Os indicadores adotados neste trabalho podem ser definidos como qualitativos, apresentando algumas particularidades, descritas a seguir. Porém, cabe ressaltar que para todos eles foram estabelecidos valores máximos e mínimos em função do tipo de informação às quais se relacionam, segundo propõem Ribas et al. (2007).

Para os parâmetros qualitativos foram arbitrados valores 0 e 1 para variáveis cuja resposta seja "sim" ou "não" e valores entre 0 e 5 para variáveis com múltiplas opções de respostas. Neste caso, foram elaboradas escalas de valor, baseadas principalmente na percepção dos entrevistados, indicando maiores valores para situações desejáveis e menores valores para situações indesejáveis. No caso de indicadores de "proporção", o valor mínimo foi dado como igual a zero e o valor máximo igual a um.

Para os indicadores de caráter quantitativo, foram estabelecidos valores máximos e mínimos em função das médias regionais, principalmente aqueles relacionados à produtividade e valoração econômica. As médias regionais foram estabelecidas com base na literatura e informações locais de entidades ligadas à questão agrária e ambiental. Sendo assim, as condições ótimas (sustentáveis) foram consideradas como aquelas próximas ou acima da média regional, conforme a demanda de cada indicador. Este procedimento favorece uma análise independente para cada unidade produtiva (UP), sem a necessidade de se utilizar as médias do grupo avaliado para fins de comparação, como se observa em outros trabalhos desse tipo.

As diferentes escalas e unidades de medida destes indicadores foram padronizadas, integradas em uma só matriz (Morse et al., 2001), com valores relativos entre "0" (situação limite de insustentabilidade) e "1" (situação limite de sustentabilidade), para fins de comparação e interpretação dos dados (Sepúlveda, 2008). Os j -ésimos indicadores foram calculados para as i -ésimas observações, em uma fórmula de proporção entre 0 e 1, conforme demonstrado a seguir:

$$I_j = \frac{X_j - X_{min}}{X_{min} - X_{max}}$$

Em que:

I_j = valor do índice para cada indicador (variando de 0 a 1, onde 1 representa a melhor situação de sustentabilidade);

X_j = valor correspondente ao indicador original para uma unidade de análise;

X_{min} = valor mínimo do indicador;

X_{max} = valor máximo do indicador.

A sustentabilidade dos sistemas agroflorestais foi avaliada através do Índice de Sustentabilidade (IS), tendo seu valor transformado para um Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) e aplicado sobre um gráfico do tipo radar (Lopes e Almeida, 2002; López-Ridaura et al., 2002; Caporali e Campiglia, 2003). Neste tipo de gráfico, cada um dos eixos corresponde a um dos critérios, compondo em seu conjunto as dimensões. Maiores valores observados nos eixos do gráfico significam também maiores valores nos índices de sustentabilidade (Sepúlveda, 2008).

Foi gerado um Índice de Sustentabilidade para cada unidade de produção, para cada dimensão e cada critério. Este tipo de procedimento tem como objetivo promover um maior detalhamento de cada fator envolvido, explicitando pontos não detectados na análise da sustentabilidade nas dimensões e na obtenção do Índice Relativo de Sustentabilidade (IS_R).

Os mesmos Índices foram calculados para o conjunto de unidades produtivas estudadas, permitindo estabelecer uma visão geral da sustentabilidade na região estudada. O detalhamento da metodologia pode ser observado no esquema da Figura 5.

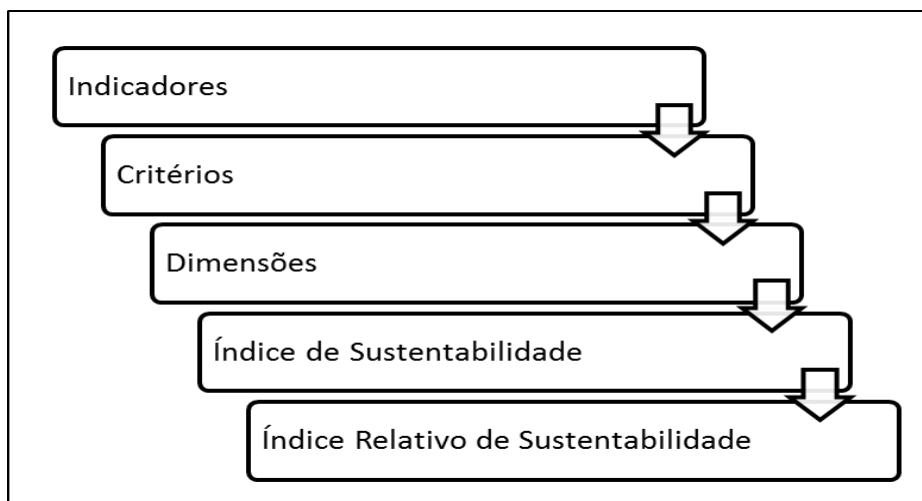


Figura 5. Resumo da sequência metodológica para obtenção do ISr de cada Unidade Produtiva avaliada.

Em síntese, um conjunto de “n” indicadores, cujos valores variam de “0” a “1” forma indicadores agregados, distribuídos em 5 critérios, sendo eles: Produtividade, equidade, estabilidade, autonomia e resiliência. Estes indicadores foram criados a partir de uma ou mais variáveis, sendo que para o segundo caso, o valor final resultou das médias ou soma simples dos valores neles obtidos.

Para a composição de cada critério, foram obtidas as médias dos “n” indicadores a eles relacionados, somando-se valores entre “0” e “1”. Um conjunto de cinco critérios compôs cada uma das três dimensões da sustentabilidade adotadas neste trabalho (econômica, social e ambiental). Assim, cada dimensão foi composta por um grupo de cinco critérios, com valores entre “0” e “1” cada. No total, cada dimensão de sustentabilidade apresentou valores entre “0” e “5”.

Os valores obtidos em cada dimensão foram somados para a composição do Índice de Sustentabilidade (IS), cujos valores variam de “0” a “15”, estabelecendo assim uma escala de valores.

Finalmente, para facilitar a interpretação dos dados, foram elaborados Índices Relativos de Sustentabilidade (ISr), onde os Índices de Sustentabilidade para cada UP foram submetidos a uma transformação dos valores encontrados em um *quantum* que varia entre 0 e 1, por regra de três simples, de forma que o valor 1 (um) significou a melhor condição de sustentabilidade alcançada - dentro do conceito de desenvolvimento sustentável escolhido e do tipo de

sustentabilidade que se busca alcançar, isto é, sustentabilidade almejada - e o 0 (zero), o desempenho mais desfavorável - sustentabilidade não alcançada.

Os Índices Relativos de Sustentabilidade encontrados foram classificados segundo PNUD/ONU (1998) e adaptados para atender aos objetivos deste trabalho, assim arbitrados (Tabela 1):

Tabela 1. Níveis de sustentabilidade arbitrados para os Índices Relativos de Sustentabilidade de sistemas agroflorestais do Caparaó / ES. Fonte: adaptado de PNUD/ONU (1998).

Índice Relativo de Sustentabilidade	
Valores	Nível
0,0 a 0,3	crítico
0,31 a 0,50	baixo
0,51 a 0,70	regular
0,71 a 0,90	bom
0,91 a 1,00	ótimo

Optou-se pela mudança nas faixas de valores em relação aos níveis propostos pelo PNUD/ONU (1998). Essas alterações deram caráter mais restritivo, com maior exigência em termos de notas para a ascensão entre os níveis mais altos, conforme proposto por Zampieri (2003) e Matos Filho (2004).

Além do Índice de Sustentabilidade, foi avaliado o equilíbrio entre as diferentes dimensões em relação aos cinco critérios estabelecidos, também em gráficos tipo radar. Assim, quanto maior este equilíbrio, melhor foi o desempenho de cada sistema avaliado (Lopes e Almeida, 2002). Embora esta metodologia possua um caráter visual subjetivo, sua utilização torna-se pertinente ao favorecer a interpretação dos gráficos pelos agricultores, cuja observação de fenômenos, como os presentes neste estudo, geralmente possui caráter empírico.

O Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr), bem como os índices de Sustentabilidade em cada dimensão e critério foram submetidos à análise de correlação (Moura, 2002), segundo critérios propostos por Callegari-Jacques (2003), onde relações positivas e negativas podem ser classificadas como: nula, se $R = 0$; fraca, se $0 < |R| < 0.30$; média, se $0.30 < |R| < 0.60$; forte, se $0.60 < |R| < 0.90$; fortíssima, se $0.90 < |R| < 1$ e perfeita se $|R| = 1$.

3.5. Tipificação dos sistemas agroflorestais

Os estudos sobre sustentabilidade, principalmente relacionados a sistemas agroflorestais, comumente utilizam-se da elaboração de indicadores e índices a partir de uma amostra significativa da realidade estudada. Sua avaliação exige, portanto, uma abordagem sistêmica (Petter, 2002), na qual diversas variáveis são analisadas ao mesmo tempo, levando-se em consideração as inter-relações presentes e seus efeitos sobre cada UP analisada.

No entanto, cada sistema avaliado apresenta particularidades que, quando consideradas na análise, podem traduzir informações importantes para um maior conhecimento dessa realidade local, além de favorecer tomadas de decisão por parte dos atores relacionados a este estudo. Portanto, torna-se pertinente a tipificação dos sistemas produtivos avaliados, bem como a identificação de perfis de agricultores neles atuantes. Para a tipificação das UPs, a partir dos modelos de SAFs implantados e avaliados neste estudo, os dados foram submetidos à análise estatística multivariada de componentes principais e posterior análise de agrupamento (Darolt, 2000). A sequência metodológica básica encontra-se descrita na Figura 6.

O principal objetivo da análise de componentes principais consistiu na redução de um conjunto de dados, principalmente quando estes eram constituídos de um grande número de variáveis inter-relacionadas, conforme recomendado por Regazzi (2010), possibilitando melhor interpretação das informações (Valentin, 2000), o que não seria possível obter a partir de procedimentos estatísticos univariados.

Na análise de componentes principais, um conjunto de variáveis originais $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ foi transformado em um novo conjunto de variáveis Y_1 (CP₁), Y_2 (CP₂), Y_3 (CP₃), ..., Y_p (CP_p) (Jonson e Wichern, 2007). Essas “p” variáveis, denominadas componentes principais, não correlacionadas entre si, foram analisadas em ordem decrescente das variâncias, permitindo a obtenção de um número reduzido dentre as primeiras componentes principais, que agregaram a maior variabilidade dos dados originais, permitindo o descarte dos demais

componentes e a redução do número de variáveis com a menor perda possível da informação.

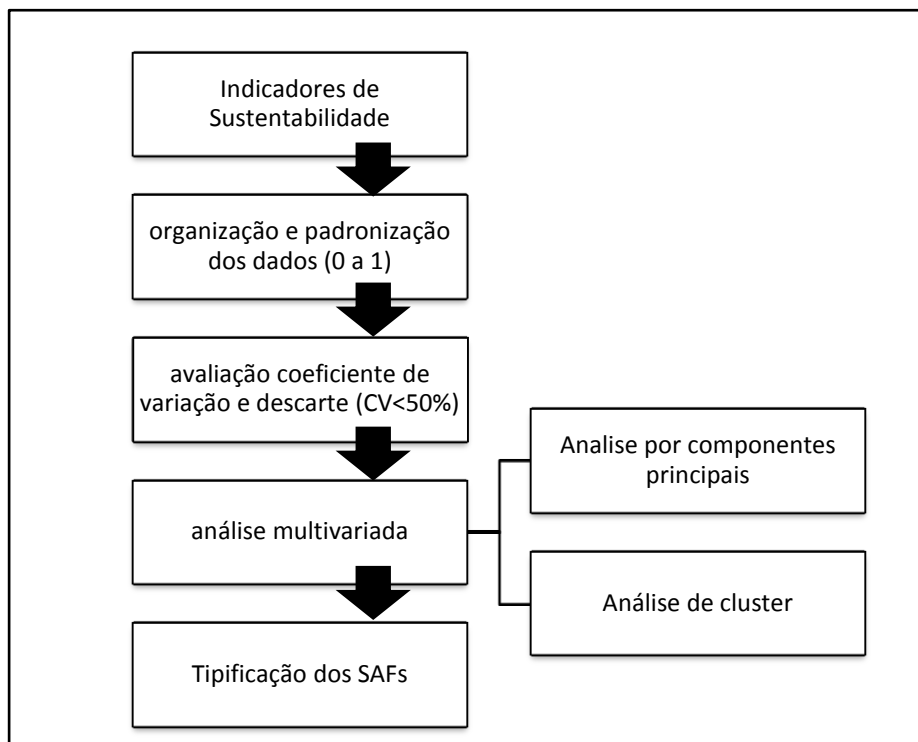


Figura 6. Esquema do procedimento metodológico para tipificação dos SAFs, por meio de análise estatística multivariada. Fonte: (Darolt, 2000).

Para a identificação dos componentes principais, foram utilizadas 58 variáveis, sendo 56 referentes aos indicadores originais utilizados no estudo da sustentabilidade (quadro 1), acrescidos dos indicadores “tamanho da propriedade” (TProp) e “tamanho do SAF” (TSaf), devido à sua importância no processo de caracterização das UPs, bem como dos SAFs nelas implantados.

Das 58 variáveis, foram selecionadas somente as que apresentaram um coeficiente de variação acima de 0,5 (ou 50%), segundo o proposto por Escobar e Berdegué (1990). Em seguida, foi realizada a extração dos autovalores das variáveis restantes, optando-se pelo descarte daquelas que apresentaram o maior valor (valor absoluto) no componente principal de menor autovalor (menor variância), considerando-se que o mesmo deve ser menos importante para explicar a variância total e, portanto, passível de descarte (Regazzi, 2010).

Das variáveis restantes, foram novamente extraídos os autovalores e realizadas todas as análises subsequentes, nas quais foram considerados somente os componentes principais com autovalores maiores que “1” e, em seu conjunto, representaram acima de 70% da variância acumulada (critério de Kaiser), conforme citam Calório (1997) e Regazzi (2010), entre outros. Mesmo considerando que esta regra não tem justificativa teórica, sua utilização é vastamente observada na literatura específica.

A metodologia de classificação adotada para a análise de agrupamento foi a hierárquico (clusters), representados em dendrograma construído a partir dos primeiros Componentes Principais gerados, tendo como base para seleção o atendimento ao critério de kaiser, conforme explicitado anteriormente, utilizando-se como medida para o cálculo da distância a Euclidiana, com o método de agrupamento “vizinho mais próximo”, recomendado por Chatfield e Collins (1980).

A análise de agrupamento, também denominada “análise de conglomerados”, agrupa indivíduos ou objetos em grupos (clusters), de modo que objetos em um mesmo grupo são mais parecidos entre si do que em relação aos de outros grupos (Hair et al., 2009). O principal objetivo dessa análise é agrupar casos a partir de determinadas características que os tornam similares. Para tanto, busca-se minimizar a variância dentro do grupo (“within group variance”) e maximizar a variância entre os grupos (“between group variance”). Foram utilizados gráficos de dispersão, obtidos pelos escores de cada um dos SAFs avaliados, com o intuito de melhor caracterizar cada um dos clusters obtidos na análise de componentes principais. Os escores são os valores dos componentes principais. Após a redução de “p” para “k” dimensões, os “k” componentes principais passaram a ser considerados os novos elementos e toda análise foi realizada utilizando-se os escores desses componentes. Foi construído um dendrograma por meio do método de agrupamento do vizinho mais próximo (Chatfield e Collins, 1980) e para a verificação do ajuste entre a matriz de dissimilaridade (matriz fenética F) e a matriz simplificada resultante do método de agrupamento (matriz cofenética C), foi calculado o coeficiente de correlação cofenética (CCC), conforme Sokal e Rohlf (1962). A análise de correlação cofenética é empregada com intuito de aumentar a confiabilidade das conclusões e interpretações obtidas a partir do dendrograma (Kopp et al. 2007). Valores

obtidos para o CCC acima de 0,7 indicam que o método de agrupamento foi adequado e resumiu satisfatoriamente a informação do conjunto de dados (Rohlf, 1970).

3.6. Efeito multiplicador dos sistemas agroflorestais

O efeito multiplicador de cada SAF envolvido neste estudo foi avaliado a partir de questionários semiestruturados aplicados aos proprietários confrontantes (vizinhos) aos SAFs e, na impossibilidade desta estratégia, foram arguidos outros proprietários próximos, tendo como critério um número mínimo de quatro entrevistados para cada um dos 20 SAFs avaliados, bem como sua localização na mesma comunidade ou córrego (como são chamadas algumas localidades na região de estudo), nos quais estes SAFs estavam inseridos.

Os questionários fizeram referência direta à relação de cada vizinho entrevistado com os SAFs de referência, além de abordarem questões correlatas, consideradas importantes para uma melhor interpretação do conjunto de informações geradas. Foram elaboradas sete questões, para as quais foi realizada a análise exploratória dos dados obtidos, dispostos em gráficos de frequência.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos SAFs na região do Caparaó / ES

Em seu conjunto, os sistemas agroflorestais estudados apresentaram um Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) de 0,71, considerado bom dentro dos parâmetros estabelecidos pelo PNUD/ONU (1998). Os dados se apresentaram como regulares para as dimensões econômica (ISD_E) e social (ISD_S) e bons para a dimensão ambiental (ISD_A) (Tabela 2).

Alguns fatores podem explicar o baixo desempenho dos SAFs em relação à dimensão econômica, como a baixa produtividade de algumas unidades de produção (UPs), a dependência significativa das mesmas em relação à cafeicultura, reduzindo a diversificação e, conseqüentemente, a possibilidade de agregação de renda oriunda de outros produtos. Embora não sejam observados em todas as UPs, tais fatores contribuem significativamente com um ISD_E mais baixo.

A dimensão social (ISD_S) apresentou como fatores negativos a pouca participação em mecanismos de organização social e a baixa escolaridade dos agricultores, embora estes indicadores não possam ser considerados limitantes isoladamente.

Tabela 2. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos SAFs da Região do Caparaó / ES, em diferentes dimensões e critérios de sustentabilidade

Critérios (C)	Dimensões (D)			média por critério (ISC)	Nível
	Econômico (ISDE)	Social (ISDS)	Ambiental (ISDA)		
Produtividade (ISC _{pr})	0,79	0,74	0,91	0,81	Bom
Equidade (ISC _{eq})	0,92	0,73	0,90	0,85	Bom
Estabilidade (ISC _{es})	0,49	0,75	0,65	0,63	Regular
Autonomia (ISC _{au})	0,66	0,64	0,80	0,70	Regular
Resiliência (ISC _{re})	0,55	0,65	0,50	0,57	Regular
média por dimensão (ISD)	0,68	0,70	0,75	Média total: 0,71	Bom
Nível	Regular	Regular	Bom		

ISD - Índice de Sustentabilidade nas Dimensões; (ISC) - Índice de Sustentabilidade nos Critérios; ISD_E - Índice de Sustentabilidade na Dimensão Econômica; ISD_S - Índice de Sustentabilidade na Dimensão Social; ISD_A - Índice de Sustentabilidade na Dimensão Ambiental; ISC_{pr} - Índice de Sustentabilidade no Critério Produtividade; ISC_{eq} - Índice de Sustentabilidade no Critério Equidade; ISC_{es} - Índice de Sustentabilidade no Critério Estabilidade; ISC_{au} - Índice de Sustentabilidade no Critério Autonomia; ISC_{re} - Índice de Sustentabilidade no Critério Resiliência.

A boa participação nestes grupos sociais favorece trocas de experiências e formação técnica em áreas correlatas ao manejo dos SAFs, principalmente quando estes sistemas dependem basicamente da força de trabalho familiar. Alguns fatores contribuíram positivamente com este índice, como a qualidade de vida - declarada boa pela maioria dos agricultores entrevistados - e a visão do agricultor sobre a atividade, principalmente quanto à capitalização do sistema percebida por eles, já que 65% declararam ter aumentado sua renda com a introdução dos SAFs e somente 15% observaram um decréscimo da mesma. Cabe lembrar, no entanto, que sistemas em fases iniciais, embora já possuam uma atividade base como a cafeicultura, podem apresentar um quadro de estabilização ou mesmo redução da renda, face ao investimento inicial para sua implantação com retorno em médio e longo prazo, dependendo dos elementos introduzidos na unidade produtiva.

