

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL EM GESTÃO
E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA

JANCY RÔMULO ASCHAUER VARGAS

**POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO MODELO DE SUSTENTABILIDADE
PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS PROPOSTO POR
MACHADO JUNIOR (2019)**

VITÓRIA

2022

JANCY RÔMULO ASCHAUER VARGAS

**POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO MODELO DE SUSTENTABILIDADE
PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS PROPOSTO POR
MACHADO JUNIOR (2019)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Edmilson Costa Teixeira

Coorientador: José de Aquino Machado Júnior

Coorientador: Bruno Peterle Vaneli

VITÓRIA

2022

JANCY RÔMULO ASCHAUER VARGAS

**POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO MODELO DE SUSTENTABILIDADE
PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS PROPOSTO POR
MACHADO JUNIOR (2019)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Aprovado em ____ de abril de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Edmilson Costa Teixeira
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Orientador

MSc. Bruno Peterle Vaneli
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Coorientador

MSc. José de Aquino Machado Junior
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos
Hídricos - IEMA
Coorientador

Prof. Dr. Marcos Franklin Sossai
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Examinador Interno

Bióloga MSc. Anazélia Magda Tedesco
Examinadora Externa

Aos meus queridos filhos João e Maria Liz.
A minha esposa Alice por me entender e
gostar de mim em tantos momentos juntos.
Aos meus pais Lourdes e João Tarcizo,
incansáveis guerreiros pelo nosso bem.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA.

AGRADECIMENTOS

Sou grato à Deus Pai, Filho e Espírito Santo por todas as bênçãos durante todo esse período de adversidades, a qual muito me apeguei à fé para superar os obstáculos. E pela intercessão poderosa de Maria em suas diversas personificações que me trouxeram o alento necessário a cada etapa.

À minha família incrível por toda a paciência e auxílio comigo para que um sonho meu se tornasse um projeto nosso, e que o mérito fosse alcançável. Minha maravilhosa esposa Alice, por me entender e por cada segundo de colaboração, compreensão e dedicação; aos meus filhos João e Maria Liz por cada tempo que me absteve da atenção paternal; e aos meus pais João Tarcizo e Lourdes Mara que não medem esforço em serem presentes, solícitos e extraordinários exemplos.

Aos amigos e familiares que de alguma forma colaboraram nesse período.

Ao Incaper pelo horário especial de estudante e aos meus colegas de Instituto pela compreensão no trabalho. Agradecimento em especial ao Victor Rossi, pela compreensão humana, colaboração técnica com orientações e análises de solo.

Também à atenção de colegas de trabalho do regional, dos centros de pesquisa e do Consórcio Público Rio Guandu pela injeção de força e fôlego. Agradeço a atenção amiga de Ana Paula Alves Bissoli por cada ensinamento diário.

Aos meus orientadores, Bruno Peterle Vaneli por todo conhecimento acadêmico e horas de reflexões dispensadas; José de Aquino Machado Júnior pela disponibilidade sempre bem direcionada e olhar técnico fundamental para aplicação; e Edmilson Costa Teixeira por sempre dar a atenção precisa nos momentos que seu apoio fosse fundamental por meio de suas palavras assertivas.

À cada proprietário rural que compartilhei experiências ou me recebeu em sua propriedade dispendo de seu valioso tempo para contribuir com o desenvolvimento técnico e científico para melhoria do meio rural. Em especial aos senhores Itamar Pereira da Silva, José Roberto Guasti, Valdir Soares Veloso, Joselino Meneguetti.

À parceria institucional da CAPES, ANA, UFES E PROFÁGUA para criação do Mestrado em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, abrindo oportunidades para gestão das águas. Agradeço pelo apoio técnico e científico aportado até o momento.

“A vida é um rio
Estamos no mesmo barco
Remaremos juntos
Para onde vai esse rio
Ainda não sabemos
Mas, remaremos juntos
Ainda temos estrelas para alcançar
Sonhos para sonhar
Flores para regar
Mas, precisamos fazer isso juntos
E vamos fazer isso juntos
Oh, oh, oh, oh
Não seremos os mesmos jamais
Oh, oh, oh, oh
Se a gente falar menos e agir mais
Oh, oh, oh, oh
Não seremos os mesmos jamais
Oh, oh, oh, oh
Se a gente falar menos
E se a correnteza
Mudar nosso caminho
É só olhar pro céu
Não estamos sozinhos não.”

- Raffa Torres -

RESUMO

O manejo inadequado do solo e da água tem ocasionado uma histórica supressão da cobertura florestal nativa. O processo de restauração das florestas contribui para a melhoria na regulação de recursos hídricos e, conseqüentemente, para a sustentabilidade. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são uma das principais estratégias sugeridas na literatura para recuperação ambiental, uma vez que as características relacionadas à sua implantação levam a atender aspectos relevantes em diversas dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica, sociocultural, político-institucional, etc.). Nesse contexto, observa-se a carência de experimentação em SAFs em torno da concepção de modelos de avaliação de sustentabilidade. Sendo assim, foi selecionado um modelo teórico de sustentabilidade proposto por Machado Júnior (2019), que sistematizou um rol de indicadores de sustentabilidade para SAFs. Este modelo destaca-se por contemplar a análise de elementos significativos de operação e recursos-base endógenos e exógenos do sistema. O modelo trouxe significativa contribuição metodológica-conceitual, porém demandando aplicações experimentais que permitam avaliar seu potencial de aplicação de forma mais ampla. Nesse sentido, de forma geral, buscou-se com o presente trabalho examinar o potencial de aplicação do modelo, por meio de experimentação junto a alguns SAFs piloto. O modelo foi aplicado em três SAFs situados no estado do Espírito Santo – escolhidos após aplicação de critérios de seleção. Para a aplicação experimental propriamente dita, desenvolveu-se um protocolo de campo e realizou-se uma aplicação experimental preliminar em um quarto SAF, a fim de possibilitar ajuste no protocolo ora desenvolvido. A partir da experimentação do modelo proposto por Machado Junior (2019) nos SAFs selecionados, verificou-se que ele se mostrou sensível à variabilidade dos fatores ambientais, econômicos, socioculturais e político-institucionais característicos de cada SAF; e foi possível evidenciar quais de suas dimensões apresentam maior ou menor tendência à sustentabilidade. Com a experimentação também foi possível propor orientações para aperfeiçoamento e operacionalização do modelo. Concluiu-se que o modelo tem potencial para subsidiar o monitoramento de SAFs já implantados, no que tange à sua sustentabilidade, e pode auxiliar na proposição de recomendações para implementação e monitoramento de ações, projetos e programas de SAFs em suporte à gestão de recursos hídricos.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais (SAFs); Indicadores de Sustentabilidade de SAFs; Gestão de Recursos Hídricos; Modelos de Sustentabilidade.

ABSTRACT

Inadequate soil and water management has led to a historic suppression of native forest cover. The process of restoring forests contributes to improving the regulation of water resources and, consequently, sustainability. Agroforestry Systems (SAFs) are one of the main strategies suggested in the literature for environmental recovery, since the characteristics related to their implementation lead to meeting relevant aspects in several dimensions of sustainability (environmental, economic, sociocultural, political-institutional, etc.). In this context, there is a lack of experimentation in SAFs around the design of sustainability assessment models. Therefore, a theoretical model of sustainability proposed by Machado Júnior (2019) was selected, which systematized a list of sustainability indicators for SAFs. This model stands out for contemplating the analysis of significant operating elements and endogenous and exogenous base resources of the system. The model brought a significant methodological-conceptual contribution, however demanding experimental applications that allow the evaluation of its application potential in a broader way. In this sense, in general, the present work sought to examine the potential for application of the model through experimentation with some pilot SAFs. The model was applied in three SAFs located in the state of Espírito Santo – chosen after applying selection criteria. For the experimental application itself, a field protocol was developed and a preliminary experimental application was carried out in a fourth SAF, in order to allow adjustment in the protocol developed herein. From the experimentation of the model proposed by Machado Junior (2019) in the selected SAFs: it was found that the model was sensitive to the variability of environmental, economic, sociocultural and political-institutional factors characteristic of each SAF. And it was possible to highlight the model's dimensions with greater or lesser tendency towards sustainability. With the experimentation, it was also possible to propose guidelines for the improvement and operationalization of the model. It was concluded that the model has the potential to support the monitoring of SAFs already implemented regarding to its sustainability, and can help in proposing recommendations for the implementation and monitoring of actions, projects and programs of SAFs in support of water resources management.

Keywords: Agroforestry Systems (SAFs); SAFs sustainability indicators; Water Resources Management; Sustainability Models.

CONSIDERAÇÕES PARA O SINGREH¹ – SÍNTESE

Conciliar a produção agropecuária com a conservação dos recursos naturais, além de fortalecer a inclusão social e articulação institucional, traz para o país, como no resto do mundo, inúmeros ganhos ambientais, econômicos, socioculturais e político-institucionais. Mas, uma nova linha de estudos tem mostrado que essas obras convencionais podem se beneficiar de outro tipo de investimento: a infraestrutura natural, constituindo os SAFs como uma das mais importantes estratégias de soluções baseadas na natureza aplicadas à gestão de recursos hídricos a longo prazo. No Estado do Espírito Santo tem-se usado a estratégia de emprego de SAFs para oferecer subsídios de suporte ao incremento a inúmeros nichos nessas referidas dimensões, com a finalidade do monitoramento por meio de indicadores de sustentabilidade. Alinhados a essa afinidade há trabalhos técnicos-científicos que buscam auxiliar futuras avaliações tanto sobre favorabilidade à adoção de SAFs como quanto à sua adequada implantação e monitoramento. Nesse contexto, destaca-se o modelo de avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs proposto por Machado Junior (2019). No entanto, apesar de tal modelo ter trazido significativa contribuição metodológica-conceitual, ele demandava de aplicações experimentais que permitissem avaliar seu potencial de aplicação de forma mais ampla. E esse foi o objetivo geral do presente trabalho. A partir da aplicação experimental do referido modelo a três SAFs, foi possível observar que ele apresentou sensibilidade à variação dos fatores ambientais, econômicos, socioculturais e político-institucionais característicos de cada um dos SAFs estudados. Também foi identificado que o modelo tem potencial para subsidiar o monitoramento de SAFs já implantados, evidenciando os fatores que merecem maior atenção. Assim, pode-se dizer que as discussões levantadas nesse trabalho colaboraram cientificamente para o desenvolvimento de ferramenta alternativa, com interface para aplicativos, em auxílio à política de recursos hídricos, no contexto da integração hídrica com a agroflorestal.

1 Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

CONSIDERATIONS FOR SINGREH - SUMMARY

Reconciling agriculture with the conservation of natural resources, in addition to reinforcing social and institutional inclusion, brings economic, environmental, sociocultural and political-institutional gains to the country, as in the rest of the world. But, a new line of infrastructure can benefit from studies that show that these new infrastructure works can benefit from another type of forest restoration with other forms of important plants, SAFs as one of the most natural solutions strategies nature applied to the management of water resources in the long term. In the State of Espírito Santo, the SAFs employment strategy has been used to offer subsidies to support the increase in numerous niches in these dimensions, with the purpose of monitoring through sustainability indicators. In line with this affinity, there are technical-scientific works that seek to help future evaluations both on the favorability of adopting SAFs and on their adequate implementation and monitoring. In this context, the model for assessing sustainability indicators for SAFs proposed by Machado Junior (2019) stands out. However, despite the fact that such a model contributed with methodological-conceptual contribution, it required experimental application that allows to evaluate its application potential in a broader way. And that was the general objective of the present work. From the experimental application of the three SAFs model, it is possible to observe that it presents sensitivity to the environmental, economical, sociocultural and political-institucional factors in each one characteristics of the SAFs. It was also identified that the model has the potential to support the monitoring of SAFs already developed, highlighting the factors that deserve greater attention. Thus, it can be said that researches are learning in this work scientifically collaborated for the development of an alternative tool, with an interface for applications, in support of water resources policy, in the contexto of water integration with agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01:	A relação existente entre a água e a vegetação.....	27
Figura 02:	O tripé da sustentabilidade.....	32
Figura 03:	Triângulo da sustentabilidade x Deltoide da sustentabilidade.....	33
Figura 04:	A interseção das dimensões da sustentabilidade.....	34
Figura 05:	Currículo da sustentabilidade do café.....	39
Figura 06:	Passos metodológicos conforme marco metodológico.....	49
Figura 07:	Diagrama da estrutura de composição do modelo em suas divisões.....	52
Figura 08:	Diagrama do procedimento metodológico adotado neste estudo.....	54
Figura 09:	Mapa dos usos da propriedade utilizada para o teste de aferição....	65
Figura 10:	Variação da disponibilidade hídrica conforme gradiente de elevação.....	67
Figura 11:	Mapa de divisão hidrográfica de ottobacias do Espírito Santo.....	68
Figura 12:	Mapa de reservas da biosfera da mata atlântica no Espírito Santo	70
Figura 13:	Mapa de divisão hidrográfica das bacias do rio Doce.....	71
Figura 14:	Localização da bacia hidrográfica do rio Barra Seca e Foz do rio Doce.....	72
Figura 15:	Localização da bacia hidrográfica do rio Guandu.....	73
Figura 16:	Fotos das visitas para coleta de dados do formulário aplicado em SAFs junto às propriedades rurais em diferentes elevações.....	77
Figura 17:	SAF 01 – Córrego Farias, município de Linhares/ES – Elevação 20m.....	78
Figura 18:	SAF 02 – Pouso Alto, município de Afonso Cláudio/ES - Elevação 550m.....	78
Figura 19:	SAF 03 – Rancho Dantas, município de Brejetuba/ES – Elevação 1.075m.....	78
Figura 20:	Número de indicadores que resultaram em resposta SIM ou NÃO, por dimensão, para cada SAF estudado.....	83
Figura 21:	Percentual de indicadores classificados como SIM/NÃO por dimensão em cada barra, para cada um dos SAFs estudados.....	91