Conceitualmente, sistemas agroflorestais tendem a apresentar maior sustentabilidade ambiental. SAFs menos diversificados apresentam menores índices de sustentabilidade, quando comparados a outros mais biodiversos. Mesmo assim, estes primeiros possuem vantagens em relação à monocultivos e sistemas convencionais, principalmente por adotarem outras práticas conservacionistas que, de forma geral, acabam contribuindo para uma maior sustentabilidade.

Até mesmo em sistemas menos complexos pode haver predominância de maiores valores para a dimensão ambiental, como constatado por Severo e Miguel (2006). Estes autores perceberam também valores mais baixos para a dimensão econômica, semelhante aos resultados encontrados neste estudo. Já Lopes e Almeida (2002) identificaram melhores índices na dimensão econômica e menores valores na dimensão ambiental em diversos sistemas avaliados, embora reconheçam como risco a tentativa de estabelecer avaliações do tipo “melhor” ou “pior” ou “mais sustentáveis” e “menos sustentáveis” entre diferentes sistemas avaliados.

Esse risco pode ser ainda maior quando as análises se estabelecem em diferentes cenários, mesmo utilizando os mesmos indicadores e aportes metodológicos semelhantes. Mesmo assim, deve-se admitir e explorar possibilidades de diferença significativa entre os sistemas em seus diversos contextos ou mesmo uma variabilidade decorrente dos indicadores e/ou procedimentos metodológicos utilizados nesse tipo de estudo.

4.2. Aspectos da sustentabilidade nos cinco critérios de sustentabilidade dos SAFs da Região do Caparaó / ES

Os SAFs avaliados apresentaram índices com bons níveis para os critérios produtividade (ISC_{pr}), equidade (ISC_{eq}) e autonomia (ISC_{au}), bem como índices com nível regular para os critérios estabilidade e resiliência, segundo a classificação adaptada do PNUD/ONU (1998) (Tabela 2). A semelhança entre os valores obtidos para os critérios estabilidade e resiliência confirma a proximidade

conceitual entre os dois critérios, fato este observado também por Severo e Miguel (2006).

O critério estabilidade apresentou-se de maneira irregular nas três dimensões. Mesmo atingindo níveis bons na dimensão social, esse fato torna-se preocupante, considerando que até mesmo na dimensão ambiental, que apresenta o maior ISr, é este um dos critérios com valores mais baixos. A dimensão econômica apresentou o índice mais baixo para este critério (0,49) e também o mais baixo entre todos os índices encontrados.

Este fato pode estar relacionado ao estágio de desenvolvimento apresentado pela maioria dos sistemas, cujos extratos arbóreos ainda não apresentaram resultados visíveis quanto à diversificação e melhoria das condições ambientais. Dentre as possíveis causas para este fenômeno está a dificuldade de mensuração dos reais benefícios atribuídos ao extrato arbóreo, tanto em sistemas de produção tradicionais, como aqueles constituídos de eucalipto e cedro, como também aqueles com viés agroecológico e, portanto, mais diversificados.

Observou-se um baixo valor para o Índice de Sustentabilidade no Critério Estabilidade (ISC_{es}) na dimensão econômica, demonstrando que, embora apresentem boa produtividade, os sistemas apresentaram-se fragilizados economicamente, já que vários deles demonstraram baixa diversificação (mesmo tratando-se de SAFs), manifestando uma dependência excessiva em relação à cafeicultura, comum a todos os SAFs avaliados.

Historicamente, muitos destes agricultores vêm adaptando suas UPs à diversificação. Porém, em sua maioria, estes sistemas ainda não possibilitam a obtenção de renda nos níveis fornecidos pela venda do café. As demais atividades agrícolas (agropecuárias) são ainda realizadas como complemento de renda, contribuindo de maneira muito tímida, quando comparadas à atividade principal. Essa realidade acaba dificultando a realização de uma análise mais detalhada de custos em relação a estas atividades, já que boa parte destes valores (custos e receitas) está diluída na contabilidade da produção cafeeira. Vários entrevistados tiveram dúvidas acerca destes valores, omitindo ou simplesmente negligenciando, inicialmente, estas informações.

Alguns indicadores utilizados na obtenção dos índices de estabilidade social demandam algumas observações. A totalidade dos agricultores entrevistados declarou a inexistência de assistência técnica sistemática e específica para o manejo de SAFs, fato este capaz de colocar em risco a sustentabilidade destes sistemas (Caporal e Costabeber, 2001) ou mesmo comprometer sua adoção por outros agricultores (Borner, 2009; Calvi e Kato, 2011).

A estabilidade na dimensão ambiental apresentou, em média, índices considerados regulares (0,65), percebendo-se grande divergência em relação às práticas conservacionistas adotadas pelos SAFs. Observou-se que 75% dos agricultores utilizam práticas de adubação mineral associadas a outras técnicas, principalmente adubação orgânica. Dados semelhantes foram obtidos para o uso de defensivos químicos (70%). Neste caso, são utilizadas caldas, pesticidas caseiros e, em raras situações, controle biológico para algumas pragas. Cabe ressaltar que a iniciativa parte sempre dos próprios agricultores em resposta a situações específicas, baseadas, principalmente, em observações empíricas e metodologias de manejo repassadas por elementos da própria comunidade, muitas delas, de geração para geração. O manejo de pragas e doenças é realizado com uso constante de agrotóxicos e, embora 50% dos agricultores tenham declarado uso correto de EPI (equipamento de proteção individual), constatou-se certo negligenciamento em relação a produtos que, segundo a avaliação dos próprios agricultores, oferecem menos riscos.

A situação da cobertura vegetal das UPs também compõe o ISC_{es} . Sua análise traduz uma situação preocupante, já que somente 35% dos agricultores declararam possuir suas APPs (áreas de preservação permanente) e/ou reservas legais adequadas à legislação vigente ou mesmo averbação das mesmas para fins de instalação. É possível que o pequeno tamanho destas UPs seja o principal motivo para esta realidade.

Observou-se também que 80% das UPs não possuem e não fazem parte de corredores ecológicos, demonstrando uma situação de isolamento dos SAFs em relação a áreas preservadas da região. Sendo assim, os SAFs avaliados deixam de cumprir um importante papel na sustentabilidade dos ambientes naturais, principalmente no que se refere à união de fragmentos florestais, o que

garantiria o fluxo gênico de espécies nativas de Mata Atlântica. Cabe ressaltar que a introdução de SAFs é considerada uma importante estratégia para a criação de corredores ecológicos, principalmente por associar a atividade produtiva à preservação de ambientes naturais, na medida em que oportuniza a proximidade dos sistemas produtivos aos ecossistemas naturais, sem que, com isso, se reduza a capacidade produtiva e a sustentabilidade econômica dos agricultores.

O Índice de Sustentabilidade no Critério Autonomia (ISC_{au}) apresentou níveis considerados regulares para as dimensões econômica (0,66) e social (0,64) que apresentaram valores bem próximos. Na dimensão ambiental, a média dos valores encontrados foi 0,80, considerado um bom índice para os mesmos parâmetros de análise adotados. Embora a base familiar atue como principal componente da força de trabalho nos SAFs avaliados, 35% dos agricultores apresentaram baixos valores para este indicador, demonstrando certa dependência em relação à mão de obra externa.

A autonomia produtiva (APr), avaliada pelo percentual das receitas agrícolas obtidas pelo SAF, em relação à receita bruta total, demonstrou que, em 45% dos sistemas, há dependência significativa de fontes externas ao sistema produtivo para complementação de renda, demonstrando fragilidade quanto à sua autonomia. As fontes externas identificadas com maior frequência foram aposentadorias e benefícios, trabalho remunerado fora da UP de algum membro da família, comércio, entre outras.

Os índices relacionados à resiliência apresentaram níveis baixos, sendo o critério mais preocupante entre os sistemas estudados. Cabe ressaltar que resiliência é a capacidade de recuperação do sistema produtivo frente a fatores de perturbação graves, que colocam em risco sua capacidade produtiva (Ribas et al., 2007).

Na dimensão econômica, a resiliência é composta por indicadores que traduzem a segurança do sistema, como elementos de recuperação financeira, fundos de investimentos e também sua baixa predisposição a riscos de ordem ambiental. Na dimensão social, o índice apresentou o valor de 0,65 e também é motivo de preocupação. Sua composição leva em consideração a capacitação e o grau de formação do agricultor e seus familiares. Sendo assim, a região do

Caparaó-ES possui o mais alto índice de analfabetismo entre agricultores de todo o Estado do Espírito Santo, com 22,7% do total, índice acima da média do Estado, de 18,8% (BANDES, 2005), explicando parte do fenômeno observado.

Um fator importante consiste no fato de que 40% dos agricultores pesquisados afirmaram não participar de capacitações que permitam maior compreensão do modelo produtivo que manejam na UP, enquanto apenas 40% declararam que participam sempre.

Na dimensão ambiental, também foram observados valores regulares para a resiliência. Um componente importante na análise da resiliência é a inexistência de fontes alternativas de energia no contexto da UP (como energia solar, pequenos geradores, moinhos hidráulicos, entre outros). Todas as UPs pesquisadas possuem energia elétrica e, neste caso, nenhum agricultor declarou a existência de qualquer outra fonte, demonstrando uma despreocupação destes em relação à diversificação de sua base energética. Historicamente, estas fontes alternativas vêm perdendo espaço devido ao maior acesso das propriedades rurais a energia elétrica. Porém, a energia solar, hoje considerada um importante elemento na produção sustentável, não é utilizada por nenhum dos agricultores pesquisados, demonstrando a necessidade de ações que viabilizem sua implantação e sua popularização como elemento de transição agroecológica.

Um total de 70% dos agricultores entrevistados afirmou destinar adequadamente o lixo, fato este comprovado pelo sistema de coleta existente nas comunidades, embora se reconheça a possibilidade de distorções na resposta em função da natureza do problema. Porém, apenas 55% dos agricultores declararam realizar este tratamento por meio de fossas sépticas. Este fato, juntamente com a não utilização de fontes alternativas de energia, foi determinante para os baixos valores alcançados pelas UPs na análise do critério “resiliência ambiental”.

4.3. Análises gráficas do Índice Relativo de Sustentabilidade dos SAFs da Região do Caparaó / ES

A representação gráfica do Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos sistemas agroflorestais estudados encontra-se no gráfico da Figura 7.

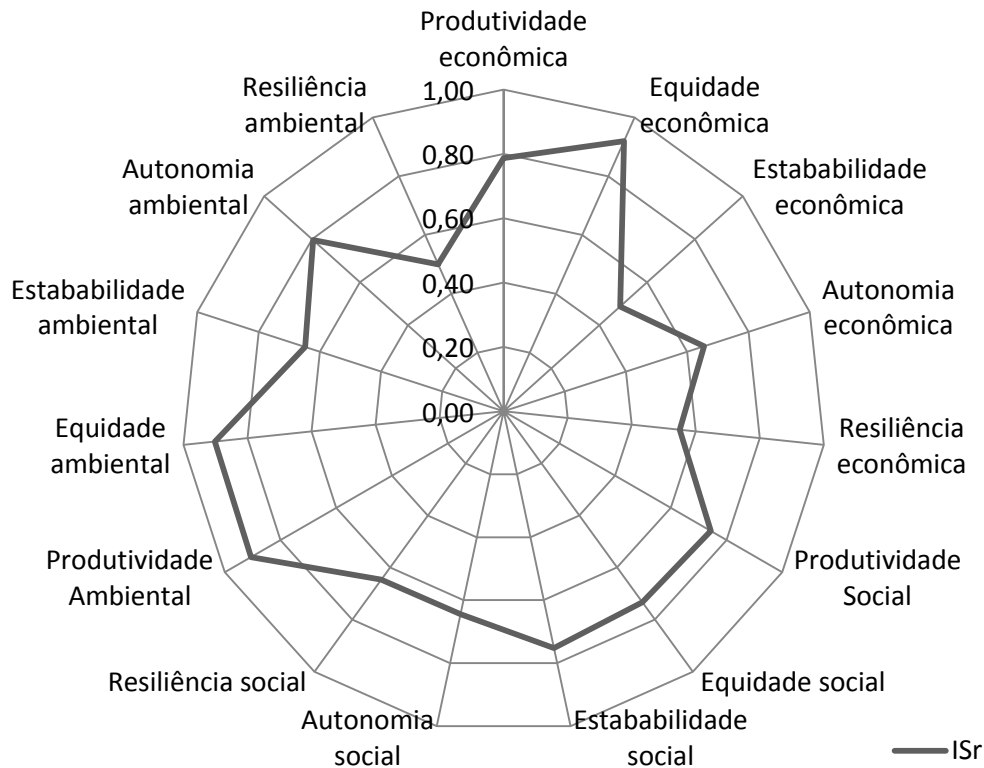


Figura 7. Gráfico tipo radar demonstrando o Índice Relativo de Sustentabilidade dos SAFs da Região do Caparaó-ES, para os critérios produtividade, equidade, estabilidade, autonomia e resiliência, nas dimensões econômica, social e ambiental.

Os sistemas agroflorestais avaliados apresentaram menores valores para a produtividade na dimensão econômica e principalmente para os critérios estabilidade e resiliência em todas as dimensões, além de uma tendência visual do gráfico, apontando maiores valores para a dimensão ambiental, principalmente nos critérios produtividade, equidade e autonomia.

A dimensão social, os SAFs apresentaram os maiores valores, embora considerados médios (PNUD/ONU, 1998), para os critérios produtividade, equidade e estabilidade. O caráter familiar dos processos produtivos contribui

com este cenário, principalmente quanto aos indicadores associados ao acesso e à distribuição de recursos, bem como aspectos relacionados à formação (formal e não formal) das pessoas envolvidas no manejo dos sistemas avaliados.

Analisando cada critério isoladamente (Figura 8), percebe-se que a dimensão social apresentou maior equilíbrio entre os critérios estudados, demonstrando que, apesar de não possuir o maior índice (atribuído à dimensão ambiental), foi a que demonstrou maior harmonia entre os indicadores avaliados.

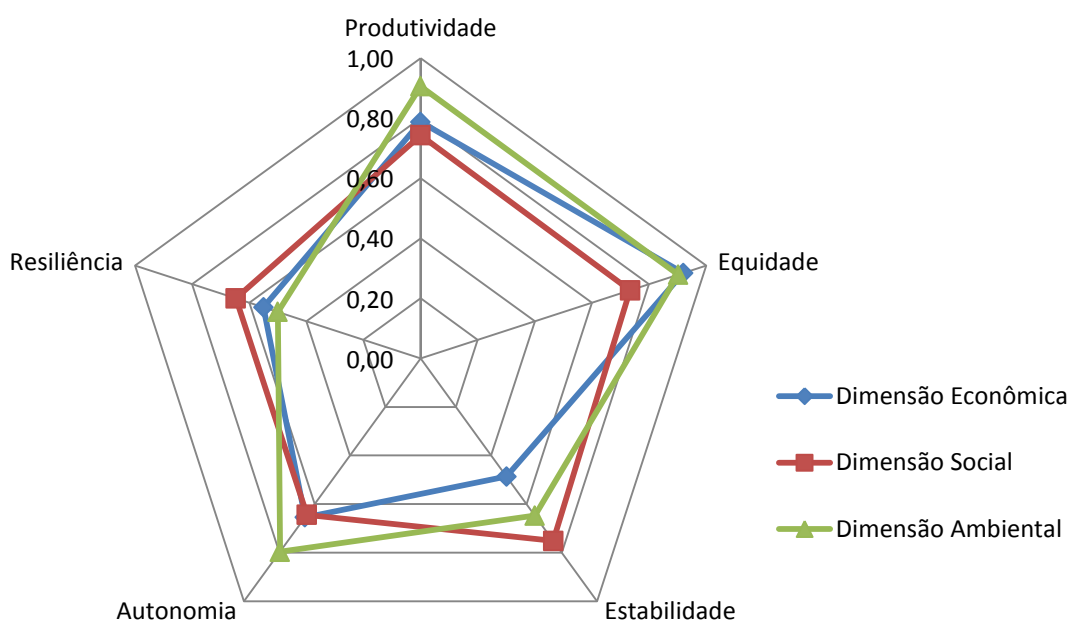


Figura 8. Índice de Sustentabilidade por Critério (ISC) dos SAFs da região do Caparaó-ES, variando de 0 a 1, nas três dimensões (econômica, social e ambiental).

Vários componentes podem explicar tal resultado, principalmente o fato de que, em sua maioria, estes sistemas são familiares, com agricultores residentes na UP, com boa participação em mecanismos de organização social. O comportamento diferenciado dos diversos sistemas, em relação às dimensões e aos critérios, demonstra que cada um dos sistemas estudados configura um padrão que se apoia ou se equilibra com maior ênfase sobre uma ou mais dimensões da sustentabilidade consideradas.

Este fenômeno foi descrito por Lopes e Almeida (2002), ao avaliarem diversos sistemas agroflorestais, os quais denominaram arranjos institucionais. Estes autores concluíram também que, quanto maior o equilíbrio entre as diferentes dimensões, melhor o nível de sustentabilidade do sistema ou exploração considerada, em cujo cálculo são considerados também os patamares quantitativos de cada um dos indicadores (valores entre “0” e “1” representados nos gráficos). A avaliação dos dados neste gráfico é feita a partir da simetria entre os índices de cada dimensão nos cinco critérios estabelecidos. Quanto mais simétrico o polígono, maior a sustentabilidade.

4.4. Tipificação dos sistemas agroflorestais com utilização de análise multivariada de agrupamentos por componentes principais

Após os processos de eliminação, restaram 13 variáveis, das quais foram novamente extraídos os autovalores e realizadas todas as análises subsequentes, obtendo-se os quatro primeiros fatores (componentes principais), segundo o “critério de Kaiser”, que serviram de base para a construção dos agrupamentos dos SAFs avaliados neste trabalho. Foram mantidas as variáveis: tamanho da propriedade (Tprop); tamanho do SAF (Tsaf); espécies vegetais manejadas (EVMan); destinação dos produtos da UP (DPr); poupança (Pou); previdência privada (PPr); poupança verde (PV); escoamento da produção (EPr); participação em cooperativas (Co); participação em sindicatos (Sin); participação em mutirão (Mut); participação em cursos de capacitação (Cur) e presença de APPs na UP (App).

A análise de componentes principais, realizada a partir das 13 variáveis restantes no processo de eliminação, possibilitou a escolha de 4 Componentes Principais (CP) que explicaram 75,11% da variância acumulada, cujos Autovalores e percentuais de variância explicada de cada componente principal (CP) gerado na análise multivariada são apresentados na Tabela 3. A partir do quinto componente, há uma baixa explicação das mesmas quando analisadas isoladamente, não sendo interessante, portanto, sua inclusão na análise.

Tabela 3. Autovalores e percentuais de variância explicada de cada componente principal (CP) gerado na análise multivariada, com base em 13 variáveis originais utilizadas no estudo da sustentabilidade em sistemas agroflorestais da Região do Caparaó / ES

Extração dos componentes principais				
Número dos componentes	Autovalor	% Variância total	Autovalores acumulados	% variância acumulada
1	3,722910	28,64	3,72291	28,64
2	2,627376	20,21	6,35029	48,85
3	1,842941	14,18	8,19323	63,02
4	1,571570	12,09	9,76480	75,11
5	0,872013	6,71	10,63681	81,82
6	0,738044	5,68	11,37485	87,50
7	0,655080	5,04	12,02993	92,54
8	0,364411	2,80	12,39434	95,34
9	0,239570	1,84	12,63391	97,18
10	0,157177	1,21	12,79109	98,39
11	0,109600	0,84	12,90069	99,24
12	0,062052	0,48	12,96274	99,71
13	0,037258	0,29	13,00000	100,00

A partir do conjunto de dados dos indicadores, foi realizada a Análise por Agrupamento Hierárquico, utilizando-se o Método do Vizinho Mais Próximo e, como medida, a Distância Euclidiana (ligação completa). Foi arbitrada uma distância de corte no dendrograma de 3,5, possibilitando a formação de cinco grupos de sistemas agroflorestais, obtidos a partir da proximidade de valores entre eles: Grupo 1: SAFs 4, 6, 13 e 17, Grupo 2: SAF 16; Grupo 3: SAFs 14 e 15; Grupo 4: SAFs 2, 3, 5, 18 e 19; Grupo 5: 1, 7, 8, 9, 11, 12 e 20; como demonstrado no dendrograma da Figura 9. O coeficiente de correlação cofenética (CCC) foi de 0,77, indicando uma baixa distorção entre a matriz original dos coeficientes de distâncias euclidianas dos SAFs avaliados e a matriz resultante do processo de agrupamento. Estes resultados demonstraram uma boa confiabilidade no método de agrupamento utilizado e, conseqüentemente, no dendrograma gerado.

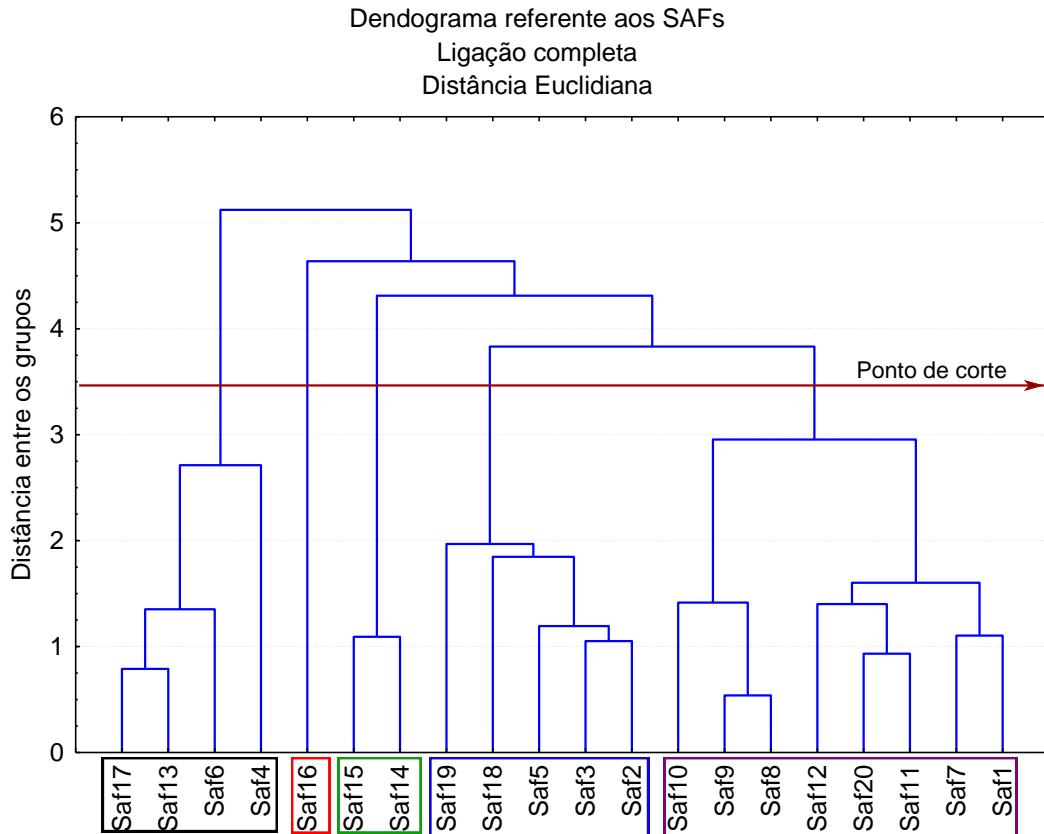


Figura 9. Dendograma apresentando formação de agrupamento para os SAFs da Região do Caparaó / ES, com base nas distâncias euclidianas.

Em primeira análise, os cinco clusters (grupos) identificados representam diferentes tipos de sistemas agroflorestais na região estudada. Deste modo, os tipos de sistemas (SAFs), bem como o perfil dos agricultores podem ser assim detalhados, cabendo ressaltar que todos eles têm a cafeicultura como principal atividade.

Grupo1: formado pelos SAFs 4, 6, 13 e 17, representado por unidades produtivas, com tamanho entre 3,0 a 12 ha, e manejadas por pequenos agricultores familiares. São cafeicultores com produtividade baixa, quando comparada à média regional, com diversificação de cultivos, podendo ser classificados como agroecológicos, com utilização sistemática de matéria orgânica e substituição de grande parte das atividades por práticas características desse tipo de sistema. Os SAFs podem ou não possuir características comerciais, porém, os componentes arbóreos não são manejados para este fim. Os agricultores geralmente moram na propriedade, em sua maioria possuem formação escolar (pelo menos até o ensino médio), com frequente participação

em cursos de capacitação e formação técnica. Não possuem uma participação muito efetiva em mecanismos sociais de organização (associações, sindicatos, etc.).

Grupo 2: formado somente pelo SAF 16, cuja unidade produtiva possui 10,0 ha, manejado por um pequeno agricultor familiar, cafeicultor com produtividade acima da média regional. O SAF apresenta índices de diversificação razoável, porém, com objetivos comerciais para os componentes arbóreos concentrados somente no plantio de cedro e eucalipto. O agricultor apresenta outras fontes de renda, possui formação escolar (pelo menos até o ensino médio), com frequente participação em cursos de capacitação e formação técnica. Possui uma participação efetiva em mecanismos sociais de organização (associações, sindicatos, etc.).

Grupo 3: formado pelos SAFs 14 e 15, cujas unidades produtivas possuem 41,0 e 24,0 ha, respectivamente, manejadas por pequenos agricultores familiares, cafeicultores com produtividade acima da média regional. Os SAFs são diversificados, com objetivos comerciais para diversos componentes arbóreos como o cedro, eucalipto, palmito, frutíferas, entre outros. Os agricultores residem na propriedade e não apresentam outras fontes de renda. Possuem formação escolar (pelo menos até o ensino médio), com frequente participação em cursos de capacitação e formação técnica. Possuem uma participação efetiva em mecanismos sociais de organização (associações, sindicatos, etc.).

Grupo 4: formado pelos SAFs 2, 3, 5, 18 e 19, cujas unidades produtivas variam de 4,0 a 23,0 ha, manejadas por Agricultores familiares ou não, cafeicultores com atividade agrícola pouco diversificada mas, com boa produtividade. Os SAFs apresentam características comerciais com objetivos para os componentes arbóreos concentrados somente no plantio de cedro e eucalipto. Estes agricultores apresentam uma ou mais entradas de capital não agrícola e, em sua maioria, não moram na propriedade. Possuem formação escolar (pelo menos até o ensino médio), com pouca participação em cursos de capacitação e formação técnica. Não possuem uma participação muito efetiva em mecanismos sociais de organização (associações, sindicatos, etc.).

O Grupo 5: formado pelos SAFs 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, e 20, cujas unidades produtivas variam de 1,0 a 8,0 ha, manejadas por pequenos agricultores

familiares, cafeicultores com baixa produtividade, apresentando boa diversificação. Os SAFs possuem características agroecológicas, geralmente quintais agroflorestais, sem muita preocupação com geração de receita que não seja a do café. Estes agricultores geralmente moram na propriedade, possuem participação efetiva em oficinas e cursos de capacitação técnica, embora muitos apresentem baixa escolaridade (ensino fundamental incompleto). Todos eles possuem participação efetiva em mecanismos sociais de organização.

4.4.1. Análises do Índice Relativo de Sustentabilidade dos agrupamentos em diferentes dimensões

Os resultados da análise de cada grupo, levando-se em consideração as dimensões econômica, social e ambiental, e também os critérios de produtividade, equidade, estabilidade, autonomia e resiliência, encontram-se na Tabela 4.

Com exceção do grupo 4, cujo ISr pode ser classificado como regular, todos os outros apresentaram sustentabilidade considerada boa, segundo os critérios estabelecidos pelo PNUD/ONU (1998) e adaptados para este estudo.

Tabela 4. Índices Relativos de Sustentabilidade (ISr) dos grupos de sistemas agroflorestais da Região do Caparaó / ES em três dimensões de sustentabilidade.

Grupos	Dimensões			ISr	Nível
	Econômica	Social	Ambiental		
1	0,67	0,69	0,84	0,73	Bom
2	0,77	0,79	0,77	0,78	Bom
3	0,77	0,80	0,79	0,78	Bom
4	0,65	0,63	0,66	0,65	Regular
5	0,67	0,72	0,75	0,71	Bom
Totais médios	0,70	0,73	0,76	0,73	Bom
Nível	Bom	Bom	Bom		
DP	0,06	0,07	0,07	0,06	
CV(%)	8,16	9,64	8,54	7,61	

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; ISr – Índice Relativo de Sustentabilidade.

Os menores valores do ISr assumidos pelo grupo 4 (0,65) refletem uma lógica observada, já que estes sistemas apresentaram o mais baixo valor em todas as dimensões avaliadas. Os sistemas agroflorestais menos diversificados, com agricultores menos participativos, como é o caso dos SAFs pertencentes ao grupo 4, tendem a apresentar menores índices de sustentabilidade.

Os SAFs pertencentes aos grupos 2 e 3 foram os únicos a apresentar índices com nível bom, nas três dimensões avaliadas, demonstrando igual desempenho em relação ao Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr). Embora este cenário se atribua a um conjunto de fatores, a introdução de espécies comerciais e maior preocupação com a cultura base (cafeicultura) destacam-se como um importante componente na obtenção destes resultados.

Na dimensão econômica, os menores valores são observados no grupo 4 (0,65), semelhante aos obtidos pelos grupos 1 e 5 (ambos com índice 0,67). Estes índices são classificados como regulares e podem estar relacionados a alguns fatores ou grupos de fatores. Neste aspecto, os SAFs do grupo 4 apresentaram na baixa diversificação seu fator limitante, condicionando uma maior dependência do sistema à cultura base (café), o que pode reduzir seu desempenho nesta dimensão, mesmo apresentando bons índices de produtividade quando comparados à produtividade média da região (15 sacas/ha para café arábica e 25 sacas/ha para o café conilon). Já os SAFs dos grupos 1 e 5, embora mais diversificados, apresentam situação inversa, ou seja, uma baixa produtividade do café, mesmo considerando maior diversificação em relação aos SAFs do grupo 4. Este fato pode ser explicado por fatores como manejo inadequado da adubação, conservação do solo e da água, entre outros.

O grupo 4 apresentou níveis regulares também para as dimensões econômica e social, a exemplo do ocorrido na dimensão econômica. No primeiro caso (dimensão social), este grupo apresentou os piores resultados de toda a análise, quando consideradas somente as dimensões.

Na dimensão ambiental, todos os grupos apresentaram bons níveis para o índice, com exceção do grupo 4. O grupo 1 apresentou o maior valor observado para este índice. Neste grupo concentram-se justamente os SAFs classificados como agroecológicos (com manejo de matéria orgânica e substituição de insumos e práticas convencionais), o que contribui positivamente para a elevação desses

índices em relação aos outros grupos, embora os dados demonstrem equilíbrio entre os índices obtidos. Conceitualmente, sistemas menos diversificados, com viés comercial, e melhor padrão tecnológico, tendem a apresentar menores índices nessa dimensão. Moura (2002) identificou situação semelhante entre fumicultores familiares, com menores índices ambientais associados ao aumento dos padrões tecnológicos apresentados por estes agricultores, principalmente quando associados a manejo excessivo de solo e utilização de energia e insumos externos.

O Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) apresentou correlações positivas classificadas como fortíssima, em relação ao Índice de Sustentabilidade na Dimensão Social (ISD_S) e forte em relação ao Índice de Sustentabilidade na Dimensão Econômica (ISD_E), segundo critérios propostos por Callegari-Jacques (2003) (Tabela 5). O Índice de Sustentabilidade na Dimensão Ambiental (ISD_A) apresentou menor correlação (0,75) com o ISr, embora este valor também indique uma correlação forte. Mesmo assim, percebe-se menor correlação desta em relação às demais dimensões.

Tabela 5. Matriz de correlação* entre o Índice Relativo de Sustentabilidade na Dimensão Econômica, Índice Relativo de Sustentabilidade na Dimensão Social, Índice Relativo de Sustentabilidade na Dimensão Ambiental e o Índice Relativo de Sustentabilidade.

	(ISD _E)	(ISD _S)	(ISD _A)	(ISr)
(ISD _E)	1,00			
(ISD _S)	0,95	1,00		
(ISD _A)	0,39	0,54	1,00	
(ISr)	0,89	0,96	0,75	1,00

ISD_E – índice de Sustentabilidade na Dimensão Econômica; ISD_S – índice de Sustentabilidade na Dimensão Social; ISD_A – índice de Sustentabilidade na Dimensão Ambiental. (ISr) – Índice relativo de Sustentabilidade. * Análise de correlação segundo Callegari-Jacques (2003), onde relações positivas e negativas podem ser classificadas como: nula, se $R = 0$; fraca, se $0 < |R| < 0.30$; média, se $0.30 < |R| < 0.60$; forte, se $0.60 < |R| < 0.90$; fortíssima, se $0.90 < |R| < 1$; perfeita se $|R| = 1$.

Moura (2002) encontrou resultados semelhantes, com valores ainda mais baixos para a correlação entre a dimensão ambiental e o ISr (0,12), o que mais

uma vez confirma a especificidade de cada contexto, do conjunto de indicadores utilizados e também das demais metodologias adotadas em cada estudo, embora algumas semelhanças sejam observadas.

Na análise de correlações realizada com as três dimensões, observou-se uma fortíssima correlação entre as dimensões econômica e social (0,95), enquanto a dimensão ambiental apresenta uma correlação média em relação à dimensão econômica e à dimensão social.

Tais fatos demonstram que, para o conjunto de indicadores utilizados, a dimensão ambiental foi mais decisiva para o processo de agrupamento dos SAFs avaliados, enquanto para as demais dimensões o conjunto de indicadores agregou mais informações, dificultando assim essa diferenciação entre os sistemas.

4.4.2. Análise do Índice Relativo de Sustentabilidade dos agrupamentos em diferentes critérios

Os dados foram analisados segundo a classificação proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD/ONU, 1998), e adaptada para este trabalho. Observou-se grande diversidade de valores e categorias de análise, para alguns dos critérios de sustentabilidade investigados (Tabela 6).

Os critérios produtividade, equidade e autonomia apresentaram, na média dos grupos, níveis considerados bons para seus respectivos índices, cabendo ressaltar, porém, que os dois primeiros aproximaram-se da margem superior da categoria, demonstrando certo distanciamento em relação aos demais valores. Já os critérios estabilidade e resiliência obtiveram índices classificados como regulares, sendo que os menores valores concentraram-se neste último.

Os bons níveis para o Índice de Sustentabilidade no critério produtividade, apresentado pela média dos grupos é um comportamento também observado por Ribas et al. (2007) e, no contexto deste estudo, pode estar associado a alguns fatores importantes. Primeiramente, a cafeicultura da região apresenta, na maioria dos sistemas pesquisados, índices de produtividade próximos da média regional.

Tabela 6. Índices Relativos de Sustentabilidade (ISr) dos grupos de sistemas agroflorestais da Região do Caparaó / ES, nos cinco critérios de sustentabilidade

Grupos	Critérios					ISr	Nível
	Produtividade	Equidade	Estabilidade	Autonomia	Resiliência		
1	0,82	0,83	0,74	0,65	0,63	0,73	Bom
2	0,86	0,82	0,71	0,75	0,75	0,78	Bom
3	0,94	0,90	0,73	0,83	0,54	0,78	Bom
4	0,74	0,84	0,59	0,57	0,49	0,65	Regular
5	0,82	0,86	0,57	0,76	0,56	0,71	Bom
Média	0,83	0,85	0,67	0,71	0,60	0,73	Bom
Nível	Bom	Bom	Regular	Bom	Regular		
DP	0,07	0,03	0,08	0,10	0,10	0,06	
CV(%)	8,62	3,60	12,36	14,20	17,06	7,61	

DP - desvio padrão; CV - coeficiente de variação; ISr – Índice Relativo de Sustentabilidade.

Outras culturas presentes também apresentam produtividade próxima da média regional, tais como banana, palmito, oleícolas, entre outras. Nas demais dimensões, o fator pode estar relacionado ao caráter familiar no manejo dos sistemas agrícolas e também da diversidade de elementos nos SAFs, contribuindo, significativamente, para elevação dos índices do critério produtividade nas dimensões relacionadas a estes fatores.

Os SAFs pertencentes aos grupos 3 e 2, embora não se caracterizem como agroecológicos e apresentem boa ou razoável diversificação, caracterizam-se por apresentar objetivos comerciais do sistema, garantindo bons resultados nos aspectos econômicos. Os sistemas pertencentes ao grupo 1, embora não muito produtivos economicamente, apresentam no aspecto da diversificação agrícola e no modelo agroecológico seu principal balizador, favorecendo maiores índices no critério produtividade.

Os valores observados neste critério para os SAFs do grupo 4 (0,74) são também categorizados como bons, embora a boa produtividade destes sistemas em relação à cultura do café (próxima à média regional) não seja suficiente para conferir maior sustentabilidade ao sistema, visto sua deficiência em outras vertentes como a produtividade social e ambiental. Este cenário reflete-se no Índice Relativo de Sustentabilidade (0,65), ou seja, o único grupo a apresentar níveis regulares de sustentabilidade.

No critério equidade, todos os grupos apresentaram bons índices de sustentabilidade. Cabe ressaltar que este critério apresentou o menor Coeficiente de Variação entre os grupos (3,60%), conforme observado na Tabela 6. Este fato demonstra que o critério em questão contribuiu pouco para a diferenciação dos grupos analisados, sem com isso desconsiderar sua importância para a avaliação da sustentabilidade dos mesmos.

Os bons índices apresentados pelo critério equidade também podem estar associados ao caráter familiar dos sistemas e às relações de trabalho, segundo os quais a distribuição da renda fica na família, com pouca contratação de mão de obra externa, o que eleva seus valores neste critério. Todos os grupos de SAFs avaliados apresentaram bons níveis para este indicador sendo que, em relação aos grupos 1, 2 e 3 este cenário pode estar relacionado ao fato destes agricultores possuírem boa capacitação e também uma boa participação em mecanismos sociais de organização.

O índice de sustentabilidade no critério estabilidade (ISC_{es}) apresentou resultados considerados bons para os grupos 1, 2 e 3, e regulares para os grupos 4 e 5. Os indicadores utilizados na análise apresentaram grande variabilidade, não permitindo uma categorização mais clara para os resultados. Contudo, alguns SAFs pertencentes ao grupo 4 possuem entradas de capital oriundas de fontes não agrícolas, além de possuírem características comerciais, reduzindo, assim, a autonomia do sistema enquanto atividade base para o agricultor.

Nos sistemas pertencentes ao grupo 5, estes resultados relacionam-se à baixa produtividade, associada à baixa perspectiva de mercado por parte dos agricultores, já que muitos deles, mesmo manejando sistemas mais diversificados, não têm na diversificação uma boa estratégia de inserção de produtos no mercado, dependendo intensamente da cafeicultura como geradora de renda. Para o grupo 4, este cenário afeta também o critério autonomia, no qual obteve índices considerados regulares (0,57) na classificação do PNUD/ONU (1998).

No critério resiliência, somente o grupo 2 apresentou índices considerados bons, enquanto os grupos 1, 3 e 5 apresentaram níveis regulares e o grupo 4, níveis baixos, segundo os critérios de classificação adotados.

A capacidade de recuperação dos sistemas agroflorestais pode estar relacionada a diversos fatores. Um deles é a biomassa do componente arbóreo, denominada poupança verde (PV), significando uma capacidade de retorno em médio e longo prazos, e aqui representada pelo estado e pela quantidade (em volume) de madeira e outros produtos oriundos do SAF. Estes valores são estimados e nem sempre se traduzem, efetivamente, em retorno financeiro, mas servem como indicadores de retorno potencial.