Figura 22: Gráficos de explosão solar evidenciando as respostas dos indicadores para cada um dos SAFs	92
Figura 23: Resultado da aplicação no SAF 01 com uso da escala de classificação.....	102
Figura 24: Resultado da aplicação no SAF 02 com uso da escala de classificação.....	103
Figura 25: Resultado da aplicação no SAF 03 com uso da escala de classificação.....	104
Figura 26: Passos na implantação de monitoramento participativo de ações de restauração com sistemas agroflorestais.....	108
Figura 27: Representação da relação entre análise SWOT e PESTAL.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Comparação da existência de indicadores nas dimensões entre ferramentas de avaliação de sustentabilidade em SAFs.....	48
Quadro 02: Número de indicadores de sustentabilidade por dimensões da sustentabilidade e categorias significativas.....	50
Quadro 03: Descrição dos passos metodológicos relacionados a suas respectivas etapas e objetivos específicos.....	55
Quadro 04: Descrição de cada variável identificada por dimensões, que pode influenciar a aplicação experimental.....	58
Quadro 05: Ordem e critérios de escolha de SAFs da pesquisa por elementos com justificativa.....	60
Quadro 06: Hierarquização para seleção dos SAFs de estudo para o desenvolvimento do trabalho.....	64
Quadro 07: Informações gerais dos SAFs selecionados para o estudo.....	66
Quadro 08: Protocolo de campo adaptado e desenvolvido para coleta de campo.....	74
Quadro 09: Exemplo de marcação em planilha para qualificação dos indicadores.....	80
Quadro 10: Respostas quanto a favorabilidade a sustentabilidade por dimensões.....	82
Quadro 11: Cenário observado para o SAF 01 durante a visita de aplicação.....	84
Quadro 12: Cenário observado para o SAF 02 durante a visita de aplicação.....	86
Quadro 13: Cenário observado para o SAF 03 durante a visita de aplicação.....	88
Quadro 14: Avaliação da capacidade dos indicadores em grupo de representar os devidos fatores de sustentabilidade.....	95
Quadro 15: Lógica proposta para classificação dos resultados em todos os níveis de avaliação do modelo conceitual proposta do Machado Júnior (2019).....	98
Quadro 16: Desafios e oportunidades para proposição de diretrizes quanto ao atendimento aos princípios e objetivos da PNATER.....	107
Quadro 17: Análise PESTAL-SWOT para o modelo proposto por Machado Júnior (2019).....	111

Quadro 18: Análise Pestal com cuidados a serem considerados para operacionalizar o modelo, agrupados por variável e dimensão..... 113

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGERH	Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Áreas de Preservação Permanente
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CRG	Consórcio Público Rio Guandu
DAP	Declaração de Aptidão ao PRONAF
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES	Estado do Espírito Santo
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.
FOFA	Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
GIHAF	Gestão Integrada Hidroagroflorestal
HA	Hectare (medida)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICRAF	Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (World Agroforestry)
IDEA	Indicadores de Sustentabilidade em Propriedades Agrícolas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
IISD	International Institute for Sustainable Development
IJSN	Instituto Jones dos Santos Neves
INCAPER	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
IQA	Índice de Qualidade de Água
ISA	Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas
IT	Instituto Terra
LABGEST	Laboratório de Gestão de Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional
MS	Modelo de Sustentabilidade
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MESMIS	Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais incorporando Indicadores de Sustentabilidade
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

PAR	Protocolo de Avaliação Rápida
PERF	Plano Estratégico da Cadeia de Restauração Florestal
PESTAL	Político, Econômico, Social, Tecnológico, Ambiental, Legal
PIRH	Plano Integrado de Recursos Hídricos
PNATER	Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural
PROATER	Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural
PROFÁGUA	Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
REFLORESTAR	Programa de Aumento da Cobertura Florestal do Espírito Santo
RL	Reserva Legal
SAF	Sistema Agroflorestal
SARN	Sustainability of Agriculture and Natural Resources
SEAMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Espírito Santo
SEAG	Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento e Pesca do Espírito Santo
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recurso Hídricos
SIATER	Sistema Informatizado de Assistência Técnica e Extensão Rural
SWOT	Strength, Weakness, Opportunity and Threats
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UGRH	Unidade de Gestão de Recursos Hídricos
VERENA	Valorização Econômica do Reflorestamento com Espécies Nativas
WRI	World Resources Institute

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GERAL:	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	25
3. REVISÃO DE LITERATURA	26
3.1 OS RECURSOS HÍDRICOS E A COBERTURA FLORESTAL	26
3.1.1 Os sistemas agroflorestais.....	27
3.2 AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	31
3.3 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS..	35
3.3.1 Avaliação da sustentabilidade no recorte territorial das bacias hidrográficas do mundo, do Brasil e do Espírito Santo	35
3.3.2 Indicadores de sustentabilidade para avaliação em sistemas agroflorestais	41
3.3.3 Escala de Classificação de Favorabilidade à Sustentabilidade	44
3.4 MODELOS DE SUSTENTABILIDADE APLICADOS.....	45
3.4.1 O Modelo desenvolvido por Machado Júnior (2019) e seus Indicadores..	49
4. TÉCNICA: POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO MODELO DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS PROPOSTO POR MACHADO JUNIOR (2019).	53
4.1 - VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DOS INDICADORES AGREGADOS AO MODELO EM REPRESENTAR FATORES QUE AFETAM A SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	56
4.1.1. ETAPA 1 - Seleção dos SAFs de estudo com a caracterização dos fatores que podem influenciar a aplicação experimental	56

4.1.1.1	Identificação de variáveis que podem influenciar a experimentação dos indicadores.....	56
4.1.1.2	Definição de critérios para seleção dos SAFs a serem estudados.....	59
4.1.1.3	Seleção dos SAFs de estudo	62
4.1.1.4	Caracterização dos SAFs selecionados a partir do levantamento de dados secundários.....	66
4.1.1.4.1	Caracterização das bacias hidrográficas onde os SAFs selecionados estão inseridos.	71
4.1.2.	ETAPA 2 - Definição do protocolo de campo e coleta e tratamento de dados.	73
4.1.2.1	Desenvolvimento do protocolo de campo para aplicação do modelo nos SAFs selecionados.	73
4.1.2.2	Coleta de dados com visitas a campo.	77
4.1.2.3	Tratamento dos dados coletados	79
4.1.3.	ETAPA 3 - Avaliação da capacidade dos indicadores em representar os devidos fatores de sustentabilidade.....	81
4.1.3.1	Avaliação de tendência à sustentabilidade.....	83
4.2	AVERIGUAÇÃO DA REPRESENTATIVIDADE DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DE FAVORABILIDADE À SUSTENTABILIDADE ACOPLADA AO MODELO.	97
4.2.1	ETAPA 4 - Análise teórica da representatividade da escala de classificação sugerida no modelo.....	97
4.2.2	ETAPA 5 – Análise prática da representatividade da escala de classificação.....	100

4.3	PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES PARA APERFEIÇOAMENTO E OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO.....	106
4.3.1	ETAPA 6 - Apontamento de diretrizes para aperfeiçoamento do modelo.	106
4.3.2	ETAPA 7 - Implicações para operacionalização do modelo.....	112
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114
5.1	CONCLUSÕES	114
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	116
6.	CONSIDERAÇÕES PARA O SINGREH.....	117
7.	REFERÊNCIAS.....	121
	APÊNDICES	127
	APÊNDICE A – Parte Inicial da planilha de aplicação elaborada.....	128
	APÊNDICE B – Fragmento do protocolo elaborado.....	129
	APÊNDICE C – Lista dos indicadores do modelo.	131

1. INTRODUÇÃO

Existe uma conexão intrínseca entre recursos hídricos e cobertura florestal. No contexto da paisagem a cobertura florestal pode favorecer o tempo de permanência de recursos hídricos aumentando sua quantidade e qualidade, e isso torna-se uma das possibilidades fundamentais para o equilíbrio ambiental. Contudo, o uso e ocupação das bacias hidrográficas alteram as características ambientais originais das paisagens. O manejo inadequado do solo e da água tem ocasionado uma histórica supressão da cobertura florestal nativa (VARGAS; FERREIRA JUNIOR, 2012).

O processo de restauração florestal contribui para a melhoria na regulação de recursos hídricos e conseqüentemente para a sustentabilidade. A análise desses fatores integrados permite propor novas oportunidades para a gestão ambiental nas bacias hidrográficas e para o desenvolvimento regional sustentável (SILVA, 2017).

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são uma das principais estratégias sugeridas na literatura quanto à restauração florestal (DANIEL, 2000; EMBRAPA, 2021; PASSOS; PIRES, 2008; SATTLER, 2012; SCHEMBERGUE et. al, 2017; SOSSAI; BENINI; GIRÃO, 2018), visto que é uma oportunidade de preservação ambiental aliada à regulação no sistema de gestão de recursos hídricos. Além disso, pode influenciar o ciclo hidrológico, possibilitar a geração de renda para o produtor rural familiar e estimular a adoção de práticas de uso sustentável dos solos.

Por meio da iniciativa do governo do Estado do Espírito Santo, o Programa de Aumento da Cobertura Florestal do Espírito Santo (Programa Reflorestar) é uma ferramenta cujo objetivo é contribuir para a restauração do ciclo hidrológico por meio da conservação e aumento de cobertura florestal (SOSSAI; BENINI; GIRÃO, 2018). Esse programa é conduzido pelos princípios do produtor recebedor/pagador por meio do mecanismo de pagamentos por serviços ambientais e nele há a estratégia do incentivo à implementação de SAFs no contexto do fortalecimento da integração da gestão de recursos hídricos e florestal em prol do desenvolvimento.

O desenvolvimento do programa tem contado com diversas parcerias, nacionais e internacionais, de instituições governamentais e não-governamentais. Entre elas inclui-se a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), que há anos tem contribuído com suporte técnico-científico, envolvendo alguns de seus centros e

programas de pós-graduação. Nesse contexto, como exemplo recente, pode ser citado o trabalho de Machado Júnior (2019), desenvolvido no âmbito do Curso de Mestrado Profissional na UFES em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA).

No referido trabalho, um modelo conceitual de sustentabilidade para SAFs foi desenvolvido. Tal modelo tem como pano de fundo as dimensões do desenvolvimento sustentável, capaz de abranger uma visão holística das dimensões agrárias e suas classificações. Ele baseia-se em análise integrada de indicadores que, na maioria de seus aspectos, buscam refletir a favorabilidade para sustentabilidade em sistemas agroflorestais. Destaca-se que um dos aspectos conceituais mais relevantes do modelo é que ele contempla a análise de elementos significativos de operação e recursos-base endógenos e exógenos dos SAFs.

Nesse modelo conceitual foi definido um conjunto de indicadores que foram sistematizados em quatro dimensões para análise da sustentabilidade, as quais derivaram em uma estrutura de classificação baseada respectivamente em categorias, elementos e descritores; e agregaram o total de 98 indicadores.

Apesar de o modelo de Machado Júnior (2019) ter trazido significativa contribuição metodológica-conceitual, ele demanda de aplicações experimentais que permitam avaliar seu potencial de aplicação de forma mais ampla. Os indicadores que constam do modelo podem ser avaliados com dados que estão geralmente disponíveis ou a baixo custo logístico. Eles são de fácil interpretação do avaliador, atendem a critérios fundamentais conforme sugeriu Daniel (2000), e abordam questões relevantes para a sustentabilidade de SAFs.

Conforme apontado por Siche *et al.* (2007), é necessário avaliar cientificamente a aplicabilidade prática desses modelos de avaliação que têm surgido atualmente e que são em geral carentes de experimentação, assim como o de Machado Júnior (2019).

É relevante ressaltar que a experimentação de modelos desenvolvidos auxilia na identificação de arestas que precisam de aprimoramento e oferece maior segurança para sua utilização (SILVA, 2017) para que, a partir disso, se consiga direcionar aspectos da sustentabilidade que necessitam de atenção dentro da perspectiva dos

indicadores e das escalas utilizadas para classificá-los, no que tange à sustentabilidade (PIRES *et al.*, 2017).

No caso de modelos conceituais que sistematizam indicadores, como é o caso de Machado Júnior (2019), a experimentação prática passa pelo processo de estimativa e avaliação desses indicadores e das escalas a eles associadas em diferentes áreas de estudo. Nesse sentido, o autor recomenda adequação e aperfeiçoamento de metodologias que se adaptam bem em escalas de bacia hidrográfica, de propriedade rural e de sistema produtivo, por meio de indicadores que reflitam de fato as realidades ambientais, econômicas, político-institucionais e socioculturais.

De antemão, sabe-se que os principais desafios da sistematização de indicadores consistem, por um lado, nas etapas de seleção e desenho, e por outro, na interpretação de resultados (SANCHEZ; MATOS, 2012). Desta forma, destaca-se a importância da definição clara dos objetivos que impulsionam a avaliação da sustentabilidade e sua inter-relação com os usuários finais dos indicadores propostos.

Segundo Ferreira *et al.* (2012) é necessário contextualizar as informações que foram geradas, estabelecer níveis de referência locais e analisar tendências de comportamento de um determinado sistema que vão além de uma análise prévia. O correto entendimento dessa inter-relação holística, por parte dos aplicadores, é o fator que definirá a forma final de leitura, a interpretação e a apresentação dos resultados dos indicadores, bem como o grau de complexidade que deverá ser adotado nas etapas de seleção e desenho dos mesmos (SANCHEZ; MATOS, 2012).

Outro fato que a literatura já sinaliza, e a prática aponta também, é o levantamento da discussão além do tradicional conceito dos sistemas agroflorestais, para sistemas agrários como por exemplo, as monoculturas. A demonstração da operacionalidade prática da sistematização de indicadores e o dimensionamento da escala de classificação do modelo conceitual desenvolvido por Machado Junior (2019) é importante de se examinar pois o modelo tem objetivo de avaliação finalística dos SAFs, que pode se relacionar diretamente com o Plano Estratégico da Cadeia de Restauração Florestal no Espírito Santo (PERF/ES).

Nesse plano, os apontamentos de Sossai, Benini e Girão (2018) buscam estimular toda uma cadeia de conhecimento e incremento de tecnologias envolvendo tanto

centros de pesquisa e universidades, na procura de respostas a lacunas de informações, quanto órgãos executivos em suporte ao desenvolvimento de políticas com o devido emprego de indicadores e ações focadas à melhoria das condições ambientais.

Nesse sentido, a utilização do modelo pode apresentar variações estruturais e conceituais, principalmente quanto aos SAFs, e no que se refere à generalidade dos objetivos, ao tipo de usuário avaliador e ao caráter multidimensional das escalas utilizadas em muitos estudos (SATTLER, 2012).

Neste contexto, foram definidos os objetivos deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Examinar o potencial de aplicação do Modelo de Sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais proposto por Machado Junior (2019), por meio de experimentação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a capacidade dos indicadores agregados ao modelo em representar fatores que afetam a Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais.
- Averiguar a representatividade da escala de classificação de favorabilidade à sustentabilidade acoplada ao modelo.
- Propor diretrizes para aperfeiçoamento e operacionalização do modelo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 OS RECURSOS HÍDRICOS E A COBERTURA FLORESTAL

A busca pelo equilíbrio entre o crescimento econômico e a manutenção dos recursos naturais tem nos últimos anos fortalecido o paradigma do desenvolvimento sustentável (KEMERICH *et al.*, 2014). Uma das condições que servem como base para a vida no planeta Terra é a existência do elemento água. Sua presença foi indispensável para que a vida pudesse evoluir e, também, criar complexos ecossistemas com suas diversificadas interações.

Por meio da água há a vida como conhecemos, e em lugares mais distantes da influência do mar, a maior parte das chuvas que caem é formada pela água bombeada pelas florestas, por meio de evapotranspiração dos elementos vivos. Por isso o papel da cobertura florestal é tão vital, além de evapotranspirar e favorecer a formação de chuvas, também contribuem para o abastecimento do lençol freático, ao propiciar que a água penetre no solo protegido e não escorra superficialmente (PADOVAN, 2016).

Com a industrialização há também uma crescente demanda de energia na sociedade moderna, e para isso há o uso intensivo dos elementos naturais, onde ocasiona um considerável impacto negativo ao planeta e a humanidade como a perda da fertilidade dos solos, deterioração dos mananciais hídricos, extinção de espécies, mudanças do clima e outros. O entendimento e compatibilização das necessidades e características dos usuários é um fator de complexidade da gestão dos recursos hídricos (CBH-DOCE, 2007).

Atualmente, a gestão das águas ainda é um grande desafio para o desenvolvimento de inúmeras regiões no país, como também a ampliação da implantação dos instrumentos da política de recursos hídricos incorporados a outras políticas territoriais como a política florestal; bem como o desenvolvimento de instrumentos alternativos em suporte à gestão integrada. Silva (2017) indica que a implementação da gestão integrada dos recursos hídricos é dificultada por barreiras institucionais e uma forma de sobrepô-las é por meio da governança.

No que tange aos recursos hídricos, Machado Júnior (2019) diz que a utilização de SAFs pode gerar impactos positivos sobre as propriedades hídricas do solo, uma vez que a ampla cobertura de espécies arbóreas conservadas favorece a infiltração da água precipitada. Diminuindo assim o escoamento superficial, e influenciando na contenção de processos erosivos e consequentemente na recarga das águas subterrâneas, sendo uma das melhores intervenções para regulação dos recursos hídricos (SILVA, 2017).

Figura 01: A relação existente entre a água e a vegetação.



Fonte: Micollis *et al.* (2016).

3.1.1 Os sistemas agroflorestais

Os sistemas agroflorestais podem ser definidos, como sistemas produtivos que podem se basear na sucessão ecológica, análogos aos ecossistemas naturais, em que árvores nativas são consorciadas com culturas agrícolas (EMBRAPA, 2021).

Segundo Gomes (2018), esses sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são cultivadas em associação com plantas herbáceas, forrageiras ou em integração com animais em uma mesma unidade de manejo, e de acordo com

um arranjo espacial e temporal pré-estabelecido. Compreendem a produção, pela diversificação, e consequente distribuição do rendimento, e conservação de recursos naturais, pelo auxílio na conservação dos solos e das bacias hidrográficas.

Machado Junior (2019) inferiu que os SAFs representam atividades integradoras, que otimizam o uso da terra e apresentam potencialidades tanto no sentido ambiental, no que tange a prestação de serviços ambientais, quanto no sentido socioeconômico, referindo-se ao aumento do bem-estar humano. Assim como definido em LABGEST:

Sistema Agroflorestal é um sistema multidimensional e dinâmico composto pelo consórcio de arranjos agroflorestais, socioculturais, político-institucionais e econômicos que se inter-relacionam espacial e temporalmente em um determinado território (LABGEST, 2021).

Essa definição subsidia também a apresentação de um trabalho recente deste mesmo laboratório onde, vem sendo criado um modelo de sustentabilidade aplicado à gestão integrada hidroagroflorestal (GIHAF), o qual é concebido como ferramenta para indicar, avaliar e/ou mensurar o desenvolvimento de regiões, com base nos objetivos de equilíbrio ambiental, prosperidade econômica, convergência das políticas públicas, cooperação institucional e bem-estar social, no âmbito do território rural das bacias hidrográficas inseridas na mata atlântica brasileira (TEDESCO, 2021 – em fase de elaboração)².

Esse tipo de pesquisa tem a finalidade de relacionar as políticas que incidem sobre o território, trazendo o centro da discussão sobre um dos principais fatores que mais integram políticas: os recursos hídricos. Essa interação ecológica pode estar representada por vários arranjos de sistemas de exploração agropecuária, tais como: sistemas agrosilvipastoril, agrosilvicultura, quintais agroflorestais, entre outros.

Embora os SAFs não possam ser descritos como sistemas naturais, eles são mais semelhantes a estes do que os monocultivos, por darem ênfase à biodiversidade e à conservação de recursos (SCHEMBERGUE *et al.*, 2017).

Além disto, apresentam um enfoque interdisciplinar que requer a combinação de fatores sociais, ecológicos e econômicos, enquadrando-se no conceito de

² TEDESCO, A. N. S. Tese de Doutorado em fase de elaboração. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Ambiental. 2021.

desenvolvimento sustentável defendido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (DANIEL, 2000).

Mesmo que mundialmente a diversidade de seus conceitos e arranjos podem variar, em geral os SAFs podem garantir o aumento da disponibilidade de produtos na propriedade, através da diversificação da produção e melhorar tanto a renda quanto as características químicas, físicas e biológicas do solo, diminuindo a erosão e melhorando a ciclagem de nutrientes (SANCHEZ; MATOS, 2012; SCHEMBERGUE et. al, 2017).

Um estudo na Nicarágua demonstrou o comportamento muito diferente no uso da água pelas árvores de sombra. Em condições ambientais abaixo do ideal para o cultivo de café, a transpiração das árvores de café e de sombra, e a evaporação do solo foram medidas direta e separadamente em sistemas agroflorestais, onde o sistema foi considerado um usuário de água mais eficiente porque uma proporção maior da chuva foi usada pela transpiração da planta, em vez de ser perdida pela evaporação do solo. Além disso, a precipitação contrastante entre dois anos consecutivos de estudo demonstrou que a competição por água entre o café e a árvore de sombra ocorreu apenas em uma estação seca severa, quando o potencial hídrico da folha do café atingiu seus valores mais baixos (PADOVAN, 2016).

No Brasil, 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 (SATTLER, 2012).

Mesmo estando pulverizada nas diversas regiões de acordo com suas características, existem bons exemplos de SAFs: na Fazenda da Toca, por meio da empresa Rizoma Agro que fazem um sistema adaptado para grande escala; como outro SAF no Sítio Semente em Brasília que começou implantar com 2 ha e agora conta com cerca de 7ha de área plantada, e que segue os princípios disseminados pelo suíço Ernst Gostch, reconhecido como grande precursor da agricultura sustentável, chamada por ele de Agricultura Sintrópica (INCAPER, 2021).

Com base na experimentação constante de várias técnicas de cultivo, o Sítio Semente é hoje referência em sistemas agroflorestais, oferecendo cursos, visitas guiadas, mudas e sementes, processamento de óleos essenciais, além da venda de alimentos orgânicos em feiras e cestas agroecológica; e inclusive prepara material sobre esse tema envolvendo principalmente necessidade de irrigação, demanda de mão de obra, colheita, aporte de biomassa e outros (INCAPER, 2021). O Sítio Semente foi selecionado como uma das iniciativas vencedoras por ser referência no tema de Sistemas Agroflorestais no país e pode agregar muito na troca de experiências para a restauração da bacia do Rio Doce nos estados que a abrangem (CBH-DOCE, 2007).

No Estado do Espírito Santo há o incentivo à implantação de SAFs simples, pois são mais aceitos pelos agricultores, e foi averiguado que esse sistema pode ser uma solução para a transição entre os plantios nos moldes atuais em monocultura, para outra forma de plantio com bases mais sustentáveis (INCAPER, 2021). Contudo, para garantir melhor desempenho é imprescindível conhecer as interações que irão ocorrer entre as plantas que estarão consorciadas, pois é a partir desses conhecimentos que serão feitas intervenções no sistema.

Padovan (2016) observa a preocupação crescente de que, devido à pressão sobre a terra e à necessidade de maximizar a renda, os pequenos cafeicultores sejam cada vez mais forçados a cultivar em áreas consideradas inadequadas para o café. E pouco se sabe sobre as combinações ideais de café e árvores nessas condições e o grau em que as safras e as árvores competem ou são sinérgicas.

Já Bonfim (2009) ao realizar pesquisas expeditas com SAFs apontou a legislação e a regularização fundiária com relação às Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL) como as principais limitações para a favorabilidade à adoção desses sistemas, que ainda precisam de especialização dentro de próprios órgãos ambientais que lidam com essas políticas.

Por inúmeros fatores, a perspectiva de maior adoção dos sistemas agroflorestais por produtores rurais com a inserção de florestas como alternativas de cultivo associado a outras atividades, trazem como fator de dinamização agropecuária, o incremento de alternativas florestais e outros nichos de cadeias para melhor desenvolvimento regional nas bacias hidrográficas. Sendo assim, é notório que uma forma promissora de ampliar a cobertura florestal é por meio da implantação dos SAFs, que combinam

o plantio de várias espécies em um mesmo espaço, proporcionando preservação ambiental e geração de renda para o agricultor (INCAPER, 2021).

Contudo, existem também os aspectos limitantes além dos fatores positivos dos SAFs. Avaliando o balanço hídrico, não se pode deixar de mencionar a potencial competição por água entre árvores e cultivos, já que este é um dos grandes desafios do sistema. As árvores também consomem água do solo e interferem nos processos de evapotranspiração. Além disso, interferem na distribuição de água da chuva e diminuem a água disponível no solo para os cultivos (PADOVAN *et al.*, 2018).

3.2 AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento criada pelas Nações Unidas em 1987, e está presente no Relatório Nosso Futuro Comum. As propostas iniciais deste relatório partiam do princípio de que era possível conciliar o crescimento econômico com a conservação ambiental (MAIA; PIRES, 2011).

A ideia foi evoluindo e o termo sustentabilidade, definido como “atender as necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” passou a ser fundamental em toda e qualquer reflexão sobre modelos de desenvolvimento. Kemerich *et al.* (2014) apontam que a sustentabilidade é algo que não pode ser obtido instantaneamente, ela é um processo de mudança, de aperfeiçoamento constante e de transformação estrutural.

Essa visão global, nos traz à tona ao desenvolvimento sustentável que busca continuamente satisfazer as necessidades atuais dos seres vivos, sem prejudicar ou desfavorecer o uso dos recursos para o estabelecimento das gerações futuras (MACHADO JUNIOR, 2019).

Já o próprio conceito de sustentabilidade é extremamente complexo e vasto na literatura e aborda o comportamento em relação à natureza. Pode ser aplicado por meio de modelos, desde pequenas comunidades até a grandes sistemas complexos

planetários. Estes modelos, possuem todo um sistema de indicadores que, enquanto instrumentos de gestão ambiental, possuem a função de evidenciar o estágio em que uma sociedade se encontra em relação ao desenvolvimento sustentável e à sustentabilidade (SILVA, 2017).

O monitoramento dos recursos ambientais, econômicos e socioculturais, no espaço geográfico da bacia hidrográfica, constitui uma fase do planejamento e contribui para a promoção do desenvolvimento sustentável (SILVA, 2017); além de estar em conformidade com o artigo 225 da Constituição Federal de 1988:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Tradicionalmente, o tripé da sustentabilidade é quem a sustenta, basicamente em três dimensões: a ambiental, a econômica e a social. Essas três dimensões de pensamento são essenciais para uma análise multidimensional da sustentabilidade de sistemas. Em uma sociedade capitalista, as decisões organizacionais, geralmente voltadas à dimensão econômica, desencadearam ou agravaram os problemas socioambientais em muitos países (MAIA; PIRES, 2011).

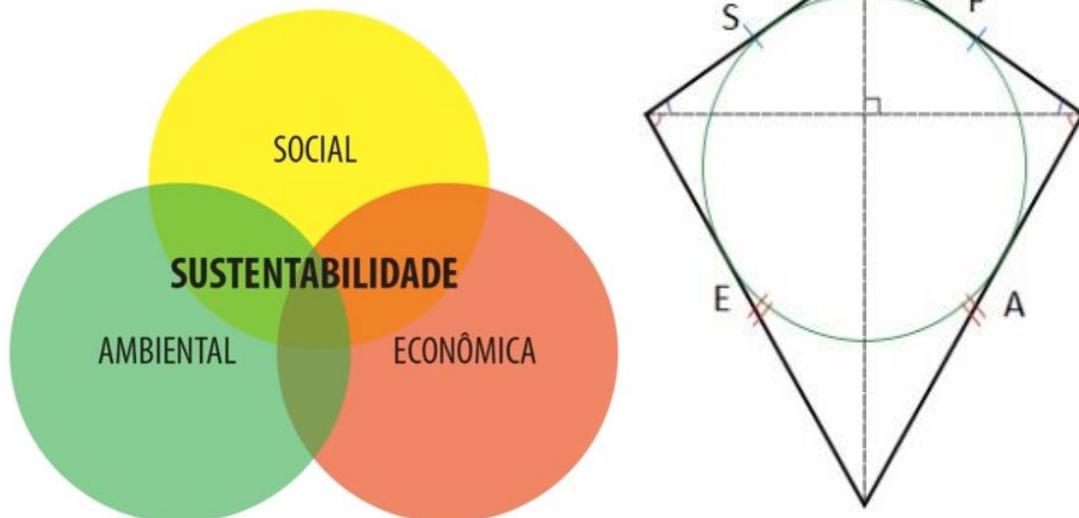
Figura 02: O tripé da Sustentabilidade



Fonte: Autoria própria

No ilustre triângulo da sustentabilidade, conforme apresentado na Figura 03, quanto mais central à interseção das dimensões, maior a favorabilidade à sustentabilidade (MACHADO JUNIOR, 2019). Para tanto, esse triângulo também pode ter uma nova perspectiva e ser comparado a uma pipa ou cruz, formando o deltoide da sustentabilidade, sendo Ambiental, Econômico, Sociocultural e Político-Institucional (AESP) as dimensões para busca dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS e suas respectivas metas abrangem de forma integrada e inter-relacionada globalmente as dimensões por meio de indicadores para o desenvolvimento sustentável.