A análise da resiliência engloba os indicadores como: participação em cursos e capacitações (Cur), o nível de formação escolar dos agricultores (EA) e o nível de formação dos demais membros da família, aqui retratados somente quanto à presença ou não de analfabetos (EDp).

O agricultores pertencentes aos grupos 3 e 4 declararam não participar de processos formativos, principalmente relacionados à atividade agroflorestal, sugerindo limitações para os indicadores de resiliência. Segundo relato dos mesmos, a iniciativa de implantar e manejar os sistemas partiu de curiosidade, interesse próprio ou mesmo de informações obtidas com outros agricultores, sem nenhuma participação em mecanismos formativos. Já outros grupos apresentam índices mais altos para este indicador, como o grupo 5, no qual 65% dos agricultores declararam participar de cursos de formação, ou mesmo próximos do ideal (grupos 1 e 2), dos quais todos os entrevistados afirmam participação frequente em capacitações, o que, segundo relatos dos mesmos, acaba se refletindo em ações concretas e aprimoramento técnico nas atividades desenvolvidas.

Os níveis de formação escolar, embora isoladamente não retratem maior ou menor capacidade do agricultor em manejar ou desenvolver tecnicamente os sistemas em questão, ajudam a entender outras limitações manifestadas por estes agricultores. O analfabetismo entre agricultores na Região do Caparaó é o mais alto do Estado do Espírito Santo (BANDES, 2005). Este fato, somado ao baixo interesse manifestado por agricultores de alguns grupos, ocasiona um efeito negativo na tecnificação dos sistemas, refletindo justamente na sua capacidade produtiva e, conseqüentemente, na sua sustentabilidade.

Os indicadores referentes à dependência de energia externa ao SAF (EExt) em relação à condição sanitária, como destinação de lixo (Lix) e o

tratamento primário de esgoto (Esg), também fizeram parte da análise de resiliência. Embora não tenham representado, isoladamente, grande impacto na diferenciação entre os agrupamentos, estes indicadores foram importantes para a definição dos Índices Relativos de Sustentabilidade dos grupos. Em relação à destinação do lixo, os agricultores de todos os grupos declararam preocupação e adoção de medidas concretas para a solução dos problemas relacionados. O indicador referente ao tratamento primário de esgoto, porém, demanda certa preocupação devido aos baixos índices alcançados por quase todos os grupos.

Excetuando-se o grupo 2, com valores considerados ótimos para o indicador segundo o PNUD/ONU (1998), todos os demais apresentaram níveis baixos (grupos 1, 3 e 5) ou regulares (grupo 4) (Figura 10). Aspectos importantes relacionados ao saneamento básico, como o tratamento primário de esgoto aqui avaliado, compõem um importante indicador para a melhoria da qualidade de vida e a redução de cargas poluentes nos mananciais e riscos à saúde humana, principalmente em ambientes desprovidos de qualquer outro modelo de destinação, comuns aos grandes centros urbanos.

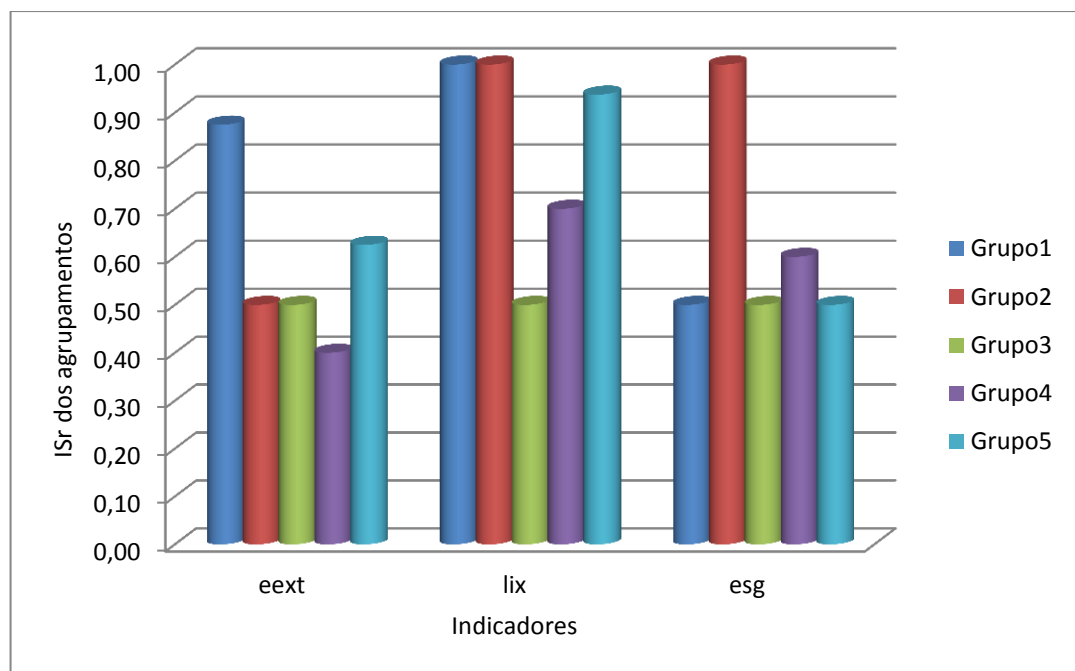


Figura 10. Índice Relativo de Sustentabilidade referente aos indicadores de resiliência ambiental dos agrupamentos. Nota: eext – dependência de energia externa; lix – destinação de lixo; esg – tratamento primário de esgoto.

O quadro exposto na presente análise pressupõe a necessidade de melhorias neste aspecto das atividades produtivas, principalmente quanto à melhoria da qualidade de vida e da sustentabilidade dos sistemas manejados. O critério resiliência apresentou o maior Coeficiente de Variação entre os dados (17,06%), juntamente com o critério autonomia (14,20%) (Tabela 6).

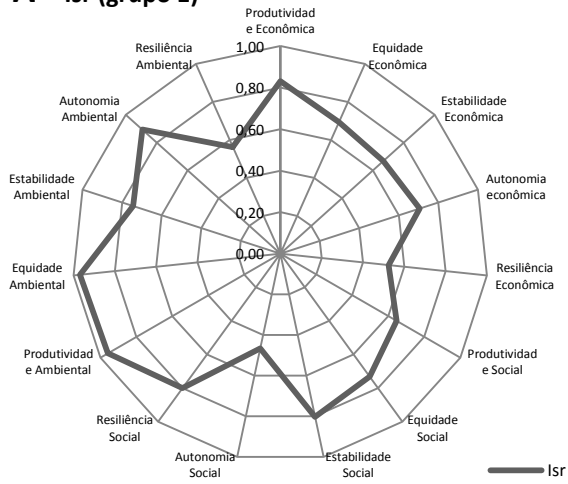
4.4.3. Análises gráficas do Índice Relativo de Sustentabilidade dos agrupamentos.

A Figura 11 refere-se aos gráficos tipo radar, relacionados a cada um dos cinco grupos de sistemas agroflorestais estabelecidos pela Análise de Agrupamento. Cabe ressaltar que sua interpretação leva em conta os valores de cada dimensão e cada critério, representados nos eixos, sendo que os melhores índices são aqueles que se aproximam da unidade (borda do gráfico).

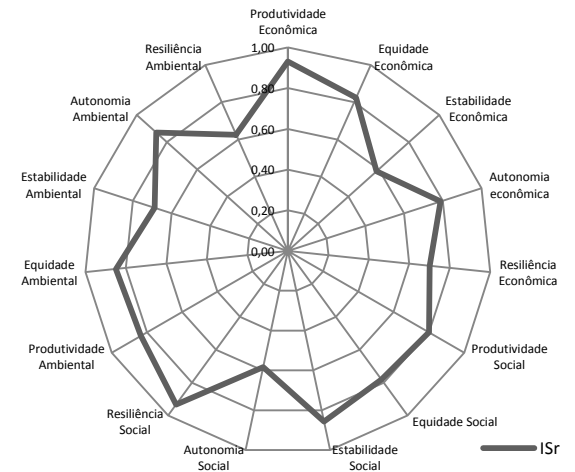
Os grupos apresentaram comportamentos distintos entre si, cabendo aqui algumas considerações sobre o desempenho dos mesmos nas diferentes dimensões e critérios de análise. Os SAFs apresentaram bons níveis no critério “Produtividade Econômica”. Em alguns casos, como ocorre nos grupos 2, 3 e 4, especificamente, estes valores podem ser atribuídos ao bom nível de diversificação apresentado pelos sistemas, enquanto os demais têm este fato associado à boa produtividade da cultura principal, o café, acima dos níveis regionais.

Nos grupos 4 e 5, observa-se a equidade econômica muito próxima aos valores ideais, principalmente devido ao caráter familiar do sistema de produção, fazendo com que o bom desempenho dessa capacidade produtiva seja canalizado de maneira mais uniforme para estes núcleos familiares, caracterizando um melhor desempenho neste critério de avaliação.

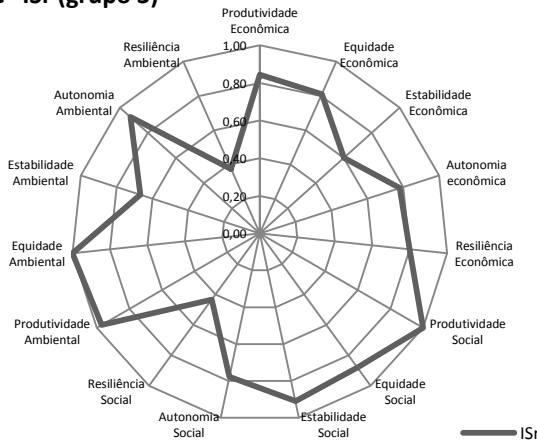
A Isr (grupo 1)



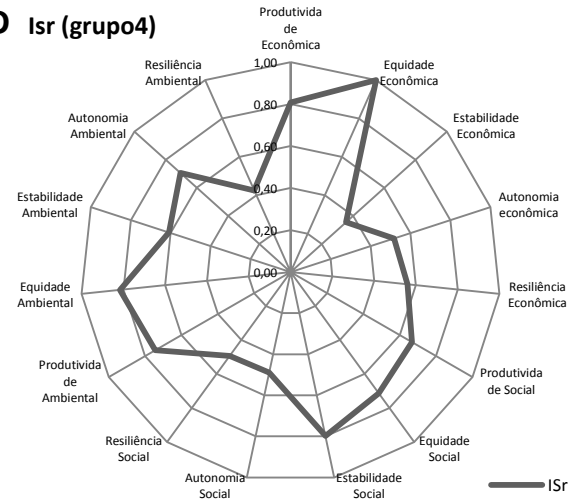
B Isr (grupo 2)



C Isr (grupo 3)



D Isr (grupo4)



E Isr (grupo 5)

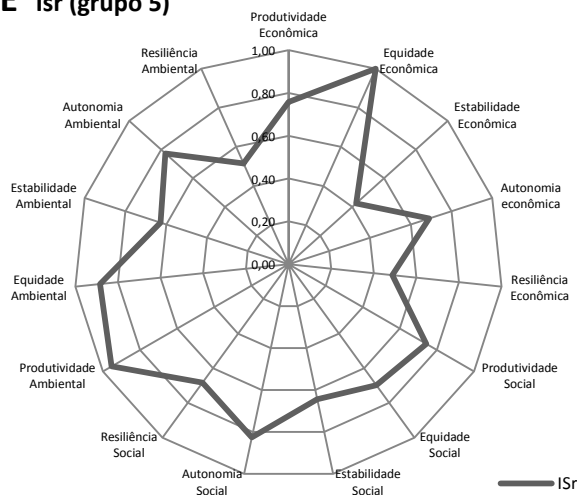


Figura 11. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos cinco grupos referentes aos SAFs de agricultores da Região do Caparaó / ES.

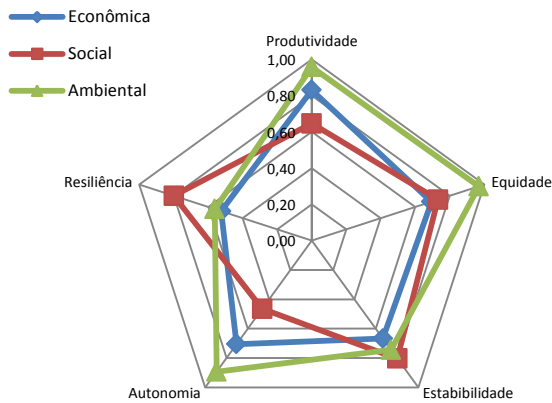
A avaliação do desempenho de cada sistema é possível, também, ao se observar a harmonia e a simetria entre os pontos do gráfico, ou seja, a inexistência de tendências entre as dimensões e os critérios, demonstrando possíveis deficiências dos SAFs em relação a alguns indicadores utilizados na avaliação.

O equilíbrio entre as dimensões e os critérios pode ser representado nos gráficos da Figura 12, nos quais são plotadas a imagem comparativa entre estes elementos e sua posição em relação aos valores do IS.

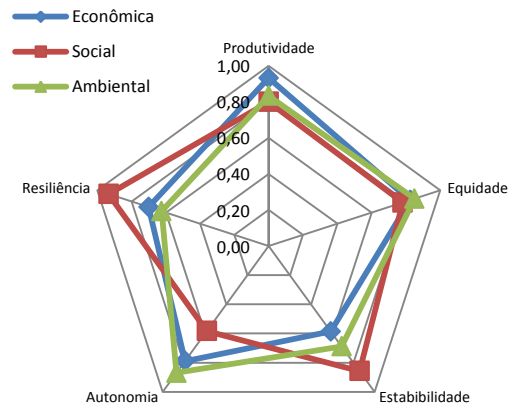
Sendo assim, percebe-se que os SAFs visualmente mais assimétricos são justamente os pertencentes aos grupos 3, 4 e 5. Apesar disso, o grupo 3 apresenta maiores valores nas dimensões social e ambiental, reduzindo os efeitos causados pela assimetria apresentada, resultando em índices mais altos para o conjunto de indicadores.

Estes resultados, embora não sejam conclusivos isoladamente, constituem importante ferramenta para a avaliação da real situação de cada grupo, principalmente quanto à distribuição dos índices nas dimensões e nos critérios. Alguns grupos, como o 3 e 5, apresentaram bons índices de sustentabilidade e, no entanto, apresentam distorções entre as dimensões e os critérios e, com isso, podem expor uma falsa ideia de sustentabilidade, o que, na verdade, deve ser melhor investigado. A resiliência foi, neste caso, o principal fator de distorção para todos os grupos considerados, apresentando valores mais baixos, com exceção da resiliência econômica para o grupo 3, e da resiliência social para os grupos 1 e 2, que apresentaram valores mais altos.

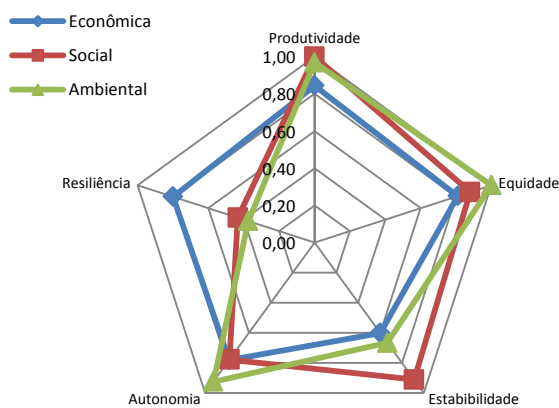
A ISr nas Dimensões e Critérios (grupo1)



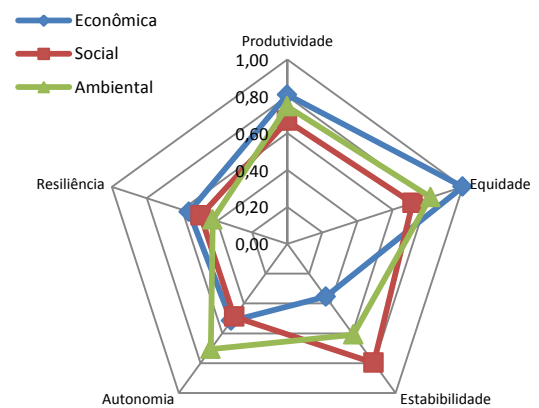
B ISr nas Dimensões e Critérios (grupo2)



C ISr nas Dimensões e Critérios (grupo3)



D ISr nas Dimensões e Critérios (grupo4)



E ISr nas Dimensões e Critérios (grupo5)

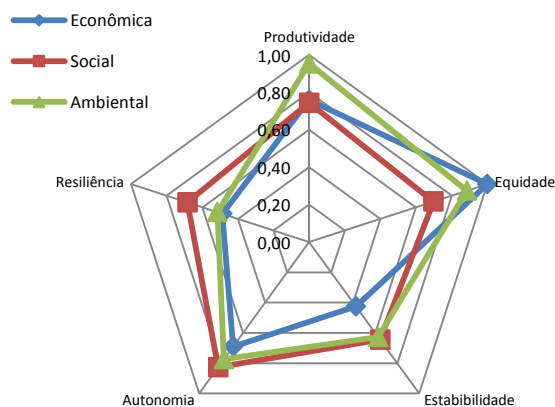


Figura 12. Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr) dos cinco grupos de SAFs, destacando as dimensões e critérios de sustentabilidade.

4.5. Efeito multiplicador dos SAFs na Região do Caparaó / ES

Os sistemas agroflorestais avaliados apresentaram efeito multiplicador abaixo do esperado para a maioria dos agrupamentos. A análise das questões respondidas pelos entrevistados levou em consideração a média de todos os grupos para cada resposta. Os dados referem-se aos entrevistados que não possuem SAFs em suas propriedades, tomando como referência, individualmente, os SAFs próximos aos mesmos.

A primeira questão respondida pelos entrevistados refere-se ao conceito de sistema agroflorestal. Trata-se de um indicador inicial sobre a afinidade dos vizinhos com este conceito básico.

Os vizinhos dos grupos 2, 4 e 5 obtiveram uma relação positiva entre aqueles que conhecem o conceito de SAF, na proporção de 42,9%, 65% e 65,7%, respectivamente (Figura 13). Em relação à resposta afirmativa (sim), somente os grupos 4 e 5 apresentaram percentuais acima da média (50,5%) dos grupos, sendo que no grupo 3 foram observados os menores percentuais (20%), seguido do grupo 1 (26,3%). Em média, 38,5% dos agricultores já ouviram falar ou têm alguma referência sobre esse tipo de sistema produtivo, embora, nem sempre, essa referência esteja relacionada aos SAFs vizinhos.

Os SAFs do grupo 1 apresentaram caracteristicamente pouca participação dos agricultores em mecanismos sociais de organização, o que possivelmente explica a pouca relação dos agricultores vizinhos entrevistados com este conceito, embora tenham demonstrado vago conhecimento sobre SAFs. Já para o grupo 3, este resultado não foi tão esperado, já que os agrossilvicultores pertencentes ao mesmo, possuem boa participação e bons níveis de organização, o que não reflete satisfatoriamente o quadro encontrado nesta pesquisa. A “piori”, esperava-se que a boa participação social dos agrossilvicultores culminasse em maior efeito multiplicador e uma maior difusão, entre os agricultores vizinhos, das tecnologias e aspectos de manejo comuns a esse tipo de sistema, ou pelo menos dos conceitos a eles relacionados, o que não ocorreu de fato.