Figura 03: Triângulo da Sustentabilidade x Deltoide da Sustentabilidade.

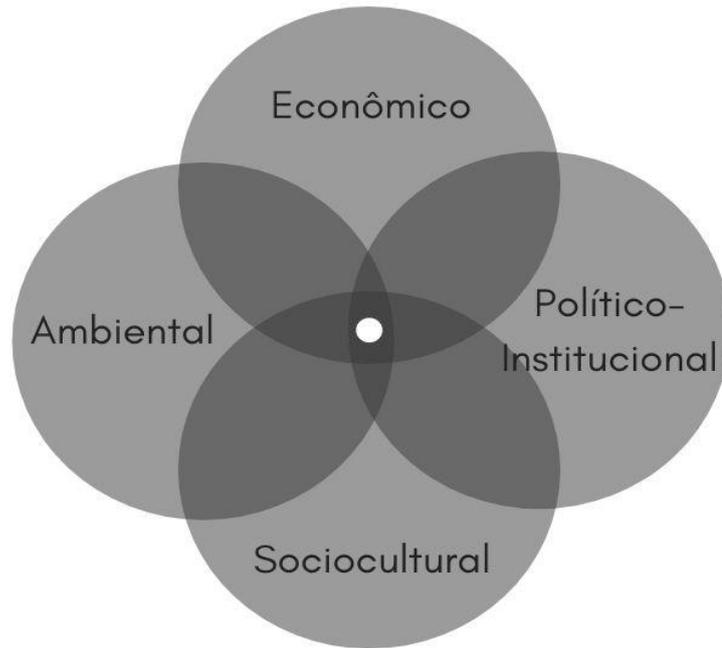


Fonte: Autoria própria

Quando se trata de metodologias que pretendem avaliar a sustentabilidade, deve-se atentar que os melhores métodos são aqueles que são rapidamente reconhecidos como realmente significantes para alcançar um determinado objetivo político (VAN BELLEN, 2002).

Porém, atualmente percebe-se que a dimensão político-institucional é importante pois ela quem está transversalmente ligada com as dimensões do tripé da sustentabilidade, favorecendo assim o desenvolvimento articulado com a sustentabilidade, conforme pode-se observar na Figura 04.

Figura 04: A interseção das dimensões da sustentabilidade.



Fonte: Autoria própria.

Nesse assunto, há uma ampla discussão de literatura relacionada com o tema, os quais Daniel (2000) e Sanchez e Matos (2012) apontam uma série metodologias ramificadas, conforme enfoque da base de cada autor. Contudo um trabalho mais amplo e tradicional, sugerido por Camino e Muller (1993), que é muito usado como principal referência metodológica por inúmeros trabalhos póstumos.

A partir dessa principal referência, foi proposto por Daniel (2000), uma relação de indicadores para serem utilizados no monitoramento de SAF em geral, considerando tanto a sustentabilidade ambiental, quanto a socioeconômica. Para facilitar e tornar mais rápidos e econômicos os estudos de monitoramento, o autor propôs também um número mínimo de indicadores necessários para o acompanhamento da evolução dos sistemas.

3.3 - AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A concepção de novos métodos de avaliação da sustentabilidade, apresentam-se promissores para orientar as percepções quanto aos fatores relacionados aos SAFs, em especial aqueles associados à sustentabilidade destes sistemas como importantes instrumentos em programas hidro ambientais em planos de bacias hidrográficas.

3.3.1 Avaliação da sustentabilidade no recorte territorial das bacias hidrográficas do mundo, do Brasil e do Espírito Santo

O recorte territorial relevante para a gestão dos recursos hídricos é o de bacia(s) hidrográfica(s) situada(s) na região de abrangência de um comitê (BRASIL, 1997). Isto permite a consideração de aspectos socioeconômicos presentes no território, vinculados ao uso dos recursos hídricos e suas funções ecossistêmicas; e também de escala, de modo a viabilizar e promover a eficácia de tomadas de decisão e das ações correspondentes. Avaliar a sustentabilidade hídrica em tal recorte territorial subsidia diretamente a gestão sustentável de bacias hidrográficas (SILVA, 2017).

Além disso, as políticas setoriais circunstanciadas por cada setor também são necessárias para apoiar o desenvolvimento dos sistemas agrícolas nas áreas de trabalho e os sistemas de produção que eles contêm (LIS ALVIYA, 2017).

Mesmo que bem desenvolvida em alguns países do continente africano, até agora a implementação de SAFs nas bacias hidrográficas do mundo todo tem sido retardada em alguns países, devido às políticas limitadas e poucos setores que se comprometam a desenvolver essas políticas como política de governo, que em geral ficam a cargo da organização social civil, que se responsabiliza pela causa defendida.

Para agilizar a implementação do sistema agroflorestal, é absolutamente necessária uma política intersetorial ampla e integrada, emitida em conjunto entre órgãos afins à agricultura. Resultados do estudo sobre técnicas de manejo de terras com sistemas agroflorestais em várias regiões da Indonésia e da implementação de políticas relacionadas ao desenvolvimento agroflorestal, mostram que os sistemas agrícolas

desempenham um papel importante nos aspectos ecológicos, sociais e econômicos (LIS ALVIYA, 2017).

Outro estudo feito na Costa Rica, agricultores mencionaram o controle da evapotranspiração, a elevação da umidade do solo, o controle da erosão, o aumento na infiltração de água como mudanças proporcionadas pela incorporação dos sistemas agroflorestais com uma cultura principal como o café, que é tradicionalmente cultivado na região (MONTAGNINI, 1992).

Embrapa (2021), publicou e apresentou uma análise de sustentabilidade na fazenda Vale do Paraíba em São Paulo, com vantagens e benefícios da agricultura multifuncional no rural brasileiro. A análise concluiu que a integração agroecológica do componente arbóreo e agrícola na propriedade rural favorece todas as dimensões da sustentabilidade, servindo de ferramenta para o balizamento de políticas públicas focadas na valoração dos serviços ecossistêmicos. Por meio dessa avaliação é melhor compreendida a realidade do sistema e seus desdobramentos para auxiliar em tomada de decisão, no desenvolvimento de políticas públicas e monitoramento de programas voltados a essa temática.

Essa experimentação com sistemas agroflorestais é sugerida como solução técnica em todo o Brasil, por meio de uma tecnologia capaz de diversificar a produção cafeeira e recuperar os solos, com o incremento de espécies arbóreas que são incorporadas nos diversos usos e ocupação do solo como em cafezais e pastagens.

O cultivo de café é uma atividade de grande importância política, sociocultural e econômica no estado do Espírito Santo. Entretanto, essa atividade tem provocado grande pressão sobre os recursos naturais, devido, principalmente ao monocultivo mal manejado, com empobrecimento da biodiversidade, e à degradação do solo pela não reposição de matéria orgânica e pela forte exposição durante a implantação e renovação das lavouras temporárias ou permanentes.

Um dos produtos mais contemporâneos sobre custos e benefícios é o projeto VERENA (Valorização Econômica do Reflorestamento com Espécies Nativas). O projeto avaliou 12 propriedades em 3 biomas brasileiros. No bioma Mata Atlântica acompanha sete propriedades rurais, sendo quatro: três com SAF e uma com silvicultura de nativas (WRI BRASIL, 2021).

Ainda, o uso dessa ferramenta supracitada pode ajudar a transformar investimentos com retornos ajustados ao risco em projetos comerciais de restauração e reflorestamento com uma ou múltiplas espécies nativas e sistemas agroflorestais com diferentes combinações de espécies arbóreas e plantações. A integração pode ser feita em cultivo consorciado, sucessão ou rotação, desde que haja benefício mútuo para todas as atividades sem perdas de produtividade. Esses sistemas podem auxiliar a restauração de paisagens pois geram impacto ambiental reduzido e podem resultar na melhoria da qualidade do solo e dos recursos hídricos.

Poucos estudos apresentam uma análise de custo-benefício mostrando a viabilidade econômica e produtiva destes sistemas em pequenas propriedades. Um dos raros exemplos é o da Rede ILPF, uma parceria público-privada formada pela Embrapa, cooperativas e empresas privadas, que possui seis unidades de referências tecnológicas onde sistemas integrados foram implementados e estão sendo monitorados (WRI BRASIL, 2021).

Além da melhoria nos lucros, a diversificação da produção permite minimizar possíveis prejuízos em propriedades com monoculturas ou focadas somente em pastagem. O maior desafio, de acordo com os proprietários, é a necessidade de maior investimento no início da implementação. No entanto, o retorno dos investimentos feitos pelos produtores que adotam sistemas integrados é maior do que daqueles que aplicaram sistemas exclusivos de lavoura ou pecuária.

Os desafios de implementação comuns aos três sistemas – ILPF, silvicultura com espécies nativas e SAF – incluem: a maioria das experiências existentes foram implementadas em escala local, então ainda existe pouco conhecimento sobre o comportamento destes sistemas em larga escala; a necessidade de um investimento inicial maior do que em sistemas convencionais; e a falta de informação econômico financeira acessível aos produtores, o que leva a uma baixa adoção (EMBRAPA, 2021).

A falta de dados sobre custos e receitas auferidas antes e depois da implementação de um SAF, ILPF ou silvicultura de nativas ressalta a necessidade de mais estudos sobre estes tópicos, bem como a interação entre proprietários e especialistas. As linhas de crédito existentes podem ajudar a superar o obstáculo do investimento

inicial, um dos principais fatores que dificulta a transição entre sistema convencional e integrado.

No Espírito Santo, com a finalidade de promover a sustentabilidade no meio rural e as boas práticas agrícolas, o Incaper apoia e desenvolve programas de preservação da mata nativa e recursos hídricos em todo Estado, muitos aliados às principais atividades desenvolvidas. Atualmente, contribui na implementação do Programa Reflorestar e mantém, na Fazenda Experimental Reginaldo Conde, no município de Viana, o Centro de Educação Ambiental de Jucuruaba, com o propósito de divulgar técnicas de conservação do solo, recuperação de nascentes e sistemas de produção sustentáveis. Há também a Fazenda Experimental de Pacotuba, o qual possui um experimento com mesmas condições de tratamento em diferentes arranjos de espécies da modalidade de SAF (INCAPER, 2021).

Segundo a Política Florestal do ES:

Sistemas Agroflorestais são sistemas, nos quais existem a consorciação de espécies vegetais de diferentes portes, em que pelo menos uma seja lenhosa perene e a outra de cultivo agrícola em simultâneo ou sequencial, na presença ou não de animais, de maneira integrada com o ambiente na produção de bens e serviços.

Do total de propriedades rurais no Espírito Santo, mais que a metade, têm no café sua principal fonte de renda, sendo a grosso modo, aproximadamente 40% com cultura de café arábica e 60% de café conilon (INCAPER, 2021). Já que a principal atividade econômica no estado é a produção de café, foi construído o currículo de sustentabilidade de café baseado em diversos protocolos e plataformas de sustentabilidade cafeeira de distintas instituições nacionais e internacionais e conforme Instrução Normativa 49/2013 do MAPA, sobre boas práticas agrícolas e gestão da atividade cafeeira originando um total de 35 indicadores para o Brasil (EMBRAPA, 2021).

Nesse contexto de Estado, observa-se a presença, ainda tímida, dos tipos de SAFs simples e complexos, sendo que a grande maioria tem o café como um componente arbóreo de estrato baixo e médio em muitas vezes consorciado com espécies nativas e frutíferas. A escolha deste sistema está direcionada pela necessidade de se diversificar a produção, para abastecer e fomentar a

comercialização dos estabelecimentos agrícolas com madeira, lenha e frutas, ou prover-lhes seguro contra as flutuações de preços do mercado.

A aplicação do currículo de sustentabilidade para os cafés do Espírito Santo é muito importante para a operacionalização do programa estadual, pois poderá acelerar a implantação das boas práticas agrícolas e auxiliar a preparação das propriedades cafeeiras capixabas para a produção de cafés superiores e até especiais. Essa nova perspectiva de produção sustentável, ou seja, que não impacte as pessoas e o meio ambiente com oferta de um procedimento economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto (Figura 05).

Figura 05: Currículo da Sustentabilidade do Café



Fonte: Plataforma Global do Café.

Para Montagnini (2005), as vantagens incluem a otimização do uso da terra, o aumento da produtividade da propriedade, a diversificação da produção e a geração de produtos de qualidade, garantindo a qualidade ambiental do local e diminuindo a pressão sobre as áreas nativas implementando práticas agroecológicas.

Quando permanecia o projeto Corredores Ecológicos as entidades envolvidas começaram a desenvolver um protocolo para avaliação da sustentabilidade dos SAFs, não apenas do sistema, mas a propriedade como um todo, tendo avaliado superficialmente alguns indicadores iniciais de acordo com os objetivos do projeto (BONFIM, 2009).

Além disso, a agricultura de base familiar corresponde a maioria generalizada dos estabelecimentos rurais, em especial na parte sudoeste serrana. As propriedades na porção central e sul são caracterizadas como pequenas propriedades com características típicas da agricultura familiar que se permeiam ao relevo ondulado. Já na porção norte, há maior escala de produção em terreno geralmente mais plano, com propriedades rurais maiores, porém com mais restrição hídrica e susceptibilidade à desertificação (INCAPER, 2021).