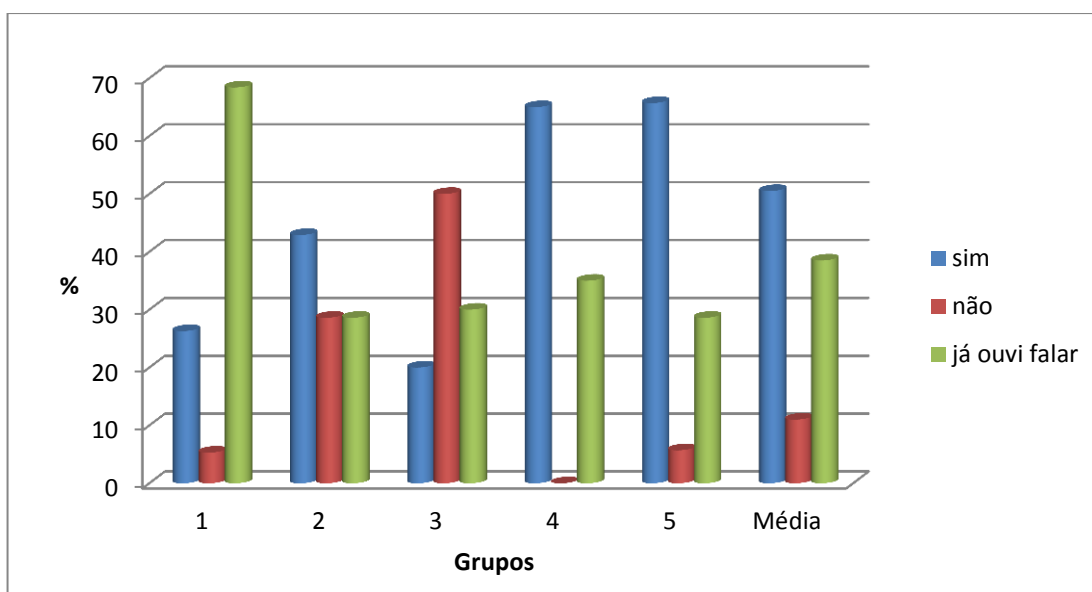


Figura 13. Nível de conhecimento sobre SAFs de proprietários vizinhos de agrossilvicultores da região do Caparaó-ES, agrupados por análise de cluster.

A segunda questão respondida pelos entrevistados referiu-se ao grau de conhecimento sobre experiências com SAFs na comunidade onde moram. Para a média dos grupos, uma pequena maioria demonstrou não conhecer as experiências com SAFs em suas comunidades. Analisando os agrupamentos isoladamente, observa-se um resultado negativo para a maioria, excetuando-se os grupos 5 e 3 (figura 14). No primeiro caso, houve uma manifestação positiva por parte dos entrevistados, enquanto no segundo caso não houve diferença entre as respostas. Em ambos os casos, os agrossilvicultores residem na propriedade e têm boa participação em mecanismos sociais de organização, sendo que os agrossilvicultores do grupo 5 caracterizam-se, também, por apresentar sistemas agroecológicos. Estes fatos, provavelmente, contribuíram para o cenário observado nesta questão.

Os grupos 1 e 4, apresentaram resultados semelhantes, segundo os quais a maior parte dos vizinhos entrevistados manifestou um desconhecimento acerca da existência de SAFs em suas comunidades. Estes foram acompanhados pelo grupo 2, cujos vizinhos entrevistados confirmaram um conhecimento parcial, ou seja, possuem apenas algumas informações (28,6%), constituindo-se em um meio termo entre as duas respostas (sim e não). Estes resultados confirmam

aqueles obtidos na questão anterior, em relação a todos os grupos avaliados, com algumas ressalvas.

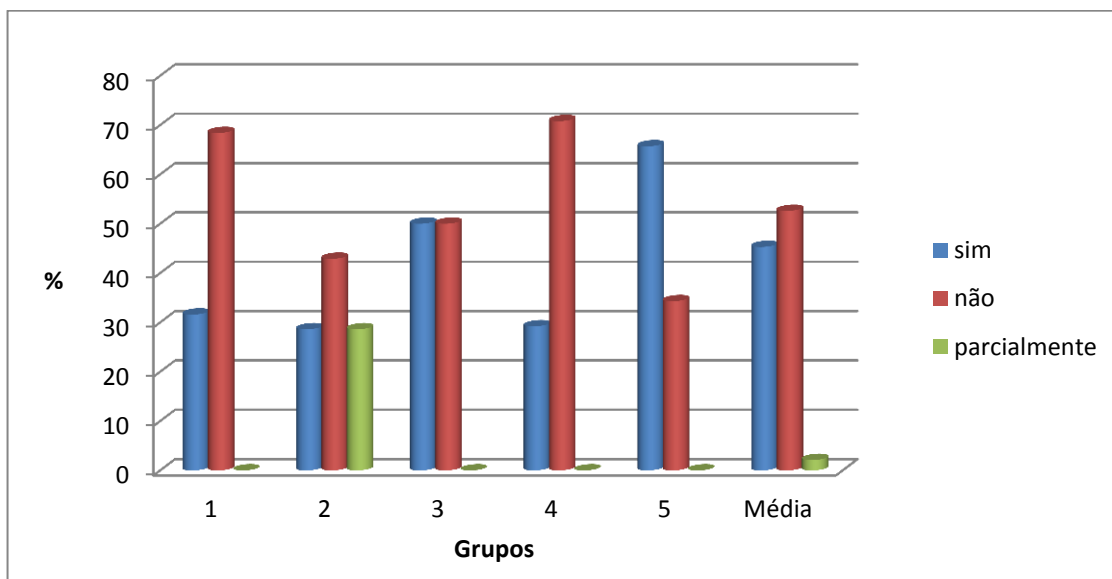


Figura 14. Nível de Conhecimento sobre experiências com SAFs na comunidade, obtido com proprietários vizinhos de agrossilvicultores da região do Caparaó-ES, agrupados por análise de cluster.

O grupo 5 também apresentou resultados positivos, com a maioria dos vizinhos entrevistados manifestando conhecer os SAFs da comunidade, confirmando a boa relação entre os níveis de organização social e o efeito multiplicador. Os entrevistados que têm o grupo 4 como referência responderam não conhecer as experiências locais, embora na questão anterior tenham manifestado conhecimento sobre o conceito.

A apropriação tecnológica pelos membros de pequenas comunidades é complexa. A informação é geralmente transmitida oralmente entre amigos, líderes comunitários, membros de associações, sindicatos, entre outros. Essa transmissão depende do grau de confiança por parte dos envolvidos. Henkel e Amaral (2008) observaram em seus estudos com sistemas agroflorestais no Estado do Pará, que informações referentes aos SAFs podem não ser transmitidas devido a fatores como a falta de interesse ou incompatibilidade dessas informações com os objetivos dos agricultores. A falta de assistência

técnica ou sua desconexão com o contexto da pequena propriedade contribui diretamente e de forma negativa com este cenário.

Essa pouca relação da maioria dos agricultores entrevistados com as experiências desenvolvidas com SAFs na comunidade local ficou evidenciada quando foram indagados sobre o conhecimento sobre estes mesmos sistemas em outras comunidades ou realidades diferentes. Neste caso, todos os grupos tiveram aproximadamente o mesmo padrão de resposta, como observado no gráfico da Figura 15, onde a grande maioria dos vizinhos entrevistados manifestou desconhecer experiências com SAFs em outras comunidades. Isso demonstra, por um lado, maior relação com as experiências locais, trazendo aos SAFs de referência um grau de importância elevado, já que um bom percentual de entrevistados manifestou conhecimento sobre eles. Por outro lado, isso demonstra certo desinteresse dos mesmos por essa atividade, concentrando as informações nas experiências locais, sem que isso os motive a adquirir novos conhecimentos e conceitos.

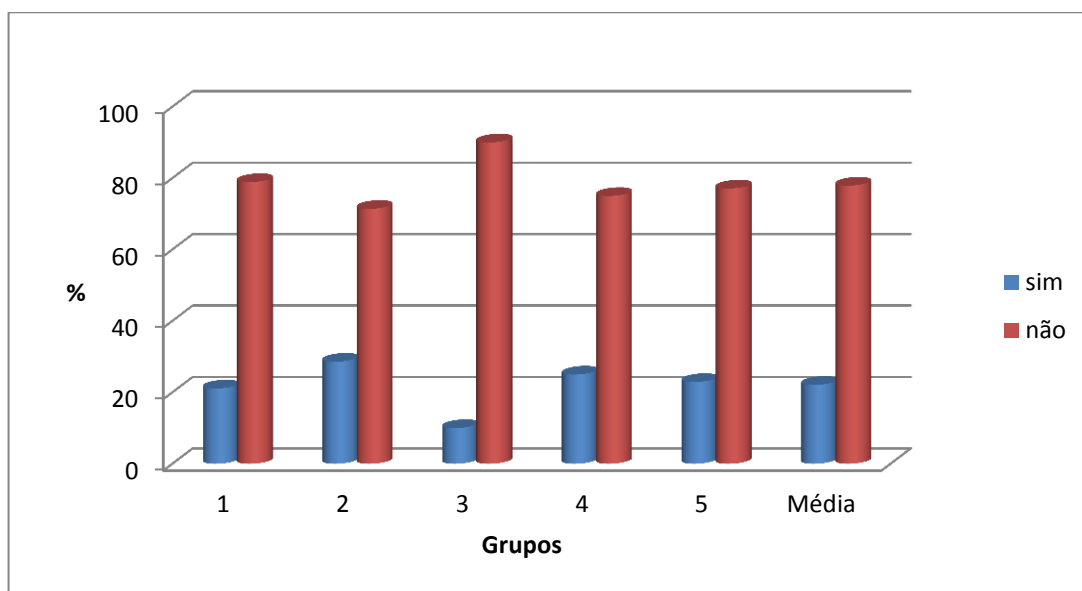


Figura 15. Nível de conhecimento de proprietários vizinhos de agrossilvicultores da região do Caparaó-ES sobre experiências com SAFs em comunidades próximas. Dados agrupados por análise de cluster.

Um dos indicadores que reflete bem o efeito multiplicador dos SAFs, no contexto aqui avaliado, é a utilização de práticas sustentáveis por parte dos agricultores vizinhos ao sistema. Esse efeito multiplicador pode se caracterizar

como resultado de uma interação direta entre os proprietários do SAF e os demais agricultores, ou somente a observação destes, sem que haja uma relação visível entre estes produtores. As respostas a esta pergunta encontram-se dispostas no gráfico da Figura 16.

Observando-se a média dos grupos, percebe-se que um número considerável de agricultores entrevistados (41,1%) não utiliza práticas sustentáveis ou não se preocupa com isso. Um número também considerável dos agricultores pesquisados utiliza alguma forma de prática sustentável, mesmo que ocasionalmente e este fato contribui para a melhoria dos resultados, uma vez que a não utilização das mesmas, em qualquer situação, constitui-se em ameaça ao desenvolvimento sustentável regional.

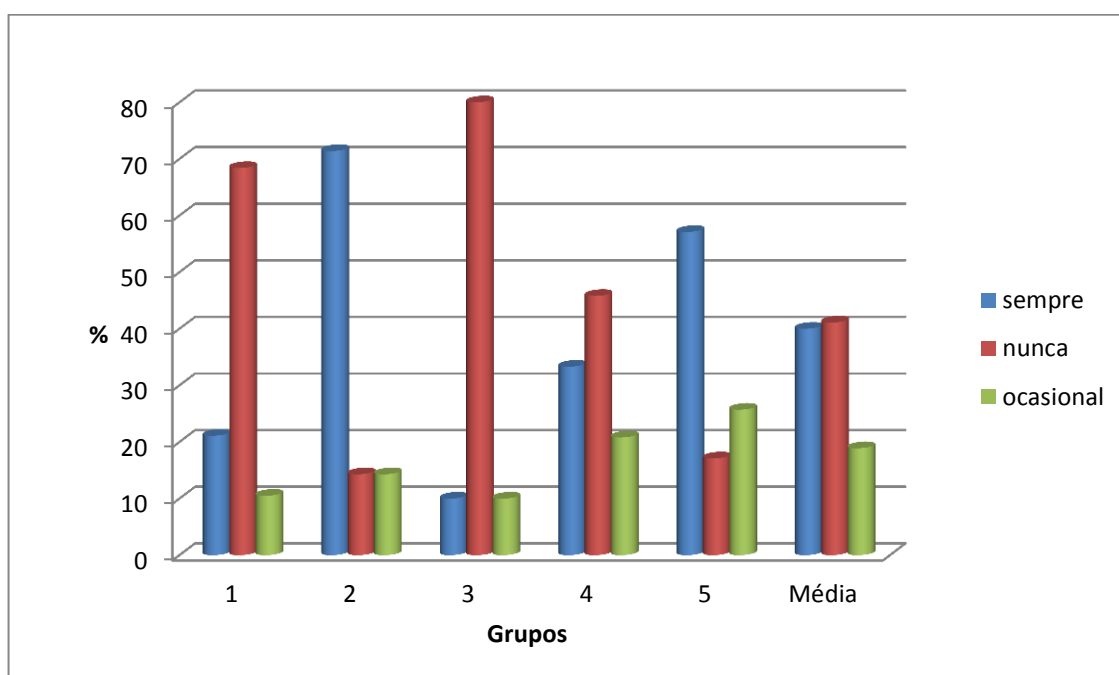


Figura 16. Frequência de utilização de práticas agrícolas sustentáveis por vizinhos de agrossilvicultores, tendo como base os SAFs agrupados por análise de cluster.

Os vizinhos dos agrossilvicultores dos agrupamentos 2 e 5 são os que mais incorporaram, sistematicamente, práticas sustentáveis no manejo da propriedade. Em uma relação inversa, os grupos 3 e 1 apresentaram os maiores percentuais de agricultores cuja prática agrícola não incorpora padrões sustentáveis. Estes resultados confirmam o cenário já discutido nas questões

anteriores, principalmente em relação ao desempenho do grupo 5, com o qual os vizinhos demonstraram boa interação.

Dentre as principais práticas sustentáveis utilizadas pelos vizinhos, estão: a diversificação agrícola; a adubação orgânica; o controle de erosão (aqui considerando algumas técnicas como plantio em nível, cordões de contorno, entre outras); os cultivos rotacionados; o manejo integrado de pragas e doenças; entre outros. Destes indicadores, somente o manejo integrado de pragas e doenças não obteve nenhuma manifestação positiva. Os demais itens estão relacionados no gráfico da Figura 17.

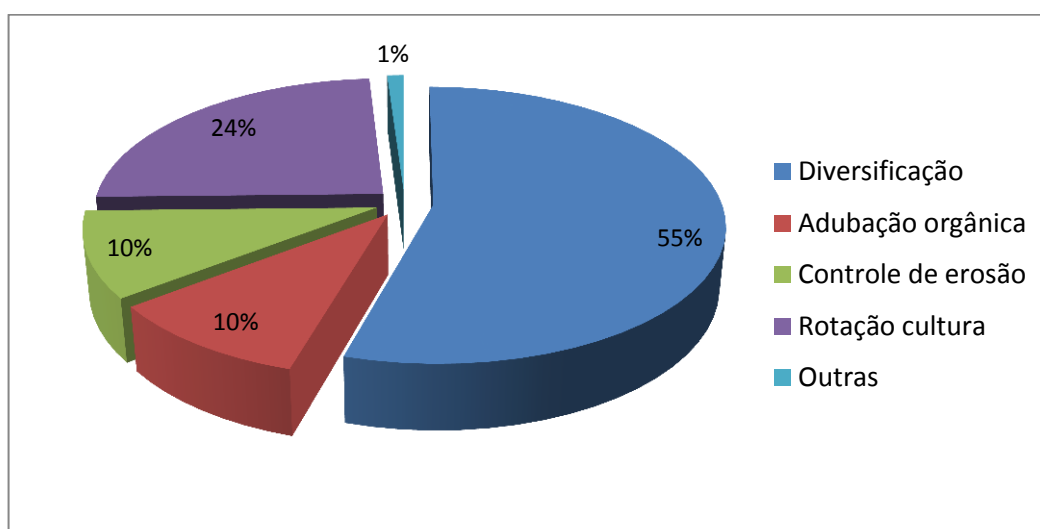


Figura 17. Principais práticas sustentáveis desenvolvidas pelos vizinhos de agricultores do Caparaó / ES.

Aos agricultores vizinhos dos SAFs que manifestaram a utilização de práticas sustentáveis de produção, foi perguntado se o SAF de referência influenciou, positivamente, na incorporação dessas práticas e os resultados foram expostos no gráfico da Figura 18. Pode-se observar que os produtores vizinhos do grupo 5 mantiveram a tendência da questão anterior, indicando uma influência positiva nas ações desenvolvidas pelos agricultores, a partir das experiências observadas nos SAFs de referência.

Para os demais grupos, observou-se pouca influência dos SAFs de referência na incorporação de práticas conservacionistas dos agricultores vizinhos. Estes resultados demonstram uma fragilidade considerável no efeito multiplicador da maioria dos SAFs estudados, comprometendo sua importância

como modelo alternativo aos sistemas convencionais de cultivo e, principalmente, como referência de sistema sustentável nos diversos níveis de organização.

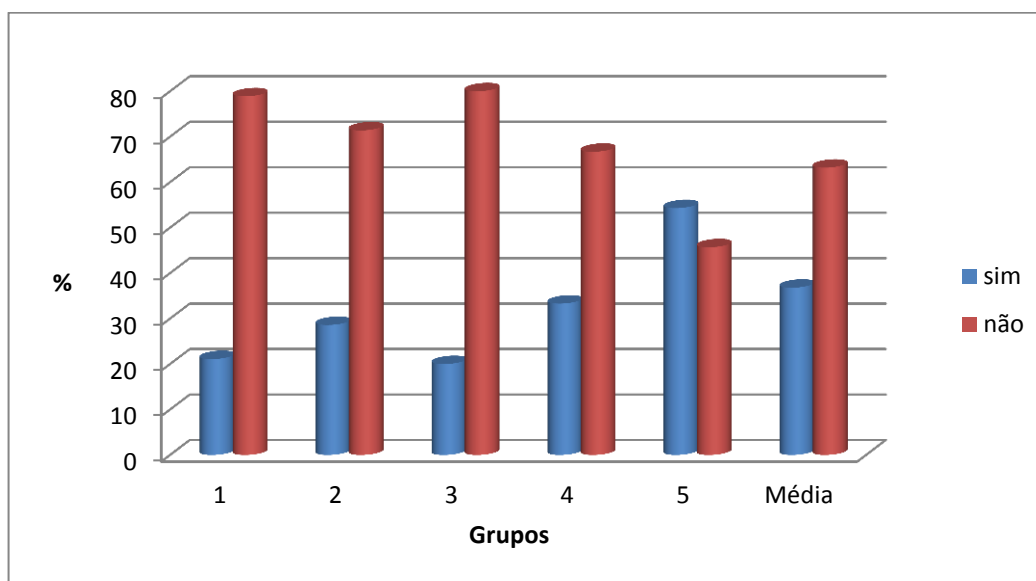


Figura 18. Motivação para a introdução de práticas sustentáveis por agricultores vizinhos aos SAFs agrupados por análise de cluster.

A fragilidade desta relação também pode ser observada por meio da participação dos SAFs no processo de fomento à formação técnica específica sobre esse tipo de sistema produtivo. O grau de interesse, dos agricultores vizinhos entrevistados, por capacitações e formação técnica sobre sistemas alternativos, manejo integrado e sistemas agroflorestais demonstrou-se muito baixo, como mostra o gráfico da Figura 19.

Pode-se observar que, em média, os agricultores entrevistados não participam dessa formação e somente entre os vizinhos do grupo 2 houve um saldo positivo, no qual 57,1% declararam participar raramente deste tipo de capacitação. O desinteresse e a não participação em processos de formação por parte dos agricultores pode ser atribuído a diversos fatores, sejam eles de ordem técnica, política, cultural, entre outras.