De acordo com a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural, denominada PNATER, a agricultura familiar é aquela onde o trabalho do homem do campo se resume em ter comando sobre o que e como produzir, levando em conta que a produção é para consumo próprio e, mesmo que em baixa escala, pode ocorrer à comercialização. Percebe-se assim, que a agricultura familiar é caracterizada pela íntima relação entre produção e consumo próprio, que também vêm aos princípios da implantação de SAFs (BRASIL, 2007; FAO, 2012).

Como o conceito de agricultura familiar é bastante amplo, ela pode ser caracterizada pela estreita relação entre o trabalho e a propriedade da terra, dos equipamentos, das habitações e outras ferramentas. Essa é a diferença fundamental desta agricultura dita camponesa ou familiar, para a agricultura chamada patronal ou governamental (FAO, 2012).

Nessas últimas, existem uma clara distinção entre o trabalho e a propriedade. Nesse sentido, a PNATER considera que a agricultura familiar aquela em que os trabalhos em nível de unidade de produção são exercidos predominantemente pela família. Assim, a propriedade e o trabalho estão estreitamente ligados à família, e não a um dono particular ou público em específico (INCAPER, 2021; PADOVAN, 2016).

Os agricultores do Estado do Espírito Santo têm vivido ciclos alternados de fartura e crise devido a vários problemas, e a introdução de espécies arbóreas nas lavouras de

café pode ser uma alternativa viável para a sustentabilidade da agricultura familiar (SALES; ARAÚJO, 2004). Além destes serviços ambientais prestados, estes sistemas permitem melhor aproveitamento da área de produção pela diversificação e integração de diferentes extratos de vegetação no mesmo local.

A diversificação com espécies florestais, principalmente se associadas a outros cultivos perenes, é um investimento de baixo custo que agrega valor ao cultivo, funciona como uma poupança com retorno a médio e longo prazos, permite retornos durante a renovação das lavouras e atenua os impactos sobre os recursos naturais (SALES; ARAÚJO, 2004).

Além disso, a falta de madeira tem ocasionado o aumento de seu preço, assim como existe um aumento da demanda de madeira de qualidade para atender ao polo moveleiro e ao mercado regional (INCAPER, 2021; SOSSAI; BENINI; GIRÃO, 2018).

3.3.2 Indicadores de sustentabilidade para avaliação em sistemas agroflorestais

Para Montagnini (1992), os sistemas agroflorestais são formas de uso e manejo dos recursos naturais nos quais espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras) são utilizadas, em associação com cultivos agrícolas ou com animais, no mesmo terreno, de maneira simultânea ou numa sequência temporal. Esses dados sugerem um grande potencial de unidades nas quais a introdução ou aperfeiçoamento de sistemas agrícolas associados ao café podem ser alternativas sustentáveis para o território.

A proposição de indicadores de sustentabilidade é relevante para o processo de gestão, na medida em que estes estão aptos a retratar a realidade de uma maneira científica, destinada a orientar a formulação de diretrizes e ações práticas (MACHADO JUNIOR, 2019).

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 dos agricultores (SATTLER, 2012).

A utilização de indicadores na gestão integrada e participativa dos recursos hídricos tem evoluído à medida que os instrumentos de gestão, previstos nas legislações

federal e estaduais, são implementados (VIEIRA; STUDART, 2009). Os sistemas agroflorestais são capazes de gerar serviços ambientais e têm sido apontados como alternativa conservacionista de uso do solo por ajudar na contenção da erosão, na formação de corredor para a fauna silvestre, na melhoria da qualidade e quantidade de água, na fixação de carbono, no incremento da fauna, entre outros benefícios.

Neste sentido, Carvalho (2011) afirma que os indicadores de sustentabilidade são ferramentas utilizadas para auxiliar no monitoramento da operacionalização do desenvolvimento sustentável, sendo que a sua principal função é fornecer informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioculturais, políticas, institucionais, etc.) que o compõe.

Os indicadores, em geral, não atribuem e nem definem sustentabilidade; eles são apenas ferramentas que irão permitir avaliação de um sistema e a explicitação de sua condição, a partir de sua interpretação (LOPES, 2001; SILVA, 2017; VIEIRA; STUDART, 2009).

Indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos, existindo autores que defendem que os indicadores mais adequados para avaliação de experiências de desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativos, em função das limitações explícitas ou implícitas que existem em relação a indicadores simplesmente numéricos. Entretanto, em alguns casos, avaliações qualitativas podem ser transformadas numa notação quantitativa (VAN BELLEN, 2002).

A avaliação da sustentabilidade nas suas dimensões ecológica, econômica e social requer o estabelecimento de indicadores que possam refletir não apenas os fatores intrínsecos em operação em cada uma dessas dimensões, mas também suas inter-relações (FERRAZ, 2003). Essas relações são aspectos que acontecem naturalmente, e que muitas vezes não são compreendidos de maneira holística, com abordagem por exemplo, da dimensão político-institucional com foco nas diversas políticas que ocorrem concomitantemente sobre o território.

Em muitos casos, a avaliação destas políticas encontra-se muito concentrada em determinada área da economia agrícola, e mais precisamente sobre a ótica da atividade produtiva cultivada naquela propriedade rural (FERREIRA *et al.*, 2012). De

outro lado, outro fator a ser considerado é que, há também aquelas avaliações focadas em vertentes mais ecológicas e convencionais (SATTLER, 2012).

Sendo assim, a visão de sustentabilidade fica muito restrita a este enfoque da atividade, perdendo-se, com isso, uma maior interação entre os reais objetivos de uma análise aperfeiçoada de sustentabilidade, associada à interação entre os diferentes elementos do sistema e não somente à sua eficiência econômica ou ambiental (SICHE *et al.*, 2007).

Mesmo sendo sempre objeto de discussão entre pesquisadores de diversas áreas, permanece a histórica dicotomia entre partes que analisam a viabilidade econômica e o equilíbrio socioambiental da sustentabilidade em SAFs. Embora se consiga compreender melhor atualmente que essas dimensões não se dissociam, pelo contrário, elas estão intimamente relacionadas a fim de alcançar o objetivo maior de buscar o desenvolvimento sustentável de regiões.

A contribuição de SAFs complexos para o desenvolvimento sustentável é muito significativa por meio de suas funções econômicas, ambientais e sociais. No caso do Brasil, o país cresceu e se desenvolveu às custas das florestas, e agora chegou a hora de restaurá-las por meio da difusão do SAF como uma solução estratégica baseada na natureza para a melhoria nos recursos hídricos por trabalhar aspectos complexos e holísticos.

Sistemas agroflorestais complexos podem atender aos critérios de desenvolvimento sustentável, incluindo: (1) não criar impacto negativo ao meio ambiente, (2) melhorar as funções de hidrologia da floresta, (3) melhorar a biodiversidade, (4) aumentar a produtividade de alimentos e madeira, (5) envolvendo as partes interessadas, (6) valorizando o direito da comunidade local, (7) aumentando a oportunidade de emprego (LOPES; ALMEIDA, 2003).

Para Machado Junior (2019), devido à relevância dos indicadores para o desenvolvimento sustentável é preciso verificar se estes não estão enviesados dificultando a dedução de tendências, fraquezas e forças de cada sistema, o que pode levar a reações extremadas ou superficiais pelos tomadores de decisões, o que poderiam causar resultados diferenciados quanto a realidade de cada bacia hidrográfica ou sistema agroflorestal avaliado.

Um aspecto importante da literatura consultada no trabalho de Machado Junior (2019) foi observar que diversos fatores para composição de um sistema de indicadores de sustentabilidade para SAFs já foram apontados.

Dessa forma, muitas observações sobre a viabilidade do emprego destes fatores promoveram um substancial acúmulo de conhecimento. A agregação de indicador em um único índice capaz de traduzir numericamente uma situação e apontar, ao tomador de decisão, o sentido da sustentabilidade desses sistemas, ainda é um desafio (VIEIRA; STUDART, 2009).

3.3.3 Escala de Classificação de Favorabilidade à Sustentabilidade

Entende-se neste trabalho que escala de classificação como a escala de avaliação de um gradiente das faixas de categorias de um determinado atributo qualitativo ou quantitativo. Difere-se de escala geográfica, onde a visão reduzida do território, sendo necessário indicar a proporção entre a superfície terrestre e a sua representação.

Segundo Silva (2020), as escalas de classificação devem ser consideradas com vistas à identificação de pontos fortes e fracos a serem observados com maior atenção no modelo. Essas escalas de classificação quanto à sustentabilidade devem partir inicialmente dos indicadores e ir agregando a informação para os respectivos fatores, categorias de avaliação e dimensões. Ou seja, com essa escala será possível diagnosticar quais dimensões, categorias de avaliação, fatores ou indicadores necessitam de mais esforços para o alcance da sustentabilidade pretendida.

Segundo Van Bellen (2002), existem dois tipos de abordagens dominantes: a bottom-up e a top-down. Na abordagem bottom-up os temas de mensuração e os grupos de indicadores são selecionados a partir de um processo participativo que se inicia com a opinião dos diversos atores sociais envolvidos, como tomadores de decisão da comunidade e finaliza com a consulta a especialistas. Assim como Machado Júnior (2019), na abordagem top-down os especialistas e pesquisadores definem tanto o sistema como o grupo de indicadores a ser utilizado que podem adaptar o sistema às condições locais.

Siche *et al.* (2007), aponta as vantagens e limitações de índices e a dificuldade de utilização pela comunidade científica. Essa diversidade de autores e suas respectivas metodologias propostas gera uma série de variações nestes resultados finais. 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 (SATTLER, 2012).

3.4 MODELOS DE SUSTENTABILIDADE APLICADOS

Em modelos de avaliação de sustentabilidade, há uma grande preocupação concentrada nas escalas atendidas pelas políticas públicas ou, então, em estudos extremamente específicos, apreendendo a aplicação experimental em algum aspecto particular do sistema.

No âmbito do LabGest/UFES tem se dado início ao desenvolvimento de modelos conceituais em auxílio à avaliação diagnóstica ou prognóstica do funcionamento de sistemas quanto ao nível de sua aderência aos preceitos do Desenvolvimento Sustentável. Cita-se, por exemplo, o trabalho de Silva (2020). Esses modelos foram denominados de modelos de sustentabilidade e sua definição é apresentada a seguir:

Modelo de Sustentabilidade (MS) na visão do LABGEST/UFES³ é uma estrutura conceitual multicriterial de auxílio à avaliação diagnóstica ou prognóstica do funcionamento de um dado sistema quanto ao nível de aderência aos preceitos do Desenvolvimento Sustentável (DS). No MS, a sustentabilidade é a grandeza que mensura o referido nível de aderência e é determinada pela avaliação dos fatores e respectivos atributos que são considerados na descrição do sistema em análise, os quais são sistematizados pela adoção de um conjunto de dimensões representativas do Desenvolvimento Sustentável.

Van Bellen (2002) apresenta também alguns tipos de sistemas que têm sido utilizados para identificar e desenvolver indicadores de sustentabilidade, mas, conforme observado, o conceito de desenvolvimento sustentável abrange muitas questões e

3 Conceito criado no âmbito do Laboratório de Gestão em Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. 2021.

dimensões. Isto se reflete nos atuais sistemas de indicadores que vêm sendo utilizados e desenvolvidos.

Apesar de alguns trabalhos abordarem o emprego de indicadores de sustentabilidade em SAFs estes se apresentaram, ora de forma generalizada, propondo metodologias para apontamento desses indicadores, ora de forma restritivas, já propondo um conjunto fechado desses indicadores (DANIEL, 2000; KEMERICH *et al.*, 2014; LOPES; ALMEIDA, 2003; PASSOS; PIRES, 2008; SICHE *et al.*, 2007).

Nos últimos anos, o uso de modelos se difundiu amplamente, incluindo as mais variadas áreas, e em particular a gestão de recursos hídricos. Atualmente, as incertezas e imprecisões na tomada de decisões, assim como as ameaças à qualidade das decisões tomadas, têm conduzido a pesquisas e estudos sobre a construção de diversos tipos de modelos (TEDESCO, 2009).

Leite *et al.* (2017) apontam pesquisas sobre o tema para o apoio à tomada de decisão relacionada ao planejamento estratégico por meio de duas ferramentas de análise distintas: SWOT e PESTAL. A análise SWOT, do inglês “Strength, Weakness, Opportunity and Threats”, considera forças e fraquezas do sistema em análise e leva em conta os fatores internos e externos que influenciam o ambiente interno e externo de tal sistema.

Contudo uma ferramenta complementar para reforçar essa avaliação, considerando os fatores macro do ambiente externo que podem afetar o modelo, é a análise PESTAL. Ela é um método que permite o estudo qualitativo de um determinado cenário com base em fatores políticos (P), econômicos (E), sociais (S), tecnológicos (T), ambientais (A) e legais (L).

Contudo, ressalta-se que a grande parte destes trabalhos não alcançam a compreensão deste tema no contexto das multiplicidades territoriais presentes nas bacias hidrográficas (MACHADO JUNIOR, 2019). Assim como Sanchez e Matos (2012) apontam que a complexidade dos sistemas agroflorestais costuma ser de difícil mensuração.

Marcos metodológicos são desenvolvimentos teóricos que propõem estruturas analíticas flexíveis para fundamentar o processo de análise da sustentabilidade de uma atividade econômica, incluídas as etapas de seleção, desenho e interpretação

de indicadores, assim como a organização dos dados e a comunicação dos resultados finais (SANCHEZ; MATOS, 2012). Como exemplos de marcos sistêmicos merecem destaque o *Marco SARN* (CAMINO; MÜLLER, 1993) desenvolvido pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), e o *Marco Dashboard of Sustainability* desenvolvido pelo International Institute for Sustainable Development (IISD).

O método IDEA, foi criado na França com a finalidade de subsidiar o ensino agrícola por meio de uma ferramenta que procura avaliar a performance global do sistema de atividades técnicas por meio das três principais dimensões da sustentabilidade, traduzindo o nível de práticas julgadas favoráveis da relação entre o meio natural e o antrópico (VIEIRA, 2005).

Outro método para seleção de indicadores é o Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS), um marco metodológico que objetiva avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas de manejo de recursos naturais em uma escala local. O método MESMIS de avaliação de sustentabilidade, que em sua estrutura faz uso de Indicadores de Sustentabilidade (KEMERICH *et al.*, 2014).

No entanto, verifica-se que, em essência, os marcos variam fundamentalmente em função do modelo conceitual de partida adotado, isto é, o modelo teórico a partir do qual se procura analisar ou interpretar a sustentabilidade da realidade observada (SANCHEZ; MATOS, 2012).

No Brasil, destacam-se o Marco Apoia Novo-Rural desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2021); que também contribuiu com outros métodos como o Sistema de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), que foi aplicado em diversas regiões do estado de Minas Gerais como instrumento para aferição de desempenho (FERREIRA *et al.*, 2012).

A ferramenta de investimento VERENA foi desenvolvida com objetivo de preencher a lacuna de conhecimento sobre reflorestamento e sistemas agroflorestais para simulação de custos e receitas que pode auxiliar técnicos a fazer simulações de acordo com um modelo econômico robusto e fornecer informações para os proprietários. Avalia também o retorno de investimentos e outras informações

relevantes, a fim de melhor esclarecer investidores, políticos e analistas interessados em usar espécies nativas e sistemas agroflorestais com fins econômicos (WRI BRASIL, 2021).

Esta seção abordou alguns dos modelos de indicadores mais conhecidos que atuam em diferentes dimensões deste conceito procurando mensurar a sustentabilidade de sistemas agroflorestais em diferentes regiões. No quadro 01, esses modelos foram relacionados e comparados quanto à existência de indicadores relacionados às dimensões da sustentabilidade estudadas neste trabalho.

Quadro 01: Comparação da existência de indicadores nas dimensões entre ferramentas de avaliação de sustentabilidade em SAFs.

Dimensões/Ferramentas	MACHADO	VERENA	ISA	CSC
Ambiental	Sim	Sim	Sim	Sim
Sociocultural	Sim	Não	Sim	Não
Econômica	Sim	Sim	Sim	Sim
Político-institucional	Sim	Não	Não	Não

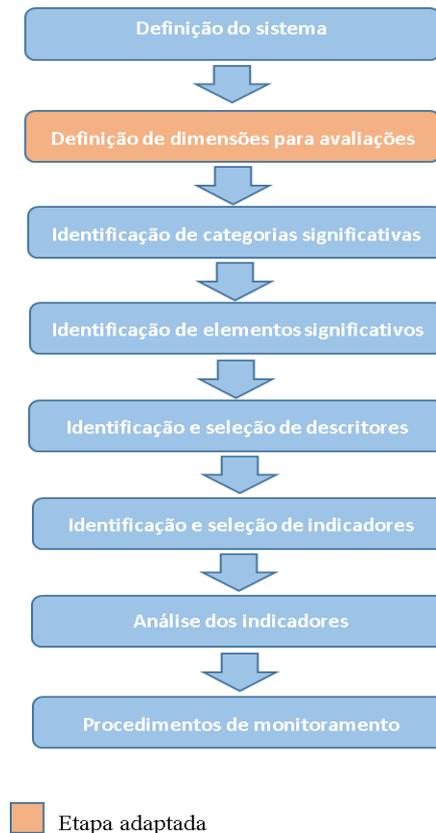
Fonte: Autoria própria

Além destes sistemas, há outros modelos com outras características como pode-se destacar também o iminente crescimento de sistemas do mercado de créditos de carbono, que pode oferecer perspectivas de renda adicional relevante para o futuro, além de contribuir significativamente para mitigação das mudanças climáticas (WRI BRASIL, 2021).

Porém, cada nível de análise em cada modelo representa determinada natureza de entendimento dentro de seu próprio contexto. Mas, o que há de comum em muitas dessas referências é que muitos usaram Camino e Muller (1993) como modelo sistêmico. Essa é a base mais consolidada, e sustenta muitos dos outros trabalhos posteriores.

Dessa forma, percebe-se que a utilização deste marco metodológico consolidado, e seus respectivos passos (Figura 06), indica ser apropriado para avaliação de SAFs em muitas dimensões de análise, inclusive nas análises de Machado Júnior (2019).

Figura 06: Passos metodológicos conforme marco metodológico.



Fonte: Machado Júnior (2019) adaptado de Camino e Muller (1993).

3.4.1 O Modelo Desenvolvido por Machado Júnior (2019) e seus Indicadores

O trabalho atual trata-se de uma avaliação da aplicabilidade do modelo conceitual desenvolvido por Machado Júnior (2019), que estruturou e utilizou do marco metodológico proposto por Camino e Muller (1993) que também foi utilizada por Daniel (2000), Passos (2008), Sattler (2012); e que corrobora com diversas literaturas relacionadas ao assunto nas bases de dados científicas, inclusive com análise de indicadores e padronização para reduzir o efeito de escala.

O modelo criado por Machado Júnior (2019) é constituído a partir de 98 indicadores de sustentabilidade para SAFs que sinalizam uma tendência na direção da favorabilidade à sustentabilidade. Eles demonstram potencial para representação próxima às condições reais de SAFs por meio da abrangência em quatro dimensões: ambiental, sociocultural, econômica e político-institucional.

Por conseguinte, o nível da estrutura de sistematização do referido modelo conceitual, reflete a avaliação quanto aos recursos do sistema e, também, quanto as operações necessárias para o seu funcionamento, como fatores influenciadores na sustentabilidade do sistema em avaliação.

Segundo Camino e Muller (1993), para qualquer sistema, e em qualquer nível de organização ou agregação podem ser utilizadas as seguintes categorias: recursos endógenos, recursos exógenos e operação desses sistemas endógenos e exógenos. Quanto a vinculação subsequente do modelo conceitual proposto, foram identificados 26 elementos significativos como parte das referidas categorias.

Machado Júnior (2019) destaca que no âmbito de seu trabalho, considerou-se a indicação de elementos significativos para categoria “Operação de Outros Sistemas”, possibilitando que nas etapas posteriores, o apontamento de descritores e indicadores para esta categoria, que geralmente não é observado nos trabalhos desta natureza.

O autor justifica sua colocação fazendo menção à escala de planejamento de bacia hidrográfica, que considera o tomador de decisão como um articulador de abrangência regional, uma vez que, sistematicamente, seus elementos influenciam ou são influenciados pelo sistema em avaliação.

Quadro 02 – Número de indicadores de sustentabilidade por dimensões da sustentabilidade e categorias significativas.

Dimensões da sustentabilidade	Categorias Significativas				Total
	Operação		Recursos		
	Operação de outros Sistemas	Operação do Sistema	Outros Recursos (exógenos)	Recursos base do Sistema (endógenos)	
Ambiental	4	12	12	12	40
Econômica	4	6	4	4	18
Político-institucional	2	4	2	4	12
Sociocultural	4	8	8	8	28
Total 1	14	30	26	28	98
Total 2	44		54		98

Fonte: Machado Júnior (2019).

Assim, delinea as principais dimensões da sustentabilidade de um sistema, as categorias significativas, os elementos que estão subordinados, e também aos descritores, que fazem uma ligação direta com os indicadores finalísticos, conforme apresentado no numericamente no Quadro 02.

Na estrutura gráfica de composição do modelo da Figura 07, cada nível é representado por um determinado anel. As dimensões da sustentabilidade estão situadas na porção do anel menor e mais interno. Os anéis seguintes representam as categorias, os elementos e os descritores, nessa ordem.

Em outro nível de detalhes, após os descritores, estariam os indicadores. Eles ficariam situados na porção mais externa, no maior anel. Desta forma, o modelo proposto por Machado Junior (2019) apresenta cinco níveis hierárquicos: dimensão, categoria, elemento, descritor e indicador.

4. TÉCNICA⁴: POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO MODELO DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS PROPOSTO POR MACHADO JUNIOR (2019)

A aplicação experimental do modelo conceitual de agregação de indicadores de sustentabilidade de SAFs de Machado Júnior (2019), demonstra a priori, o desafio de estabelecer uma metodologia capaz de reunir o máximo das informações para representar a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais de maneira única e mais próxima ao real, dentro de um certo limite de incerteza, que se dá em função dos indicadores já estabelecidos para um determinado sistema natural.

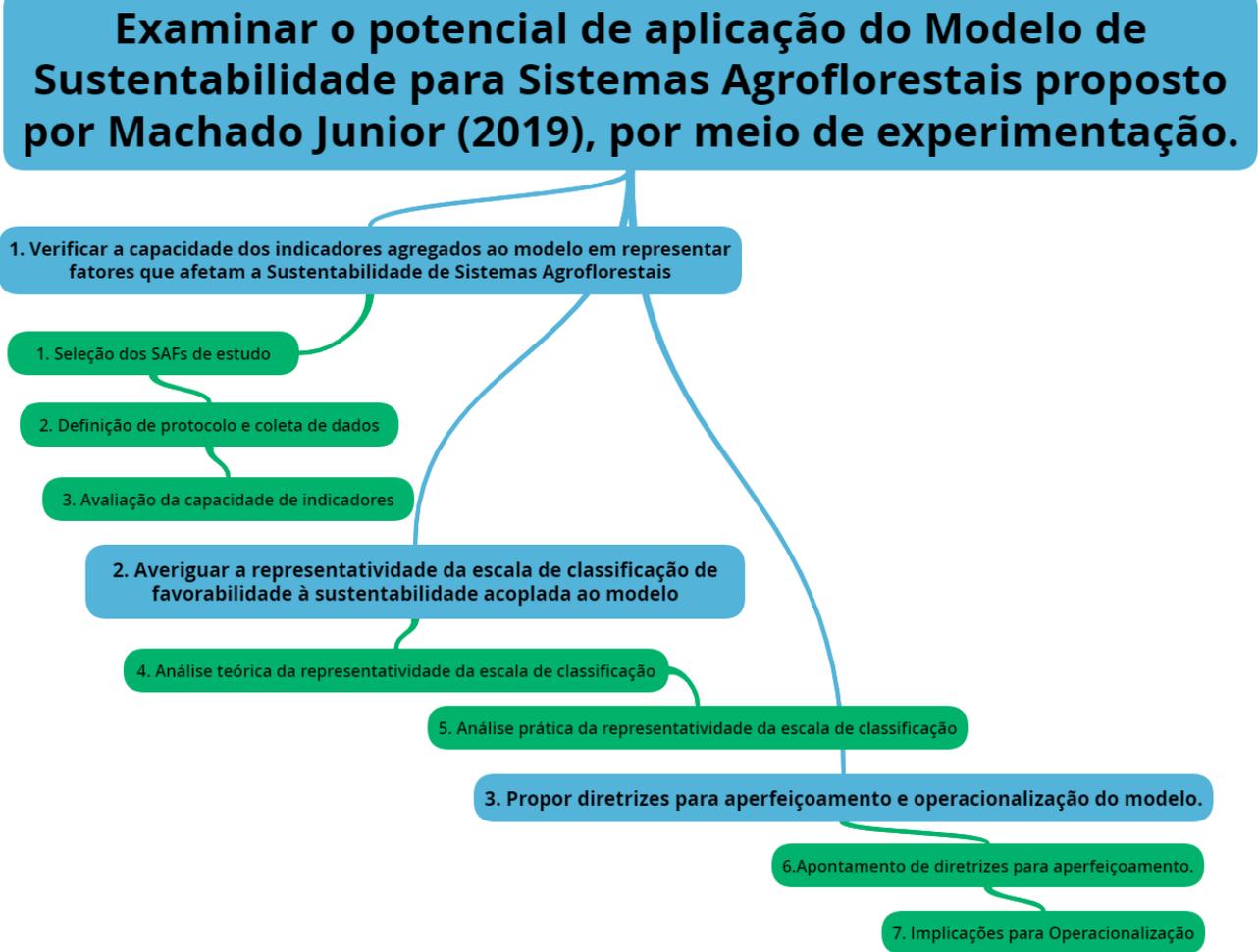
Conforme as regras do curso, este trabalho pode ser apresentado em diferentes formatos, neste caso o formato escolhido foi a técnica. Esta técnica se apresenta como um roteiro metodológico baseado em sete etapas, as quais subsidiaram os passos fundamentais para avaliação do modelo instituído conforme os objetivos propostos.

Para a sistematização da estrutura básica da pesquisa, foi adotado o formato apresentado na Figura 08, análogo ao trabalho de Van Bellen (2002), o qual permite relacionar os três objetivos específicos às suas principais etapas programadas para análise do potencial de aplicação do modelo.

⁴ Técnica é um conjunto de procedimentos que tem como fim chegar a um resultado, tendo como fator importante a criatividade. Em que o procedimento é entendido como modo de agir, um conjunto sequencial de ações ou instruções que permite realizar um trabalho de forma concreta e se atingir uma meta. Essas definições encontram-se presentes no documento “TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC): DIRETRIZES PARA SUA ELABORAÇÃO” (PROFÁGUA/UFES, 2021).

Técnica é um produto, cujos procedimentos têm como objetivos a obtenção de resultados, podendo ser aplicado a qualquer área do conhecimento. De forma geral, técnica é um procedimento que agrega um conjunto de fatores, como regras, normas ou protocolos para atingir uma meta (PROFÁGUA/UFES, 2021).

Figura 08: Diagrama do procedimento metodológico adotado neste estudo.



Fonte: Autoria própria.

Os passos metodológicos utilizados no desenvolvimento de cada uma das etapas de pesquisa foram organizados de acordo com os objetivos específicos propostos e estão dispostos no Quadro 03.

Quadro 03: Descrição dos passos metodológicos relacionados a suas respectivas etapas e objetivos específicos.