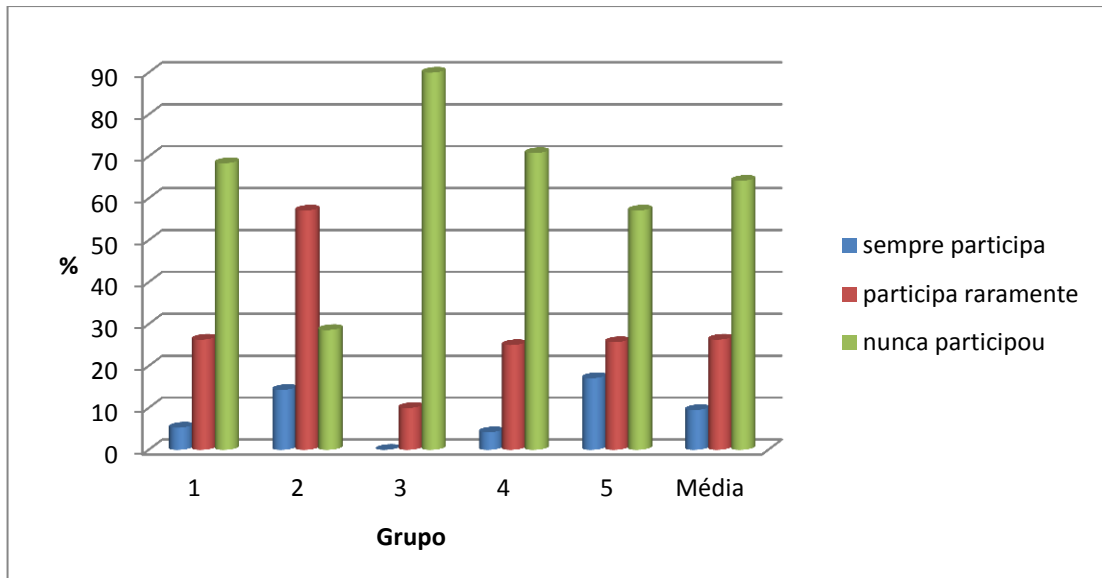


Figura 19. Participação de vizinhos de agricultores do Caparaó / ES em capacitações e formação sobre manejo de SAFs, tendo como base os SAFs agrupados por análise de cluster.

Além disso, este indicador demonstra também uma pequena influência dos SAFs no interesse dos vizinhos por estes modelos, ocasionando o isolamento destes agricultores e, conseqüentemente, a fragilidade destes sistemas quanto ao seu efeito multiplicador, associado a outras questões como comercialização dos produtos, organização social, políticas de envolvimento, entre outras.

As respostas sobre participação dos entrevistados em mecanismos sociais de organização também apresentaram as mesmas características da questão anterior, demonstrando um baixo interesse por esse tipo de atividade (Figura 20).

Somente os vizinhos do grupo 2 manifestaram maior participação ocasional, mantendo os mesmos níveis dos demais agricultores no que se refere a uma participação frequente. A participação social foi detectada como uma característica comum ao grupo 2, refletindo diretamente no dados aqui observados. Estes resultados explicam parcialmente o isolamento de boa parte dos SAFs no contexto regional, relacionando-se também com a carência de mecanismos de assistência técnica e extensão rural, estas entendidas como elemento agregador, na medida em que fomentam a organização social destes agricultores. Na verdade, todos estes fatores somados, trazem à luz uma realidade desconfortável quanto ao efeito multiplicador dos SAFs, na medida em

que a sociedade local não se mobiliza em função das informações neles contidas e potencializadas.

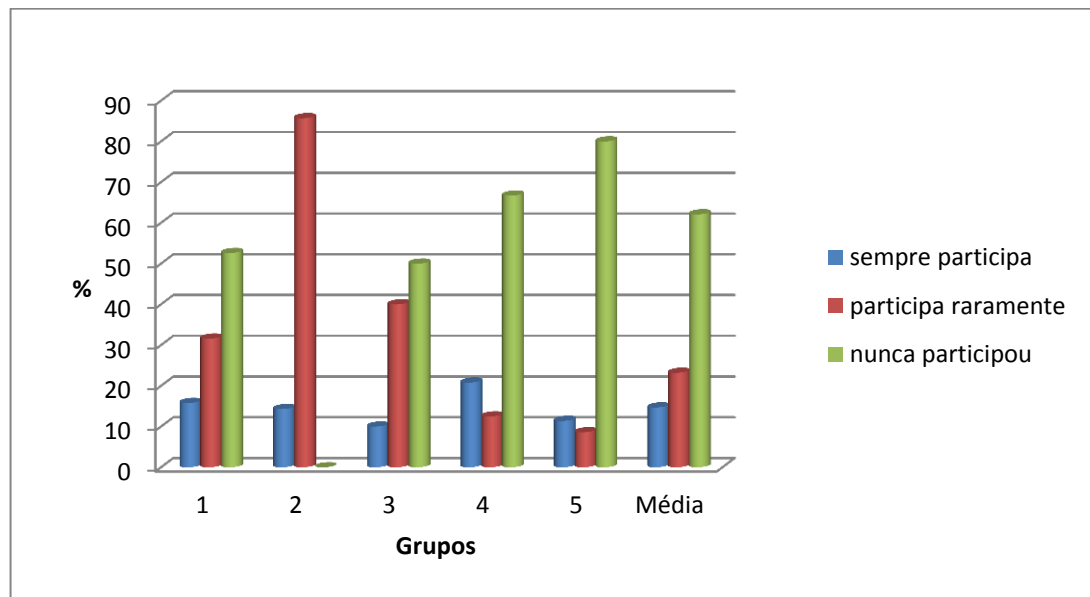


Figura 20. Participação dos vizinhos de agricultores do Caparaó / ES em mecanismos sociais de organização, tendo como base os SAFs agrupados por análise de cluster.

Entre os agricultores que afirmaram participar, mesmo que raramente, destes mecanismos sociais de organização, pode-se observar que, em média, apenas 4,2% fazem parte de cooperativas, muito baixo em relação aos outros mecanismos como sindicatos e associações (Figura 21). Conforme já discutido anteriormente, percebe-se que estas instituições não têm se caracterizado como multiplicadoras de modelos integrados de produção, como os SAFs, embora isoladamente algumas metodologias e formas de manejo estejam presentes em atividades de formação, como cursos, oficinas, dias de campo, entre outros.

Em estudos de sustentabilidade com SAFs, Lopes e Almeida (2002) identificaram que 80% dos agricultores com arranjos produtivos individuais possuem bom nível de sustentabilidade econômica e mesmo com boas possibilidades de comercialização de seus produtos, acabam apresentando dificuldades devido a pouca organização em relação a este processo. Assim, os autores concluíram que a participação em associações ou cooperativas pode fortalecer o modo de exploração e reprodução do sistema produtivo, resultante de

um crescimento técnico e cultural, possibilitando maior discussão dos temas relacionados a diversos aspectos da produção, das necessidades dos associados e de tomadas de decisões. Tais fatos, potencialmente, podem aumentar consideravelmente o efeito multiplicador de novos modelos.

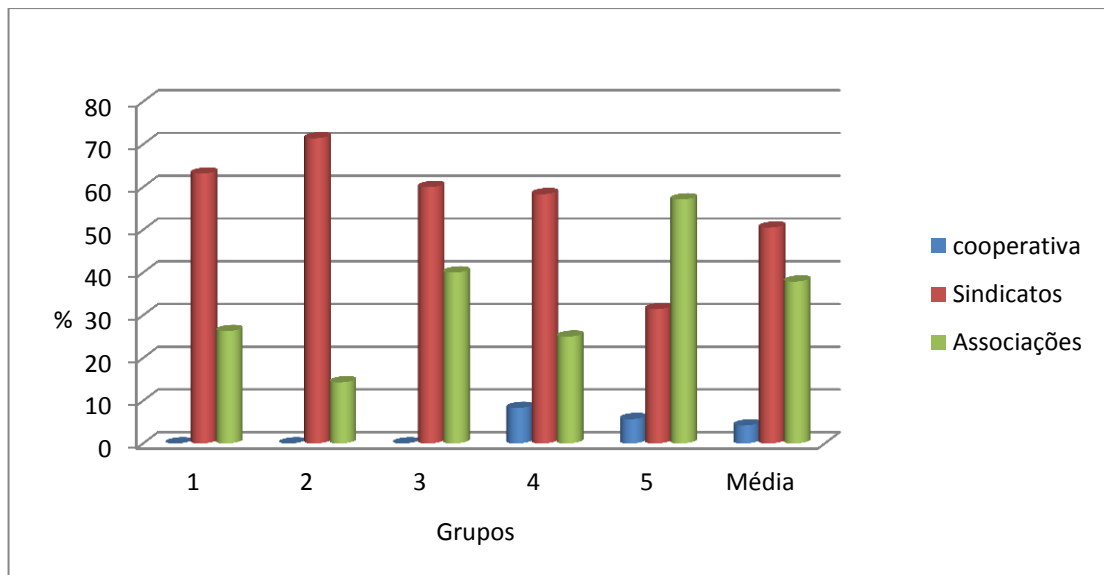


Figura 21. Perfil institucional da participação em mecanismos sociais de organização de agricultores vizinhos aos SAFs, agrupados por análise de cluster.

Em síntese, observou-se que o efeito multiplicador apresentou limitações para a maioria dos sistemas avaliados, devido a pouca interação dos agrossilvicultores aqui avaliados com a comunidade na qual estão inseridos. Os mecanismos básicos de fomento e disseminação tecnológica, embora presentes, são negligenciados ou mesmo desconsiderados por boa parte dos envolvidos, sejam eles os próprios agrossilvicultores como também seus vizinhos mais próximos.

O desinteresse dos agricultores vizinhos em relação ao SAF, além da desinformação e baixa adoção de mecanismos sustentáveis de produção não devem ser atribuídos somente ao seu baixo efeito multiplicador, já que outros fatores como a insuficiência ou falta de assistência técnica, pouca participação social das comunidades, entre outras, foram percebidos no contexto da pesquisa e podem, perfeitamente, ser considerados como possíveis causas.

RESUMO E CONCLUSÕES

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são, hoje, uma importante alternativa aos sistemas convencionais de produção agrícola. Das inúmeras formas de se avaliar a sustentabilidade dos SAFs, é cada vez mais comum a utilização de indicadores, principalmente por se tratarem de sistemas complexos, que exigem abordagem sistêmica. Com o presente estudo, avaliou-se a sustentabilidade de 20 sistemas agroflorestais (SAFs) na região do Caparaó-ES por meio de indicadores, agrupados em três dimensões: Social, ambiental e econômica, divididos nos seguintes critérios: Produtividade, estabilidade, equidade, autonomia e resiliência. A metodologia utilizada consistiu em estabelecer um Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr), com valores entre 0 e 1, aprimorado de outros estudos realizados com o mesmo objetivo. Realizou-se também a tipificação dos sistemas por meio de análise multivariada por agrupamento, na qual foram identificados cinco grupos, obtendo-se seus respectivos ISr. Avaliou-se, ainda, o efeito multiplicador dos SAFs, por meio de questionários direcionados a proprietários vizinhos na área de entorno dos sistemas agroflorestais.

A partir da análise dos resultados, obtiveram-se as seguintes conclusões:

1. Em relação ao Índice Relativo de Sustentabilidade (ISr)
 - A utilização do ISr, permitiu a identificação de aspectos positivos e negativos de cada SAF avaliado, traçando um perfil em nível regional destes sistemas;

- Os SAFs avaliados apresentaram um bom ISr. Quando analisadas isoladamente, as dimensões econômica e social apresentaram índices regulares e somente a dimensão ambiental apresentou índices considerados bons;
- Os SAFs avaliados possuem grande dificuldade de recuperação nas três dimensões consideradas, com base na resiliência avaliada. Os demais critérios apresentaram valores considerados bons (produtividade, equidade e estabilidade) e regulares (estabilidade).

2. Em relação à análise multivariada e formação de agrupamentos:

- A análise multivariada permitiu tipificar e diferenciar os SAFs em 5 grupos, capazes de representar a real situação dos mesmos no cenário regional;
- As quatro componentes principais obtidas explicaram 75,11% da variância dos dados, demonstrando eficiência na análise multivariada e, conseqüentemente, demonstrando a confiabilidade dos resultados;
- As variáveis que mais contribuíram para a tipificação dos SAFs foram aquelas relacionadas à diversificação agrícola, ao tamanho da propriedade, ao manejo de matéria orgânica, à formação do agricultor e participação em mecanismos sociais.

3. Em relação ao Índice Relativo de Sustentabilidade dos agrupamentos:

- O comportamento dos cinco grupos mostrou-se semelhante quando considerados os Índices Relativos de Sustentabilidade, onde somente um dos grupos apresentou níveis médios, abaixo dos demais grupos, cujos índices foram considerados bons;
- Em relação aos critérios, os que apresentaram maior e menor variação dos dados foram a resiliência e a equidade, respectivamente. A maior variação dos dados dentro de cada critério demonstrou sua importância para a tipificação dos sistemas;
- Os grupos que apresentaram índices de sustentabilidade mais altos nas três dimensões foram os constituídos por agrossilvicultores familiares, com bom nível instrução e boa participação em mecanismos sociais de organização, cujos

SAFs possuem boa diversificação, além de agregarem objetivos comerciais em relação aos componentes arbóreos;

– O menor índice de sustentabilidade foi apresentado por SAFs com baixa diversidade, associada a pouca participação social dos agricultores, embora estes apresentem níveis de instrução e formação satisfatórios.

4. Em relação ao efeito multiplicador dos SAFs:

– Os SAFs avaliados apresentaram baixo efeito multiplicador, com pouca interferência entre os demais agricultores vizinhos;

– Apenas um dos grupos apresentou resultado positivo quanto ao conhecimento dos agricultores vizinhos em relação ao SAFs;

– Os SAFs interferiram pouco na adoção de práticas sustentáveis pelos agricultores vizinhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, F. D. R. (2005) *Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas*. Dissertação (Mestrado) – Campinas - SP, Universidade Estadual de Campinas (Faculdade de Engenharia de Alimentos), 252p.
- Albrecht, A. , Kandji, S. T. (2003) Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 99 (1-3):15-27.
- Altieri, M. (2000) *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS. 120p.
- Altieri, M. (2002) *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. 1. ed. São Paulo: Guaíba, 595p.
- Altieri, M. A. , Nicholls, C. I. (2002) Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia*, 64:17-24.
- Ambrósio, L. A., Peres, F. C., De Zen, S. , Ichihara, S. M. (2005) Sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas de produção agrícola de três regiões brasileiras. *Cadernos da FACECA*, 14 (2):173-182.
- Andreis, D., Panzieri, M. , Picchi, M. P. (2003) Sustainability indicators for environmental certification of Siena province (Italy). *Advances in Ecological Sciences*, 18:301-308.
- Arco-Verde, M. F. , Schwengber, D. R. (2008) *Indicadores Financeiros de Sistemas Agroflorestais no Estado de Roraima*. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima. v.8, 19p.

- Azevedo, E. C., Mangabeira, J. A. C. , Miranda, J. R. (2002) Utilização dos sistemas de informações geográficas na análise ambiental das atividades agrícolas. *Anais do REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E DA ÁGUA*, Cuiabá: UFMT, v.14, p.153.
- Azevedo, E. C., Mangabeira, J. A. , Miranda, J. R. (2001) *Análise da sustentabilidade das atividades agrícolas: uma contribuição dos sistemas de informações geográficas na gestão ambiental e no desenvolvimento sustentável*. *Anais do CONGRESSO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL / GOIÂNIA: Lavras: ABAR*, v.4, p.8.
- BANDES (2005) *Diagnóstico Socioeconômico Microrregião Caparaó*. 1. ed. Vitória , ES: Instituto Jones dos Santos Neves / BANDES / Consórcio do Caparaó. 213p.
- Battese, G. E. (1992) Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural Economics*, 7 (3-4):185-208.
- Bergh, J. C. J. M. v. d. V., H. (1999) Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the "ecological footprint" *Ecological Economics*, 29 (1):63-74.
- Borner, J. (2009) Serviços ambientais e adoção de sistemas agroflorestais na Amazônia: elementos metodológicos para análises econômicas integradas. In: Porro, R. (eds). *Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 411-433.
- Bravo-Ureta, B. E. , Pinheiro, A. E. (1993) Efficiency analysis of developing country agriculture: a review of the frontier function literature. *Agricultural and Resource Economics Review*, 22 (1):88-101.
- Callegari-Jacques, S. M. (2003) *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artemed. 255p.
- Calorio, C. M. (1997) *Análise de sustentabilidade em estabelecimentos agrícolas familiares no vale do Guaporé-MT*. Dissertação (Mestrado). Cuiabá-MT, Universidade Federal de Mato Grosso (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária), 94p.
- Calvi, M. F. , Kato, O. R. (2011) Agricultores familiares e adoção de SAF em Medicilândia, Pará. *Anais do Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental / UFRA / CEPLAC / EMATER / ICRAF, v.8. CD-ROM.
- Camino, R. , Muller, S. (1993) *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura / Projeto IICA / GTZ. 134p.
- Campanha, M. M., Santos, R. H. S., Freitas, G. B. d., Martinez, H. E. P., Jaramillo-Botero, C. , Garcia, S. L. (2007) Análise comparativa das características da serrapilheira e do solo em cafezais (*Coffea arabica* L.) cultivados em sistema

- agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata, MG. *Revista Árvore*, 31:805-812.
- Caporal, F. R. , Costabeber, J. A. (2001) Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. In: Etges, V. E. (eds). *Desenvolvimento rural: potencialidades em questão*. Santa Cruz do Sul: EDUSC, p.19-52.
- Caporali, F., Mancinelli, R. , Campiglia, E. (2003) Indicators of cropping system diversity in organic and conventional farms in central Italy. *International Jour. of Agric. Sustainability*, 1 (1):67-72.
- Cardona, J. C. D. I. R. , Vargas, L. D. V. (2008) Análise da sustentabilidade em agroecossistemas a escala da propriedade rural, um estudo de caso: Centro Agropecuário Cotové (Antioquia, Colômbia). *Anais do Congresso Brasileiro de Sistemas*, Franca, SP.: UNI-FACEF, v.4, p.1-16.
- Carvalho, H. M. (1993) *Padrões de Sustentabilidade: uma medida para o desenvolvimento sustentável*. Curitiba: Mimeo. 26p.
- Carvalho, R., Goedert, W. J. , Armando, M. S. (2004) Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39 (11):1153-1155.
- Cavallet, O. (2004) *Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues*. Dissertação (Mestrado). UNICAMP (Faculdade de Engenharia de Alimentos), 156p.
- Charnes, A., Cooper, W. W. , Rhodes, E. (1978) Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6):429-444.
- Chatfield, C. , Collins, A. J. (1980) *Introduction to multivariate analysis*. Londres: Chapman e Hall. 246p.
- Coelho, L. M., Rezende, J. L. P., Oliveira, A. D., Coimbra, L. A. B. , Souza, A. N. (2008) Agroforest system investment analysis under risk. *Cerne*, 14 (4):368-378.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. , Tone, K. (2000) *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. New York: Kluwer Academic Publishers. 318p.
- Correa, I. V. (2007) *Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas em transição ecológica na Região sul do Rio Grande do Sul*. Dissertação (Mestrado) - Pelotas - RS, Universidade Federal de Pelotas, 89p.
- Costabeber, J. , Caporal, F. R. (2004) *Agroecologia: alguns conceitos e princípios*. Brasília: EMATER/PA, p.20.