Objetivos específicos	Etapas	Passos Metodológicos
Objetivo específico 1 - Verificar a capacidade dos indicadores agregados ao modelo em representar fatores que afetam a Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais.	ETAPA 1 – Seleção dos SAFs de estudo com a caracterização dos fatores que podem influenciar a aplicação experimental.	- Identificação de variáveis que podem influenciar a experimentação dos indicadores; - Definição de critérios para seleção dos SAFs a serem estudados; - Seleção dos SAFs de estudo; - Caracterização dos SAFs com levantamento de dados secundários; - Caracterização das bacias dos SAFs
	ETAPA 2 – Definição do protocolo de campo e coleta e tratamento de dados.	- Desenvolvimento do protocolo de campo para aplicação nos SAFs selecionados; - Coleta de dados com visitas a campo; - Tratamento dos dados coletados;
	ETAPA 3 – Avaliação da capacidade dos indicadores em representar os devidos fatores de sustentabilidade.	- Avaliação de tendência à sustentabilidade.
Objetivo específico 2 - Averiguar a representatividade da escala de classificação de favorabilidade à sustentabilidade acoplada ao modelo.	ETAPA 4 – Análise teórica da representatividade da escala de classificação sugerida no modelo.	- Análise teórica da representatividade qualitativa da escala de classificação.
	ETAPA 5 – Análise prática da representatividade da escala de classificação a fim de confirmar as constatações teóricas.	- Análise da sensibilidade de resposta da escala de classificação, quando aplicado a SAFs em situações e técnicas distintas.
Objetivo específico 3 - Propor diretrizes para aperfeiçoamento e operacionalização do modelo.	ETAPA 6- Apontamento de diretrizes para aperfeiçoamento do modelo.	- Proposição de diretrizes sobre o potencial de aplicação do modelo relacionado aos indicadores e à escala de classificação.
	ETAPA 7- Implicações para a operacionalização do modelo.	- Recomendações sobre normalização de dados de entrada e cuidados a serem considerados para operacionalizar o modelo.

Fonte: Autoria própria

4.1 VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DOS INDICADORES AGREGADOS AO MODELO EM REPRESENTAR FATORES QUE AFETAM A SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

4.1.1. ETAPA 1 - Seleção dos SAFs de estudo com a caracterização dos fatores que podem influenciar a aplicação experimental

4.1.1.1 Identificação de variáveis que podem influenciar a experimentação dos indicadores

Este passo inicial foi realizado para identificar possíveis variáveis que pudessem influenciar na experimentação dos indicadores. Caso não sejam previamente observadas, elas tendem a dificultar a interpretação dos resultados da experimentação (FERREIRA *et al.*, 2012).

No que tange esse trabalho foram previamente identificadas⁵ duas variáveis, sendo elas:

- Tamanho do SAF: essa variável (área/espço) não está representada no modelo, porém percebe-se pela experimentação prática que os produtores rurais que possuem áreas menores, possivelmente, têm maiores chances de melhor manejo devido à disponibilidade laboral versus a necessidade que o próprio sistema demanda. Contudo, observa-se que há um tamanho mínimo do SAF para que não sofra influência de efeito de borda e manejo das espécies.
- Abordagem para implantação: essa variável está intimamente ligada ao perfil do fomentador que oferece a ideia de implantação dos sistemas agroflorestais ao perfil do produtor rural. E influência no grau de confiança e persuasão para adesão aos programas de incentivo e posterior engajamento do produtor no manejo adequado dos SAFs.

⁵ Informação apresentada pelo gerente do Programa Reflorestar em reunião no LABGEST/UFES em fevereiro de 2020.

Além das variáveis supracitadas, outras foram identificadas posteriormente e estão apresentados no Quadro 04. Essas variáveis foram fundamentais para o processo de seleção dos SAFs estudados na próxima etapa. Deve-se levar em consideração que o número potencial de variáveis a incorporar pode ser muito amplo. Lopes (2001) diz que é necessário eleger um número limitado, considerando o tempo e os recursos disponíveis para o levantamento, tratamento e análise dos dados com informações importantes.

Van Bellen (2002) recomenda que para seleção de indicadores relacionados à sustentabilidade deve ocorrer em alguns estágios estabelecidos. O primeiro estágio, denominado preparatório, deve-se concentrar principalmente na identificação dos critérios de seleção de indicadores e na seleção das áreas abordadas e suas características preliminares.

Esta pesquisa estabeleceu alguns cuidados prévios à aplicação devido à complexidade inerente que envolve os sistemas agroflorestais e das inúmeras variáveis naturais que conseqüentemente os podem englobar, e dependendo do caso, também suprimir dados desprezíveis. Sendo necessário observar nesse passo metodológico, qualidades ou requisitos básicos do sistema para que se enquadrem em determinadas condições ou vedações, referentes à construção de um modelo de indicadores suficiente para a avaliação da sustentabilidade de SAFs.

Sendo assim, é notório que em um sistema tão diversificado como o SAF, há possibilidade de variáveis não observadas no período e território estudados, visto que essas condições experimentais podem se alterar conforme o tempo e o espaço em relação à cada dimensão analisada, bem como na estrutura de arranjo que cada sistema foi implantado.

Vieira (2014) adverte que o investigador deve especificar as características da população alvo que melhor serve à questão da pesquisa. Isto é realizado por meio do estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão, imprescindíveis para balizar homogeneamente dentro da proposta.

Para a aplicação do modelo, foi necessário realizar uma seleção cuidadosa dos SAFs que seriam estudados. A respectiva relação de variáveis identificadas neste trabalho é apresentado no Quadro 04. Tais variáveis foram categorizadas nas quatro

dimensões que compõem o modelo de Machado Junior (2019). No Quadro 04 também é apresentada fonte e breve descrição de cada variável identificada.

Quadro 04. Descrição de cada variável identificada por dimensões, que pode influenciar a aplicação experimental.

Dimensão		Variável	Fonte	Descrição
Aspectos Ambientais	1	Localização geográfica	d, f	As características de cada lugar podem variar os SAFs em suas particularidades de adaptação.
	2	Situação referente aos fatores biofísicos	b, e	Situações que alteram o ambiente: fertilidade do solo, relevo (terra firme, de várzea e de locais montanhosos), altitude, tipo de vegetação ou estratos florestais.
	3	Complexidade biológica do arranjo	a, f	Diferenças entre tipos mais simples ou mais complexos de SAFs, como também o convívio de animais e vegetais na mesma área com funções diferenciadas.
	4	Tamanho do SAF	b, c	A depender do tamanho pode influenciar nas relações com os fatores endógenos e exógenos relacionados ao efeito de borda.
Aspectos econômicos	5	Finalidade dos SAFs	a, c, e	De produção (que têm como principal função a produção de alimentos para atender ao consumo) ou de proteção (que têm como função principal a proteção dos elementos naturais ou subsistência).
	6	Infraestrutura adequada	d	Acesso a estruturas de suporte às atividades (presença de materiais de plantio, estufas, armazéns, trator, mão-de-obra, etc.)
	7	Distância das propriedades a centros urbanos	d	A proximidade e a condição das estradas até as cidades e vilas pode favorecer acesso a pontos de comercialização, hospitais, escolas, pontos turísticos, etc.
Aspectos socioculturais	8	Abordagem dada ao agricultor, considerando seu perfil para implantar SAF	a,c, d,e	A abordagem pode variar de acordo com a ideia/visão do proprietário: comercial; familiar, indígena, comunidade tradicional, pecuaristas, agricultor, agrofloresteiros, ambientalista, aposentado, etc.
	9	Potencial de articulação	a	Essa variável refere-se à capacidade de comunicação e articulação do agricultor com outras pessoas.
Aspectos Político-institucionais	10	Interesse e protagonismo	a, d	Refere-se ao envolvimento do agricultor no assunto e seu destaque na comunidade.
	11	Tempo de implantação	e, f	De acordo com um tempo mínimo de 5 anos, o SAF pode representar melhores efeitos já consolidados para seu efetivo estabelecimento considerando as diferentes condições de recursos por meio de articulação institucional.

Fontes: a) SATTLER, 2012; b) DANIEL, 2000; c) SEAMA, 2021; d) INCAPER, 2021 e) PADOVAN,2016 f) SILVA, 2017.

Fonte: Autoria própria

Entretanto, se há mudança no tempo ou escolha de outros indicadores, os resultados poderão ser distintos, ou seja, um sistema que se apresenta como mais sustentável com determinada combinação de indicadores pode apresentar outros resultados com outra combinação (LOPES, 2001). Dentro deste aspecto foi essencial a definição dos critérios de seleção dos SAFs que deverão ser continuamente observados.

4.1.1.2 Definição de critérios para seleção dos SAFs a serem estudados

Este foi um passo imprescindível para a experimentação, pois espera-se que sejam triados os SAFs em potencial, com um mesmo nível de critérios, a fim de possuir uma base equiparável e que apresente as diferenças de sensibilidade entre eles, e permitam verificar o potencial de aplicação do modelo proposto por Machado Júnior (2019).

Nesse passo a categorização de sete critérios de seleção observados neste trabalho foi dividida entre os três elementos gerais de tempo, espaço e estrutura. A ordem de priorização dos critérios seguiu a lógica prática de condições a serem seguidas para uma boa amostragem, conforme apresentado no Quadro 05.

Dentre os critérios de seleção de SAFs adotados, considerou-se primeiramente o elemento tempo com a quantidade mínima de implantação do SAF em 5 anos, pois é a garantia para que se iniciem os resultados do sucesso do plantio.

Quanto ao elemento espaço, os critérios de seleção adotados foram: primeiramente o tamanho mínimo do SAF, com intervenções acima de 1 hectare; recorte territorial presente dentro do estado do Espírito Santo; estar sob diferentes gestões político-administrativas de municípios, regiões, unidades de gerenciamento de bacias, ou organizações associadas. Ainda nessa classificação de elemento, buscou-se também áreas com tamanhos medianos e com mesmas tipologias de arranjos de SAFs da agricultura familiar como o agroflorestal, que combina espécies nativas e produtivas em uma mesma área, e são predominantes no território delimitado para estudo.

Quanto ao elemento estrutura, foi considerada a finalidade de verificar a sensibilidade de resposta do modelo em diferentes localidades em relevos e elevação diferenciados

e delimitados dentro da bacia hidrográfica do baixo rio Doce. Como condições que desejáveis para diferenciação conforme sugerido por SEAMA (2021), possuir disponibilidade de dados da bacia e a indicação de técnicos ou atores locais com facilidade de acesso às áreas e às pessoas. O Quadro 05 também apresentou as justificativas em relação a cada critério de escolha.

Quadro 05. Ordem e critérios de escolha de SAFs da pesquisa por elementos, com respectiva justificativa.

Elementos	Ordem	Critério de Escolha do SAF	Justificativa
Tempo	1	Estar implantado há tempo suficiente de no mínimo 5 anos.	Existe um tempo mínimo de implantação de um SAF para se ter um estrato arbóreo mínimo estabelecido.
	2	Estar localizado no Estado do Espírito Santo (ES); com tamanho de área mínimo de 1ha.	A experimentação prática indica que existe um tamanho mínimo para ser possível a aplicação do modelo no espaço.
Espaço	3	Espacialização nas Regiões de Planejamento, e sob diferentes gestões político-administrativas de municípios, regiões, unidades de gerenciamento de bacias, organizações associadas ou individualizadas.	Áreas de ottobacias nível 4 dentro do baixo Rio Doce em regiões próximas a bacias com tamanhos medianos, sendo o limite para facilidade logística de comparação entre bacias hidrográficas. No PIRH/ES também há a diferenciação nessas UGRHs.
	4	Mesmo tipo de arranjo de SAFs (agroflorestal) na agricultura familiar.	Pois são as propriedades predominantes no Estado do Espírito Santo.
	5	Possuir diferentes estratos florestais em arranjos com gradiente de elevação distinta.	Sattler (2012) relata que a avaliação nesse critério é relevante para visão em todas dimensões e mudam a ótica geral.
Estrutura	6	Possuir disponibilidade de dados da bacia.	Pois em alguns lugares não há dados suficientes para análise.
	7	Indicação de técnicos ou atores locais com facilidade de acesso às áreas e às pessoas.	Facilidade de gestão, visto que os recursos disponíveis são limitados.

Fonte: Autoria própria.

Outro aspecto relevante refere-se ao tipo de população acessível ao estudo. Nesta pesquisa adotou-se uma amostra baseada em população com classe de estudo não-probabilística e com amostragem conveniente. Conforme aponta Vieira (2014), esse

procedimento consiste na utilização de populações disponíveis e acessíveis devido a vantagens logísticas e temporais. FAO (2012) destaca como desvantagem dessa abordagem, a possibilidade de selecionar indivíduos não representativos da população-alvo, que pode repercutir na análise da realidade dos resultados obtidos.

A fim de apurar melhor os critérios levantados, foram realizadas três visitas não sistemáticas em propriedades com potencial para aplicação experimental, as quais balizaram a definição dos critérios juntos com a conceituação teórica. No âmbito dessas visitas, seguiu-se indicações técnicas de órgãos ligados ao setor e também os protocolos de prevenção quanto ao coronavírus, visto a situação de pandemia.

Nessas visitas, o rigor entre as diferenças de elevação e modos de atuação na propriedade foram observados, sendo que estas se caracterizavam principalmente em sua atuação por diferentes gestões. Por exemplo: a governamental em propriedade experimental, a patronal em propriedade particular autônoma, e a familiar em propriedade particular privada.

Dentre esses três tipos diferentes de propriedades visitadas, percebeu-se que a experimental e a patronal, na realidade, não possuem uma boa interação comunitária e social, e estão voltadas principalmente aos fatores intrínsecos do SAF e suas externalidades.

Logo, esses tipos de propriedades não representariam de fato a maioria do que se tem implantado em todo o estado do Espírito Santo, que tradicionalmente possui a agricultura familiar como base no desenvolvimento rural, e segundo FAO (2012) o seu fortalecimento é considerado como a estratégia mais indicada para a consolidação da sustentabilidade em si.

Machado Junior (2019) adverte que na experimentação devem ser consideradas peculiaridades locais e também observadas as peculiaridades regionais visto que podem existir questões institucionais relacionadas ao fomento econômico de cadeias produtivas, principalmente incentivadas por organizações não-governamentais. Sendo assim, como também observou Oliveira (2016) tanto para as características de manejo dos SAFs quanto as respectivas condições para avaliar o modelo, devem rigorosamente ser selecionados os SAFs conforme os critérios estabelecidos.

4.1.1.3 Seleção dos SAFs de estudo

A metodologia para seleção aqui adotada configurou-se como amostragem aleatória estratificada, sendo classificada como não-probabilística, onde a escolha da amostra de SAFs é feita de forma não-aleatória, justificadamente ou não. Essa escolha é intencional ou por conveniência, considerando as características do grupo em estudo ou ainda o conhecimento do pesquisador ao que está investigando (SATTLER, 2012).