- Daniel, O. (2000) *Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais*. Tese (Doctor Scientiae) - Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa (Departamento de Engenharia Florestal), 112p.
- Daniel, O., Couto, L., Silva, E., Garcia, R., Jucksch, I. , Passos, C. A. M. (2001) Alternativa a um método para determinação de um índice de sustentabilidade. *Revista Árvore, Viçosa, MG.*, 25 (4):455-462.
- Daniel, O., Couto, L., Silva, E., Jucksh, I., Garcia, R. , Passos, C. A. M. (1999) Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores biofísicos. *Revista Árvore*, 23 (4):381-392.
- Daniel, O., Couto, L., Silva, E., Passos, C. A. M., Jucksch, I. Garcia, R. (2000) Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores socioeconômicos. *Ciência Florestal*, v.10 (1):159.
- Darolt, M. R. (2000) *As Dimensões da Sustentabilidade: Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR*. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 310p.
- Dossa, D. , Montoya, L. (2001) *Estudos de casos de propriedades agroflorestais: infra-estrutura e rentabilidade*. Colombo, Embrapa. v.55, 5p.
- Escobar, G. B., J. (1990) *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. Santiago de Chile: Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), 283p.
- Farrell, M. J. (1957) The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society: Series A*, 120 (3):253-290.
- Fernandes, L. A., Cotrim, M., Fleck, L. F., Melgarejo, L. , Oliveira, A. (2007) Indicadores de desenvolvimento sustentável para assentamentos de regorma agrária. *Anais do VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica* Fortaleza, v.7, p.1-21.
- Ferreira, J. M. L., Lovato, P. E. , Hugo, R. G. (2007) Avaliação da sustentabilidade em cafeeiros através do uso de indicadores de qualidade do solo e saúde de cultivos. *Rev. Bras. Agroecologia*, 2 (1):1593-1600.
- Fritz Filho, L. F. , Miguel, L. d. A. (2000) A Utilização da abordagem sistêmica para o diagnóstico de realidades agrícolas municipais. *Teor. Evid. Econ., Passo Fundo*, 8 (15):151-167.
- GAMA, M. M. B. (2003) *Análise Técnica e Econômica de Sistemas Agroflorestais em Machadinho D'Oeste, Rondônia*. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 112p.
- Garcia Filho, D. P. (1999) *Guia Metodológico: Diagnóstico dos Sistemas Agrários*. Brasília, 58p.

- Gliessman, S. R. (2001) *Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul / UFRGS, p.653.
- Gomes, E. G. (2008) Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura. *Engevista*, 10 (1):27-51.
- Gomes, E. G., Mangabeira, J. A. d. C. , Mello, J. C. C. B. S. d. (2005) Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 43 (4):607-631.
- Gomes, E. G., Mello, J. C. C. B. S. d. , Mangabeira, J. A. d. C. (2009) Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise envoltória de dados. *Pesquisa Operacional*, 29 (1):23-42.
- Gomes, E. G., Souza, G. S., Lima, S. M. V. , Fonseca, C. E. L. (2007) Alocação de bolsas de iniciação científica às unidades da Embrapa com modelos de Análise Envoltória de Dados com Ganhos de Soma Zero. *Engevista*, 9 (1):14-21.
- Gomes, I. (2004) Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 5 (1):1-17.
- Gomez, A. A., Swete, K. D. E., Syers, J. K. , Coughlan, K. J. (1996) Measuring Sustainability of Agricultural Systems at the Farm Level. In: Doran, J. W. , Jones, A. J. (eds). *Methods for Assessing Soil Quality*. Madison, Wisconsin, p.401-410.
- Grewal, S. S., Juneja, M. L., Singh, K. , Singh, S. (1994) A comparison of two agroforestry systems for soil, water and nutrient conservation on degraded land. *Soil Technology*, 7 (2):145-153.
- Hair, J., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. , Tatham, R. L. (2009) *Análise Multivariada de Dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman. 593p.
- Henkel, K. , Amaral, I. G. (2008) Análise agrossocial da percepção de agricultores familiares sobre sistemas agroflorestais no nordeste do estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas*, 3 (3):311-327.
- Jollands, N., Lermitt, J. , Patterson, M. (2004) Aggregate eco-efficiency indices for New Zealand--a principal components analysis. *Journal of Environmental Management*, 73 (4):293-305.
- Jonson, R. A. , Wichern, D. W. (2007) *Applied multivariate statistical analysis*. 6. ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall. 773p.
- Kamiya, D. d. S. (2005) *Análise emergética on-line para diagnóstico de sistemas agrícolas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Campinas, Unicamp (Faculdade de Engenharia de Alimentos), 164p.

- Kopp, M. M. , De Souza, V. Q. , Coimbra, J. L. M , Luz, V. K. , Marini, N., Oliveira, A. C. (2007) Melhoria da correlação cofenética pela exclusão de unidades experimentais na construção de dendogramas. *Rev. Fac. Zoo. Vet. e Agr.* 14 (2):46-53.
- Lanzotti, C. R. (2000) *Uma análise emergética de tendências do setor sucroalcooleiro*. Dissertação (Mestrado) – Campinas - SP, Universidade Estadual de Campinas (Faculdade de Engenharia Mecânica), 106p.
- Lanzotti, C. R. , Ortega, E. (1998) Evolução da metodologia do balanço de emergia. Estudo de caso: produção de milho In: Ortega, E., Safonov, P. ,Comar, V. (eds). *Engenharia Ecológica e Planejamento Regional, introdução à metodologia emergética usando estudos de caso brasileiros*. São Paulo: versão online. <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>.
- Lawn, P. (2006) (Ed.) *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics*. Cheltenham, UK: Edward Elgar. 467p.
- LeClézio, P. (2009) *Les indicateurs du développement durable et l’empreinte écologique*. 1. ed. Paris: Conseil Économique, Social et Environmental. 144p.
- Lefroy, E. , Rydberg, T. (2003) Emergy evaluation of three cropping systems in southweterm Austrália. *Ecological Modelling*, 161:195-211.
- Lopes, S. B. (2001) *Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: uma proposta metodológica*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Porto Alegre - RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 184p.
- Lopes, S. B. , Almeida, J. (2002) Arranjos institucionais e a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais: a importância das formas de organização. *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília*, 19 (3):377-406.
- Lopes, S. B. , Almeida, J. (2003) Methodology for comparative analysis of sustainability in agroforestry systems. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 41 (1):183-208.
- López-Ridaura, S., Maser, O. , Astier, M. (2002) Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological Indicators*, 2 (1):135-148.
- Lundgren, B. O. (1982). The use of agroforestry to improve the productivity of converted tropical land. Nairobi, ICRAF: 37-49.
- MacDicken, K. G. , Lantican, C. B. (1990) Resource development for professional education and training in agroforestry. *Agroforestry Systems*, 12 (1):57-69.
- MacDicken, K. G. , Vergara, N. T. (1990) *Agroforestry: classification and management*. New York: John Wiley & Sons. 382p.

- Marconi, M. A. , Lakatos, E. M. (1996) *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. 3. ed. São Paulo: Atlas. 231p.
- Martins Neto, F. L. (2009) *Caracterização e avaliação da sustentabilidade da cafeicultura na Chapada Diamantina - BA*. Dissertação (Mestrado). Vitória da Conquista, BA., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 189p.
- Marzall, K. , Almeida, J. (2000) Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília*, 17 (1):41-59.
- Masera, O., Astier, M. , López-Ridaura, S. (2000) *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. México: Mundi Prensa. 109p.
- Matos Filho, A. M. (2004) *Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da região de Florianópolis - SC, Brasil*. (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 171p.
- McGrath, D. A., Comerford, N. B. , Duryea, M. L. (2000) Litter dynamics and monthly fluctuations in soil phosphorus availability in an Amazonian agroforest. *Forest Ecology and Management*, 131 (1-3):167-181.
- McNeely, J. A. , Schroth, G. (2006) Agroforestry and biodiversity conservation - traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. *Biodiversity and Conservation*, 15 (2):549-554.
- Mello, J. C. C. B. S., Meza, L. A., Gomes, E. G. , Biondi Neto, L. (2005) Curso de Análise envoltória de dados. *Anais do XXXVII Simpósio brasileiro de pesquisa operacional: Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável*, Gramado, RS., p.2520-2547.
- Mendes, F. A. T. (2003) Avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades cacaeiras selecionadas no município de Tomé-Açú, no Estado do Pará. *Informe Gepec, Toledo*, 7 (1):118-144.
- Moço, M. K. S., Rodrigues, E. F. G., Rodrigues, A. C. G., Machado, R. C. R. , Baligar, V. C. (2009) Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. *Agroforestry Systems*, 76 (1):127-138.
- Moran, D. D., Wackernagel, M., Kitzes, J. A., Goldfinger, S. H. , Boutaud, A. (2008) Measuring sustainable development: Nation by Nation. *Ecological Economics*, 64 (3):470-474.
- Morse, S., Mc.Namara, N., Acholo, M. , Okwoli, B. (2001) Sustainability indicators: the problem of integration. *Sustainable Development*, 9:1-15.

- Moura, L. G. V. (2002) *Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo-RS*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Porto Alegre, Universidade Rural do Rio Grande do Sul (Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural), 230p.
- Mutuo, P. K., Cadisch, G., Albrecht, A., Palm, C. A. , Verchot, L. (2005) Potential of agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soils in the tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 71 (1):43-54.
- Nair, P. K. R. (1993) *An introduction to agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Academic. 499p.
- Nolasco, F. (1999) *Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas: um método fitotécnico*. Tese (Doutorado) – Viçosa - MG., Universidade Federal de Viçosa, 243p.
- Odum, E. P. , Barrett, G. W. (2007) *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Cengage Learning. 612p.
- Oliveira, G. G. d., Matos, E. N. d. , Santos, A. P. d. (2006) Viabilidade econômica de sistemas agroflorestais orgânicos no baixo sul da Bahia - o caso do Projeto Onça. *Anais do XLIV CONGRESSO DA SOBER - "Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento"*, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, p.178.
- Oliveira, I. R. (2008) *Utilização de análise envoltória de dados (DEA), no diagnóstico da eficiência de cultivo do camarão marinho Litopenaeus vannamei (Boone, 1931)*. Dissertação (Mestrado) – Recife - PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 51p.
- Ortega, E. (1998) Análise emergética: uma ferramenta para quantificar a sustentabilidade dos agro-ecossistemas In: Ortega, E., Safonov, P. , Comar, V. (eds). *Engenharia Ecológica e Planejamento Regional, introdução à metodologia emergética usando estudos de caso brasileiros*. São Paulo: UNICAMP. versão online. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>>. Acesso em 21 de agosto de 2012.
- Ortega, E. (1999) Emergia: uma medida do trabalho envolvido na produção dos ecossistemas. *Workshop NIPE-FEM*. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/nipe99/index.htm>>. Acessado em: 21 de agosto de 2012.
- Passos, A. T. B. , Sousa, M. C. (2005) Indicadores de sustentabilidade em assentamentos rurais no Rio Grande do Norte. *Anais do XLIII CONGRESSO DA SOBER: Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial*, Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, p.1-20.

- Passos, H. D. B. (2008) *Indicadores de sustentabilidade: uma discussão teórico-metodológica aplicada a sistemas agroflorestais no Sul da Bahia*. (Mestrado) - Ilheus, Universidade Estadual de Santa Cruz, 241p.
- Petter, R. L. (2002) *As múltiplas expressões da sustentabilidade: a realidade regional do corede da produção no Estado do Rio Grande do Sul*. Dissertação (Mestrado) - Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Faculdade de Ciências Econômicas), 160p.
- PNUD/ONU (1998). Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Edição em CD-ROM. Brasília.
- Queiroz, L. R., Coelho, F. C., Barroso, D. G. , Queiroz, V. A. V. (2007) Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aléias, em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Árvore*, 31 (3):383-390.
- Rabelo, L. S. , Lima, P. V. P. S. (2007) Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrônica do Prodema*, 1 (1):55-76.
- Regazzi, A. J. (2010) *Curso de análise multivariada aplicada*. 1. ed. Viçosa, MG: UFV. 365p.
- Rennings, K. , Wiggering, H. (1997) Steps towards indicators of sustainable development: Linking economic and ecological concepts. *Ecological Economics*, 20 (1):25-36.
- Rezende, M., Lani, J. L. , Ceerqueira, A. F. (1993) *Bacia do rio Itapemirim: Aspectos Ecológicos*. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos-DF / EMBRAPA / UFV. v.1, 46p.
- Ribas, R. P., Severo, C. M. , Miguel, L. A. (2007) Agricultura familiar, extrativismo e sustentabilidade: o caso dos "samambaieiros" do litoral norte do Rio Grande do Sul. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 45 (1):205-226.
- Rigby, D., Woodhouse, P., Young, T. , Burton, M. (2001) Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics*, 39 (3):463-478.
- Rodigheri, H. R. (1997) *Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas de feijão, milho, soja e trigo*. Colombo-PR, EMBRAPA-CNPQ, p.36.
- Rohlf, F. J. (1970) Adaptive hierarchical clustering schemes. *Syst. Zool.*, 19 (1):58-82.
- Rudd, M. (2004) An institutional framework for designing and monitoring ecosystem-based fisheries management policy experiments. *Ecological Economics*, 48:109-124.

- Ruf, F. O. (2011) The Myth of Complex Cocoa Agroforests: The Case of Ghana *Human Ecology*, 39 (3):373-388.
- Sachs, I. (2000) *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond. 92p.
- Santos, A. J., Leal, A. C., Graça, L. R. , Carmo, A. P. C. (2000) Viabilidade econômica do sistema agroflorestal Grevilea x café na região norte do Paraná. *Cerne*, 6 (1):89-100.
- Santos, M. J. C. (2000) *Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia ocidental*. Dissertação (Mestrado) - Piracicaba, ESALQ-USP, 75p.
- Santos, M. J. C. (2004) *Viabilidade econômica em sistemas agroflorestais nos ecossistemas de terra firme e várzea no Estado do Amazonas: um estudo de caso*. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Piracicaba, Universidade de São Paulo (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"), 157p.
- Santos, M. J. C. d. (2000) *Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – São Paulo, Universidade de São Paulo, 88p.
- Sarcinelli, O., Reydon, B. P. O. , Ortega, E. (2004) Análise da sustentabilidade econômica e ecológica da cafeicultura para pequenas propriedades. *Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER)*, p.1-19.
- SEAG, E. S. E. (2008) *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura : novo PEDEAG 2007-2025*. Vitória: Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca., 284p.
- Sepúlveda, S. (2005) *Desenvolvimento sustentável microregional. Métodos para o planejamento local*. Brasília, DF: Instituto Americano de Cooperação para a Agricultura - IICA. 292p.
- Sepúlveda, S. (2008) *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en territorios rurales*. San José, Costa Rica: Instituto Americano de Cooperação para a Agricultura - IICA / Dirección de Desarrollo Rural Sostenible. 120p.
- Severo, C. M. , Miguel, P. A. (2006) A sustentabilidade dos sistemas de produção de bovinocultura de corte do Estado do Rio Grande do Sul. *Redes. REDES*, 11 (3):213–234.
- Severo, C. M., Rubas, R. P. , Miguel, L. d. A. (2004) Agricultura familiar, extrativismo e sustentabilidade: o caso dos “samambaieiros” do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. *Anais do IX Encontro Nacional de Economia Política*, Uberlândia: SEP, p.1-23.
- Silva, M. G., Cândico, G. A. , Martins, M. F. (2009) Método de construção do Índice de desenvolvimento local sustentável: uma proposta metodológica e

- aplicada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*, 11 (1):55-72.
- Silva, N. L. S. , Silva, O. H. (2010) Escalas de medidas de variáveis para diagnósticos da sustentabilidade de sistema de produção agropecuários *Scientia Agraria Paranaensis*, 9 (2):71 - 84.
- Smith, N., Dubois, J., Current, D. C. , Clement, C. (1998) *Experiências agroflorestais na Amazônia Brasileira: restrições e oportunidades*. Brasília: Banco Mundial. 120p.
- Smyth, A. J. , Dumanski, J. (1993) *FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. A discussion paper*. 1. ed. Rome, Italy: World Soil Resources Rep. 74p.
- Sokal, R. R.; Rohlf, F. J. (1960) The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, Berlin, 11 (1):30-40.
- Soto-Pinto, L., Anzueto, M., Mendoza, J., Ferrer, G. , de Jong, B. (2010) Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry System*, 78 (1):39-51.
- Souza, M. (2006) *Análise emergética do assentamento Fazenda Ipanema: reforma Agrária e desenvolvimento sustentável*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Campinas, Unicamp (Faculdade de Engenharia de Alimentos), 135p.
- Sparovek, G. (2003) *A Qualidade dos Assentamentos da Reforma Agrária Brasileira*. São Paulo-SP: Páginas & Letras. 204p.
- Swinkels, R. A. , Sherr, S. J. (1991) *Economic analysis of agroforestry technologies: an annotated bibliography*. Nairobi: ICRAF. 215p.
- Teixeira, G. G., Carvalho, R. V. , Costa, J. A. V. (2007) Análise econômica e emergética num sistema integrado de produção de arroz irrigado em transição para cultivo orgânico. *R. Bras. Agrociência, Pelotas*, 13 (3):319-324.
- Toresan, L. (1988) *Sustentabilidade e desempenho produtivo na agricultura: uma abordagem multidimensional aplicada a empresas agrícolas*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 133p.
- Valentin, J. L. (2000) *Ecologia Numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Interciência, Rio de Janeiro. 117p.
- Veiga, J. E. (2010) Indicadores de sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 24 (68):39-52.
- Vélez, L. , Gastó, J. (1999) Metodología y determinación de los estilos de agricultura a nivel predial. *Ciencia e Investigación Agraria*, 26 (2):77-99.

- Verdejo, M. E. (2006) *Diagnóstico rural participativo: guia prático DRP*. Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar. 62p.
- Verona, L. A. F. (2008) *Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul*. Tese (Doutorado) - Pelotas, RS., Universidade Federal de Pelotas, 193p.
- Vieira, M. S. C. (2005) *Aplicação do método IDEA como recurso didático-pedagógico para avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas no município de Rio Pomba - MG*. Dissertação (Mestrado) - Seropédica, RJ., Universidade Rural do Rio de Janeiro (Instituto de Agronomia), 94p.
- WDEC (1991) *Nosso Futuro Comum*. 2. ed. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, p.430.
- Woodhours, P., Howlett, D. , Rigby, D. (2000) *A Framework for research on sustainability indicators for agriculture and rural livelihoods Manchestered*. Manchester: IDPM, University of Manchester. 39p.
- WWF (2000) *Construindo comunidades sustentáveis. A rede para o desenvolvimento local*. Lisboa: WWF. 32p.
- Zampieri, S. L. (2003) *Método para seleção de indicadores de sustentabilidade e avaliação de sistemas agrícolas do estado de Santa Catarina*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 227p.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Questionário 1 - Sustentabilidade em Sistemas Agroflorestais

Indicadores de sustentabilidade na dimensão econômica

1 – Produtividade da terra (atividades em produção) – (Pter)

cultura	Ud	Quant.	VU	VT	Unid. referência	Produt.	Produt. regional	Pter
					Ex. ha; t, l; kg...			

2 – Produtividade do SAF (PSaf) = receita agrícola bruta da UP/total de despesas agrícolas.

3 – Nível de Reprodução Social (NRS)

Despesas

	Despesas de custeio	Valor (0,00)		Despesas fixas	Valor (0,00)
1	Mao de obra externa		1	Arrendamentos	
2	Adubação e calagem		2	Incra	
3	Sementes e mudas		3	Outros impostos	
4	Medicamento animal		4	Equipamentos	
5	Ração e alimentação animal		5	Outros	
6	Água, luz, telefone			Total	
7	Outros				
	Total				

Receitas não agrícolas

Receitas	Valor (0,00)	Cálculo da UTHf

1	Arrendamentos a terceiros		Idade (anos)	Nº pessoas
2	Venda de mão de obra		7 a 13	
3	Outro comércio		14 a 17	
4	Aposentadoria e benefício		18 a 59	
5	Manufaturados		Acima de 60	
6	Outras		Mao de obra externa	
	Total		Familiares não atuantes na UP	
			Total MO familiar na UP	
			Total de UTHf na up	

Receitas agrícolas

Tipo de atividade	Ativid	Ud.	Peso/ unid (kg)	Convencional		Agroflorestal	
				Q/ ano	Val.un.	Q./ ano	Val.un
Culturas perenes							
Culturas anuais							
Agroindústria							
Cultivos florestais							
Animais grande porte							
Animais pequeno porte							

4 – índice de diversificação da produção (IDP)

IDP = $1/\sum Fx^2$ Onde Fx= % de cada produto em relação à renda total.

5 – Renda líquida total (Custo/Prod) = (Total de despesas x 100) / receita bruta.

6 e 7 – Numero de espécies manejadas:

Espécies vegetais (EVman)	Opções	Pontos	Espécies animais (EAman)	Opções	Pontos
	Abaixo de 3	0		Abaixo de 2	0
	Entre 3 e 6	1		Entre 2 e 5	1
	Entre 7 e 10	2		Acima de 5	2
	Acima				
Acima de 10	3				

8 – Autonomia estrutural (AEst):

1	Área total da propriedade (ha)	
2	Área com sistemas agroflorestais (ha)	
	Área própria da família	
	AEst (%)	

9 – Autonomia produtiva (Apr) = (Renda do saf em relação à renda total da propriedade)

10 – Autonomia de mão-de-obra (AMO) = MO familiar / MO externa

11 – Forma de destinação dos produtos da UP (DPr)

Forma de destinação	pontos
Toda venda a intermediários	0
Venda a intermediários ou individual e grupos organizados	1
Venda direta individual	2
Venda direta individual + grupos organizados	3

Venda direta participando de grupos organizados	4
---	---

12 – possui poupança ou investimentos financeiros?

Resposta	pontos
Sim	1
Não	0

13 – Possui poupança verde - (plantios florestais) (PV)?

Resposta	pontos
Sim (planejada)	2
Sim (não planejada)	1
Não	0

14 – Possui previdência privada ou planos similares (PPr)?

Resposta	pontos
Sim	1
Não	0

15 – Risco de seca (RSec)

Resposta	pontos
Não possui	2
Ocasional	1
Sempre	0

16 – Risco de cheias (inundação) (RCh)

Resposta	pontos
Não possui	2
Ocasional	1
Sempre	0

Indicadores de sustentabilidade na dimensão social

17 – Produtividade do trabalho (PTR) = % familiares dependentes da UP em relação à força de trabalho familiar.

18 – Acesso a bens de consumo (Acons) – 1 para cada bem:

	Bens	Q		Bens	Q
1	Fogão a gás		7	Micro-ondas	
2	Geladeira		8	Antena parabólica	
3	Freezer		9	Computador	
4	Liquidificador/batedeira		10	Veículo de passeio	
5	Televisão		11	Veículo utilitário	
6	Radio e aparelho de som		12	motocicleta	

19 – Acesso a serviços (Aser) – 1 para cada serviço:

	Bens	Q		Bens	Q
1	Telefone fixo		5	Assistência médica	
2	Telefone celular		6	Assistência odontológica	
3	Energia elétrica		7	Transporte público	
4	Plano de saúde		8	Água tratada	

20 – Acesso à educação formal pelos membros da família (Educ):

Resposta	pontos
Escola local (na comunidade)	3
Escola fora da comunidade com transporte	2
Escola fora da comunidade sem transporte	1
Não tem acesso à escola	0

21 – Domínio das informações sobre o SAF (Dinf):

Resposta	pontos
Toda a família	2
Alguns da família	1

Somente o proprietário	0
------------------------	---

22 – Acesso à assistência técnica pública (ATP):

Resposta	pontos
Sistemática e específica para SAFs (ou afins)	4
Eventual específica para SAFs (ou afins)	3
Sistemática não específica	2
Eventual não específica	1
inexistente	0

23 – Escoamento da produção (EP): Apresenta problemas com escoamento da produção?

Resposta	pontos
Não apresenta	2
Apresenta eventualmente	1
Apresenta com frequência	0

24 – Acesso a sistemas de saúde (ASau):

Resposta	pontos
Acesso frequente e local	3
Acesso frequente mas distante	2
Acesso eventual e sistemático	1
Acesso raro	0

25 – Estado geral de saúde das pessoas na UP (ESau):

Resposta	pontos
Adoecem raramente	3
Apresentam doenças leves, mas frequentes	2
Doenças graves advindas do tipo de trabalho	1
Pessoas inválidas associadas a atividades agrícolas	0

26 - Visão de suficiência da terra (TS): A terra que possui é suficiente para suas atividades agrícolas?

Resposta	pontos
Sim	2
Parcialmente	1
Não	0

27 – Desejo de permanência na atividade (DP): pretende continuar na atividade pelos próximos 10 anos?

Resposta	pontos
Certamente	3
Provavelmente	2
Difícilmente	1
não	0

28 – capitalização da UP nos últimos anos de manejo do SAF (k):

Resposta	pontos
Aumentou	2
Ficou igual (inalterado)	1
Diminuiu	0

29 – perfil da participação institucional (Perf): qual o perfil dos grupos que participa?

Resposta	pontos
Grupos com ações socioambientais efetivas	3
Grupos com ações socioambientais ocasionais	2
Grupos sem ações socioambientais	1
Não participa de grupos	0

30 – Participação em cooperativas (Co):

Resposta	pontos
Associado com participação efetiva	2

Associado sem participação efetiva	1
Não associado	0

31 – Participação em sindicatos (Si):

Resposta	pontos
Sindicalizado com participação efetiva	2
Sindicalizado sem participação efetiva	1
Não sindicalizado	0

32 – Participação em mutirões (Mut):

Resposta	pontos
Sempre participa	3
Participa eventualmente	2
Já participou de pelo menos 1	1
Nunca participou	0

33 – Possui propriedade da terra em que trabalha? (Terra):

Resposta	pontos
Sim	1
Não	0

34 – Frequência de utilização dos produtos da UP:

Resposta	pontos
Utilizam sempre	2
Utilizam eventualmente	1
Não utilizam (toda produção comercializada)	0

35 – Participação em cursos de capacitação (Cur):

Resposta	pontos
Sempre participa	3
Participa eventualmente	2

Já participou de pelo menos 1	1
Nunca participou	0

36 – Escolaridade do agricultor (EA):

Resposta	pontos
Técnico / superior	5
Médio completo	4
Médio incompleto	3
Básico completo	2
Básico incompleto	1
nenhum	0

37 – Nível de formação das demais pessoas da família (EDP):

Resposta	pontos
Todos são alfabetizados	2
Somente os filhos são alfabetizados	1
Proprietário e demais pessoas não alfabetizadas	0

Indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental

38 – Produtividade ambiental (PAmb): % de biomassa (t) do SAF em relação ao total de biomassa da UP.

39 – Eficiência da terra (DTer): Superfície agrária útil em relação à superfície total da UP.

40 - Sistemas alternativos (SAF): Total de área com sistemas alternativos em relação à área total da UP.

41 – Uso racional de insumos (Ins)

Uso de EPI (equipamento de proteção individual):

Resposta	pontos
Usa sempre e corretamente	3
Usa eventualmente	2
Somente para alguns produtos	1
Não usa	0

Uso de adubação química (convencional):

Resposta	pontos
Não usa	3
Conjuga com técnicas alternativas	2
Exclusivamente e eventual	1
Exclusivamente e sistemática	0

Uso de defensivos químicos:

Resposta	pontos
Não usa	3
Conjuga com técnicas alternativas	2
Exclusivamente e eventual	1
Exclusivamente e sistemática	0

42 – Uso do fogo (Fo):

Resposta	pontos
Não usa	2
Raramente, mas controlado	1
Sempre usa	0

43 – Destinação de embalagens (adubo e defensivos) (DE):

Resposta	pontos
Sempre destina adequadamente	2
Destina adequadamente em algumas situações	1
Não destina adequadamente	0

44 – APP e reserva legal (APP): situação da cobertura florestal da UP:

Resposta	pontos
Adequada ou área averbada para implantação	3
Adequada não averbada	2
Não adequada	1
Não possui cobertura vegetal	0

45 – conexão entre os fragmentos florestais (corredores ecológicos) (CEco):

Resposta	pontos
Sim	1
Não	0

46 – Situação da área em relação à erosão de solos (ES):

Resposta	pontos
Ocorrência insignificante	2
Presença de pontos isolados	1
Ocorrência generalizada	0

47 – utilização de matéria orgânica na UP (MO):

Resposta	pontos
Utiliza sempre	2
Utiliza eventualmente	1
Não utiliza	0

48 – Capacidade de uso do solo (CUso)

A - Utilização de aração em áreas de cultivo:

Resposta	pontos
Não utiliza aração	2
Aração somente em áreas com aclive abaixo de 30°	1
Aração incluindo áreas com aclive abaixo de 30°	0

B - Adoção de práticas conservacionistas (1 para cada prática):

	Bens	Q		Bens	Q
1	Cobertura morta		6	Caixas secas	
2	Adubação verde		7	Faixas e cordão de contorno	
3	Plantio consorciado		8	Substituição de capina por roçada	
4	Rotação de culturas		9	Controle integrado de pragas	
5	Plantio em nível		10	Adubação baseada em análise de solo	

49 – Disponibilidade hídrica (DHid) – situação da água existente na propriedade:

Resposta	pontos
Atende satisfatoriamente família e produção	3
Atende, mas com deficiências	2
Atende insatisfatoriamente	1
Não possui água na UP	0

50 – nível de exposição da água a poluentes (Pol):

Resposta	pontos
Não há exposição	2
Há pontos isolados de exposição	1
Exposição crítica (na maioria das atividades)	0

51 – Autonomia energética (EExt) – dependência de fontes externas de matéria orgânica:

Resposta	pontos
Não utiliza matéria orgânica externa	2
Utiliza matéria orgânica externa eventualmente	1

Sempre utiliza matéria orgânica externa	0
---	---

52 – Presença de fontes alternativas de energia na UP (FAE) (ex. energia solar, geradores, eólica, etc.):

Resposta	pontos
Sim	1
Não	0

53 e 54 – Diversidade de espécies vegetais e animais no SAF:

Espécies vegetais (Div.Veg)	Opções	Pontos	Espécies animais (Div.An)	Opções	Pontos
	Abaixo de 3	0		Presença insignificante	0
	Entre 3 e 6	1		Presença ocasional	1
	Entre 7 e 10	2		Presença constante	2
	Acima				
	Acima de 10	3			

55 – Destinação de lixo (Lix):

Resposta	pontos
Todo lixo aterrado ou coletado	2
Lixo parcialmente aterrado ou coletado	1
Nenhum lixo aterrado (é queimado ou abandonado)	0

56 – Tratamento primário de esgoto (Esg) – realiza pelo menos tratamento primário do esgoto (fossa)?

Resposta	pontos
Sim	1
Não	0

APENDICE B. Questionário 2: Efeito multiplicador dos SAFs

1 – O Sr.(a) sabe o que é um Sistema Agroflorestal?

Respostas
Sim
Já ouvi falar
Não

2 – O Sr. (a) possui conhecimento sobre experiências com SAFs na comunidade?

Respostas
Sim
Parcialmente
Não

3 - O Sr. (a) possui conhecimento sobre SAFs em comunidades próximas:

Respostas
Sim
Parcialmente
Não

4 - Utiliza alguma prática sustentável (alternativa, diversificação, produção orgânica, etc.)?

Respostas
Sempre
Ocasionalmente
Não

4.1 – caso afirmativo, quais?

Diversificação agrícola	Manejo integrado de
-------------------------	---------------------

	pragas e doenças
Cultivos consorciados	Controle de erosão
Adubação orgânica	

Outras (quais?)

5 - O SAF em questão (vizinho) motivou a introdução de alguma prática alternativa na propriedade?

Resposta
Sim
Não

6 - Já participou de algum curso, palestra ou evento de agrossilvicultura?

Resposta
Sempre participa
Participa eventualmente
Já participou de pelo menos 1
Nunca participou

7 - O Sr(a) participa de algum grupo (associações, sindicatos, ONGs, outros)?Produtividade da terra (atividades em produção)

Respostas
Participa com frequência
Participa ocasionalmente
Não participa

Tipo de grupo:

APÊNDICE C. Autovetores da matriz de correlação para Análise de Componentes Principais.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10	CP11	CP12	CP13	CP14	CP15	CP16	CP17	CP18	CP19
Tprop	-0,1352	0,3752	0,0089	0,0617	-0,1748	0,2449	0,1678	0,0240	0,0311	-0,0462	-0,1017	-0,2845	0,0269	0,0199	0,1424	0,3174	-0,0360	0,0153	-0,0972
Tsaf	-0,1638	0,3159	-0,0643	0,1904	-0,2098	0,2447	0,1172	0,0142	-0,0713	-0,1393	-0,1149	-0,2849	-0,0976	0,0808	0,2392	-0,1722	0,0737	-0,2221	-0,1042
evman	-0,2355	0,0224	0,1314	0,4079	-0,0205	-0,0325	-0,0155	0,2640	-0,1376	0,0354	0,1855	0,3797	0,1516	-0,0600	0,1621	0,3330	-0,1062	0,0308	-0,0725
eaman	-0,3848	-0,0350	0,1140	0,0379	-0,1347	0,1250	0,0162	-0,0949	0,1601	-0,0079	-0,4470	0,0806	0,2516	-0,0299	-0,0069	0,1861	0,0549	0,0632	0,0155
DVeg	-0,2607	-0,1282	0,0590	0,2629	0,2151	-0,0092	0,1030	0,0758	0,0193	-0,5045	0,1962	-0,0477	0,3098	0,0495	-0,2345	-0,0276	-0,1021	-0,0454	-0,0206
dpr	-0,1477	-0,3026	-0,0005	0,1754	0,0608	-0,0314	0,3904	0,1963	-0,1427	0,2353	-0,1751	-0,2112	0,0455	0,2217	0,0689	-0,2845	0,1371	0,4117	0,0277
pou	0,1436	-0,0073	-0,1652	0,3749	-0,1025	0,3110	-0,1553	-0,0834	0,3543	0,1644	-0,0005	0,0503	0,0399	-0,2460	-0,1018	-0,1518	0,2694	0,3374	0,1681
ppr	-0,0842	-0,0064	0,2753	0,0491	-0,2385	-0,3415	0,0450	0,0868	0,3035	-0,1549	-0,3403	0,2321	-0,4338	-0,2794	-0,0816	0,0244	-0,0209	0,0601	-0,1197
Pv	-0,1265	0,2535	0,2662	-0,0100	-0,2142	0,0442	-0,1475	0,0374	-0,3086	0,0741	0,3684	-0,1007	-0,0519	-0,3638	-0,1613	-0,1742	0,3179	-0,0628	-0,0110
dinf	-0,0922	-0,1234	-0,1783	0,2061	-0,4421	-0,2101	-0,1047	-0,0492	-0,2117	-0,0025	0,1047	-0,1564	-0,1171	0,0623	-0,2009	-0,2109	-0,4786	0,1439	-0,2218
atp	0,0167	-0,0168	0,2818	0,2509	-0,1528	-0,1196	-0,3570	-0,3388	-0,1222	0,1156	-0,0669	0,1123	0,0912	0,5581	-0,1597	0,0895	0,2812	-0,0910	0,0341
epr	-0,2016	0,3141	-0,0729	0,0051	0,0420	-0,3101	-0,0707	-0,1587	0,0578	0,2650	-0,2257	-0,1595	0,1838	-0,0964	-0,2154	-0,1717	-0,2337	-0,0734	0,2097
ts	-0,1126	0,2833	-0,1763	0,1324	0,2600	-0,1715	-0,1802	-0,2039	-0,1036	-0,3156	0,0603	0,0125	-0,2082	-0,0088	0,1350	-0,0265	0,1831	0,5307	-0,0762
k	-0,0207	0,0255	-0,3144	0,1309	-0,2235	-0,3878	0,3567	0,1152	-0,0241	-0,0987	0,1473	0,0851	-0,1091	0,0432	-0,0058	0,1266	0,3120	-0,1849	0,5028
perf	0,2438	0,1968	0,2503	0,0270	-0,1606	0,0556	0,2135	0,0550	-0,2297	0,0803	-0,0585	0,4458	0,0855	0,0717	0,3262	-0,3326	-0,1261	0,0986	-0,0125
co	0,3479	-0,0602	0,1915	0,1013	-0,0853	-0,1384	0,1021	-0,1493	0,1834	-0,3718	-0,0437	-0,2366	-0,0667	0,1833	0,1344	-0,0632	0,1344	-0,0859	-0,1824
Sin	0,4118	-0,0279	0,0125	0,0946	-0,0321	-0,0969	-0,0882	0,0092	-0,1860	-0,1882	-0,1228	-0,1065	0,3103	-0,3068	0,0140	0,2133	-0,1319	0,1935	0,0117
Mut	0,3609	0,0076	0,0089	0,2945	-0,1295	0,1396	0,1415	-0,1257	-0,1651	0,0069	-0,1393	-0,1125	0,0191	-0,1019	-0,1641	0,1833	-0,1557	-0,0513	0,2825
terra	0,0605	0,1325	-0,2803	0,2418	0,2439	0,0899	-0,2776	0,2299	-0,1002	-0,1988	-0,3494	0,2167	-0,0512	0,0294	-0,0020	-0,3447	-0,0462	-0,3309	0,0805
cur	-0,0867	-0,2968	0,2682	0,1253	0,1684	-0,1743	0,0043	-0,0799	-0,2008	0,0222	-0,1650	-0,2149	0,1329	-0,3941	0,1613	-0,1872	0,2355	-0,2301	-0,0415
ea	-0,0629	-0,0019	0,4114	-0,1892	-0,0171	0,1849	-0,1907	0,3209	-0,0953	-0,2534	-0,0717	-0,1578	-0,1843	0,1399	-0,1254	-0,0507	-0,1272	0,2165	0,5459
app	0,0004	0,3361	0,1190	-0,1063	0,2526	-0,2596	0,1774	-0,2805	-0,1250	0,0149	-0,0592	0,0131	0,1245	0,0115	0,1118	0,0271	-0,0945	0,1302	0,1654
ceco	0,1088	0,0870	0,1090	0,2719	0,4071	0,0174	0,1103	0,1519	-0,1899	0,2865	-0,1039	-0,1163	-0,4426	0,0416	-0,2552	0,2680	-0,0032	-0,0537	-0,1818
es	-0,0167	0,0695	0,2924	0,2805	0,1917	0,0904	0,2069	-0,2373	0,4102	0,0595	0,3299	0,0166	-0,0864	-0,0216	-0,0001	-0,2138	-0,2819	-0,1055	0,1388
eext	-0,1872	-0,3227	-0,0761	0,0888	0,0099	0,0913	-0,2052	-0,3332	-0,1485	0,0315	0,0275	-0,0495	-0,3165	-0,0928	0,5045	0,1385	-0,2054	-0,0692	0,2767
esg	0,1127	0,1093	0,0706	0,1433	0,0098	-0,3236	-0,3430	0,4366	0,3029	0,2160	0,1078	-0,3013	0,1422	0,0979	0,3705	0,0453	-0,0461	0,0023	0,0386

APÊNDICE 4. Escores dos quatro primeiros Componentes Principais (CP) para todos os sistemas agroflorestais (SAFs) avaliados na Região do Caparaó / ES.

SAF	grupo	CP1	CP2	CP3	CP4
Saf4	1	-0,41198	2,63187	-1,18962	1,12549
Saf6	1	0,22176	0,73074	-0,67165	0,09492
Saf13	1	0,61794	1,46130	-0,14758	-0,83386
Saf17	1	0,79837	1,12339	-0,37519	-0,18220
Saf16	2	0,38599	0,91061	0,78578	-2,97158
Saf14	3	1,63153	-1,61647	-1,96917	-0,71859
Saf15	3	0,95166	-1,06359	-1,36721	-0,46682
Saf2	4	1,14372	-0,46532	1,14888	0,84616
Saf3	4	0,56143	-0,07166	0,82211	1,55694
Saf5	4	1,54531	0,34382	0,64487	1,05361
Saf18	4	0,02700	-0,27036	-0,20884	1,03846
Saf19	4	0,68809	-1,02807	0,92641	-0,03207
Saf1	5	-0,61968	0,47264	0,45683	0,11413
Saf7	5	-1,21459	-0,09680	0,50833	-0,61988
Saf8	5	-1,18759	-0,61991	-1,08075	0,57372
Saf9	5	-1,66166	-0,58992	-0,90951	0,38503
Saf10	5	-1,42754	-0,35255	-0,78777	-0,76451
Saf11	5	-0,66060	-0,17652	1,24465	0,24810
Saf12	5	-0,48248	-0,43500	1,47718	-0,71392
Saf20	5	-0,90667	-0,88820	0,69223	0,26687