Tal metodologia também foi utilizada nos trabalhos de Daniel (2000), Franco (2004), Vieira (2005) e Sattler (2012). A partir da aplicação dela, esses autores observaram que ao se utilizar essa amostragem das respectivas bacias, foram obtidos indicadores com segurança, visto a pequena variação encontrada nos dados obtidos por meio dos critérios estabelecidos.

Neste trabalho, optou-se por selecionar SAFs que inseridos na região hidrográfica do Baixo Rio Doce. A escolha do Baixo Rio Doce justifica-se pelo fato de existir disponibilidade de informação, com um plano de recursos hídricos aprovado desde 2010, onde já existem dados de uma década de implantação. Além disso, em uma fase atual de revisão do plano, ainda busca-se estratégias que colaborarão para o acompanhamento das ações de projetos por meio de uma ferramenta que busca reverter o cenário tendencial crítico de degradação da bacia (CBH-DOCE, 2007).

A estratégia do incentivo à implantação dos SAFs também pode ser uma oportunidade de melhoria na quantidade e qualidade das águas em projetos hidroambientais para a redução da produção e sedimentos, tanto no estado do Espírito Santo quanto nas bacias hidrográficas do território estudado.

Nesse território, foram escolhidas amostras de áreas representativas levando-se em conta cada sub-bacia e também as condições naturais (solo, relevo, recursos hídricos, vegetação, etc.), nível visual de degradação e o uso do solo atual e histórico.

A fim de evitar discrepâncias de escala geográfica para aplicar o modelo e verificar o potencial de sua sensibilidade de resposta, procurou-se selecionar locais que tivessem proporção de áreas análogas e usos semelhantes. A distribuição espacial

dos SAFs em bacias hidrográficas com forma e tamanho médios das ottobacias⁶ em torno de 2.000 km² a 3.000km² também foi uma preocupação constante.

A partir dos subsídios gerados na etapa anterior com a definição dos critérios por priorização de importância, eles foram aplicados para escolha dos SAFs conforme a ordem proposta no Quadro 05. Para a seleção, foi levantado junto aos órgãos oficiais de apoio e promoção de práticas agroflorestais em âmbitos regional, estadual, nacional e internacional, número suficiente de diferentes tipos de SAFs com base na estrutura e no arranjo dos componentes.

Segundo consulta ao comitê de bacia e órgãos públicos que atuam nos municípios da bacia do baixo rio Doce, das cerca de 60 propriedades em processo de transição agroecológica, aproximadamente 50% possuem SAFs já implantados. Sendo que o número de propriedades com áreas acima de 1 ha, implantado há mais de 5 anos, reduz-se a cerca pouco mais de 10 (INCAPER, 2021).

Os SAFs existentes em municípios do Estado do Espírito Santo e em potencial para a aplicação foram levantados no quadro de hierarquização apresentado a seguir (Quadro 06). Tal quadro relaciona os SAFs a cada um dos critérios de seleção. As respostas que eram favoráveis foram assinaladas com (Sim) e as respostas não-favoráveis com (Não). Onde não incumbia uma resposta desta qualidade (Sim/Não), ela foi adaptada conforme o respectivo critério.

Como pode ser visto no Quadro 06, ao todo foram identificados onze SAFs com potencial para aplicação experimental. Os SAFs selecionados levaram em consideração as variáveis levantadas e a ordem dos critérios estabelecidos no Quadro 04, sendo que seguiu-se a seguinte ordem: (1) O SAF está implantado há 5 anos? (2) Tem o tamanho de área mínimo de 1ha? (3) As áreas estão dentro do baixo Rio Doce? (4) Possuem o mesmo tipo de arranjo de SAFs com diferentes estratos? (5) Tem o gradiente de elevação distinto? (6) Possuem disponibilidade de dados da bacia e logística? (7) Há indicação de técnicos de instituições e com facilidade de acesso. Porém, sendo os três último critérios finais determinantes para a escolha dos SAFs.

⁶ Ottobacia – Método de classificação e hierarquização de bacias hidrográficas proposto por Otto Pfafstetter. É um método natural, hierárquico, baseado na topografia da área drenada, na topologia (conectividade e direção) da rede de drenagem, faz economia de dígitos, traz informação topológica nos dígitos, tem aplicabilidade geral e é de fácil integração com o SIG (RIBEIRO, 2012; SILVA, 2017).

Quadro 06 – Hierarquização para seleção dos SAFs de estudo para o desenvolvimento do trabalho.

SAF	Município do Espírito Santo	Critérios						
		1	2	3	4	5	6	7
		Está implantado há 5 anos?	Tamanho de área mínimo de 1ha?	Áreas dentro do baixo Rio Doce?	Mesmo tipo de arranjo de SAFs com diferentes estratos?	Gradiente de elevação distinta?	Possui disponibilidade de dados da bacia e logística?	Indicação de técnicos com facilidade de acesso*
01	Linhares	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixa	Sim	SEAMA
02	Afonso Cláudio	Sim	Sim	Sim	Sim	Mediana	Sim	INCAPER
03	Brejetuba	Sim	Sim	Sim	Sim	Alta	Sim	CRG
04	Afonso Cláudio	Sim	Sim	Sim	Não	Alta	Sim	CRG
05	Colatina	Sim	Não	Sim	Sim	Mediana	Sim	IT
06	Jaguaré	Sim	Não	Sim	Sim	Baixa	Não	INCAPER
07	Viana	Sim	Sim	Não	Não	Baixa	Sim	INCAPER
08	Domingos Martins	Sim	Sim	Não	Sim	Alta	Sim	SEAMA
09	Marechal Floriano	Sim	Não	Não	Não	Mediana	Sim	SEAMA
10	Cachoeiro de Itapemirim	Sim	Não	Não	Não	Mediana	Sim	INCAPER
11	Itarana/ Laranja da Terra	Sim	-	Sim	Não	Mediana	Sim	CRG

*CRG = Consórcio Público Rio Guandu; INCAPER = Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural; IT = Instituto Terra; SEAMA = Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo.

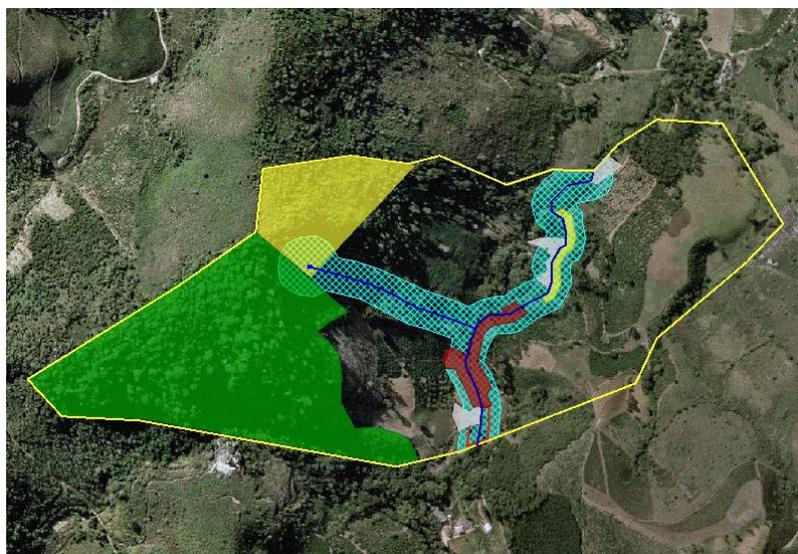
Fonte: Autoria própria

Para a seleção final, considerou-se o ranqueamento mais favorável por meio dos critérios estabelecidos no Quadro 06, e conforme o maior número de respostas favoráveis que foram apresentadas na tabela de hierarquização (VIEIRA; STUDART, 2009; OLIVEIRA, 2016), sendo selecionados a princípio os cinco primeiros SAFs a serem avaliados, cerca de metade do total levantado, e que foram declarados pelos órgãos consultados.

No entanto, desses cinco, notou-se que dois deles (SAF 04 e SAF 05) apresentaram externalidades não muito próximas ao ideal e além de maiores fragilidades para a aplicação experimental, devido aos atributos de tempo e espaço dos critérios estabelecidos, e principalmente quanto ao tamanho de área. Devido a isso, dentre esses dois SAFs, foi selecionado apenas um para que fosse feito o teste de aferição, a fim de verificar a representatividade e confiabilidade da metodologia desenvolvida.

Portanto, os três primeiros SAFs do quadro de hierarquização (Quadro 06) foram os selecionados para aplicação experimental. Já o quarto SAF do Quadro 06 foi utilizado para teste de aferição. Esse teste fez-se necessário para alinhamento anterior e posterior dos parâmetros da metodologia do modelo. Além disso, o teste também auxiliou na preparação dos aplicadores para o momento da aplicação real. A amostragem piloto desse teste foi então realizada em um SAF com 0,75 ha na Bacia do Rio Guandu, no município de Afonso Cláudio, conforme mapa de uso da propriedade apresentado na Figura 09 (SEAMA, 2021).

Figura 09 – Mapa dos usos da propriedade utilizada para o teste de aferição.



Fonte: SEAMA, 2021.

A pesquisa, portanto, foi desenvolvida em três SAFs nas propriedades rurais localizadas na sub-bacia do Barra Seca, no Córrego Farias no município de Linhares; e também nos municípios de Afonso Cláudio e Brejetuba, que estão localizados nas cabeceiras da bacia hidrográfica do Rio Guandu. No tópico seguinte serão apresentados maiores detalhes sobre os SAFs selecionados e as regiões onde estão inseridos.

No Quadro 07 são apresentadas informações sobre os três SAFs selecionados para aplicação experimental do modelo de Machado Junior (2019).

Quadro 07 – Informações gerais dos SAFs selecionados para o estudo.

Nº	Município	Sub-Bacia	Área da propriedade (ha)	Área do SAF (ha)	Elevação (m)
01	Linhares	Barra Seca	16,50	2,88	20
02	Afonso Cláudio	Guandu	16,80	1,19	550
03	Brejetuba	Guandu	14,29	1,85	1.075

Fonte: Autoria própria

4.1.1.4 Caracterização dos SAFs selecionados a partir do levantamento de dados secundários

Uma vez selecionados os SAFs de estudo, esse passo metodológico visou a definição de elementos existentes para diagnosticar com dados secundários disponíveis em fontes diversas. Foram levantados dados e informações por meio da consulta de dados em sites em instituições públicas federais (IBGE, ANA, etc.), consulta direta em instituições estaduais (INCAPER, IJSN, IEMA) e órgãos públicos municipais (Prefeituras).

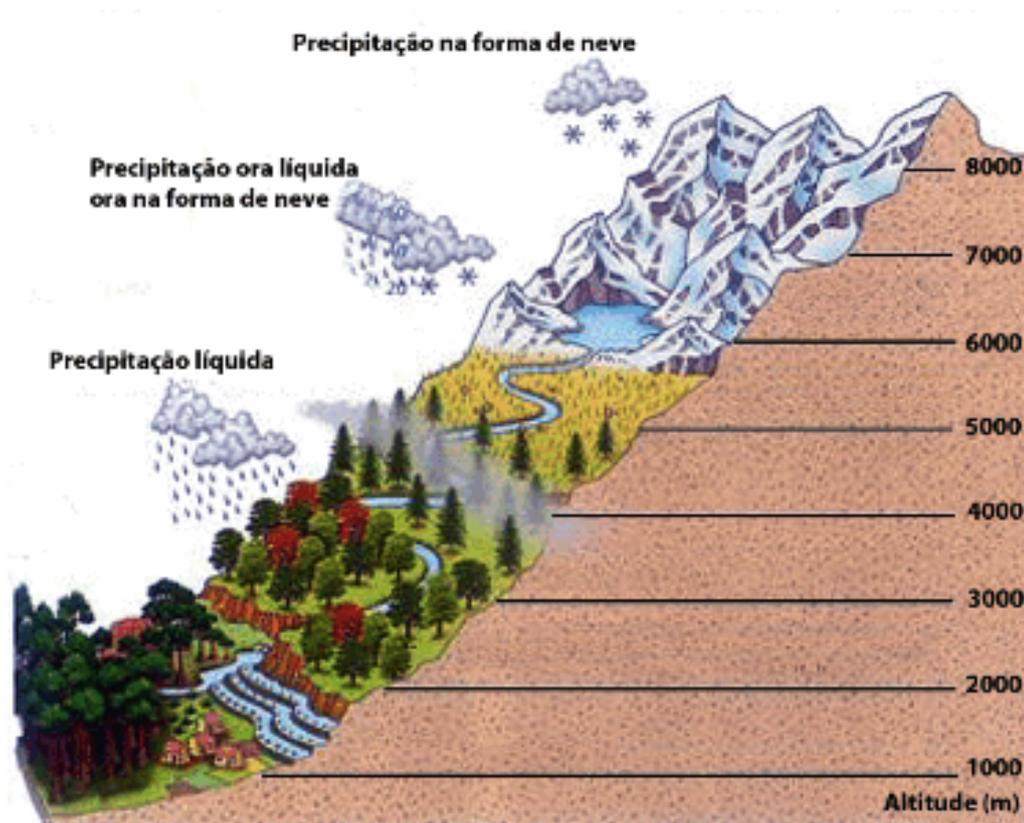
Para a caracterização, também houve busca de materiais e recursos de instituições diretamente vinculadas aos agricultores familiares (associações, cooperativas, sindicatos, empresas, comitês, etc.), que possibilitaram a caracterização dos SAFs escolhidos no contexto que estão inseridos: município, região ou bacia hidrográfica.

De acordo com o foco, os dados foram encontrados em planos de bacia e de desenvolvimento rural, além de bancos de dados disponíveis nas diversas esferas

citadas; que apontaram para arranjos produtivos, passíveis de análise, com base nas características climáticas, biofísicas e antrópicas de cada região.

Como apresentado, buscou-se, escolher SAFs situados na parte superior, média e inferior da bacia, a fim de se representar a variação do gradiente de elevação existente, como pode ser visto nos mapas das Figuras 10 e 11.

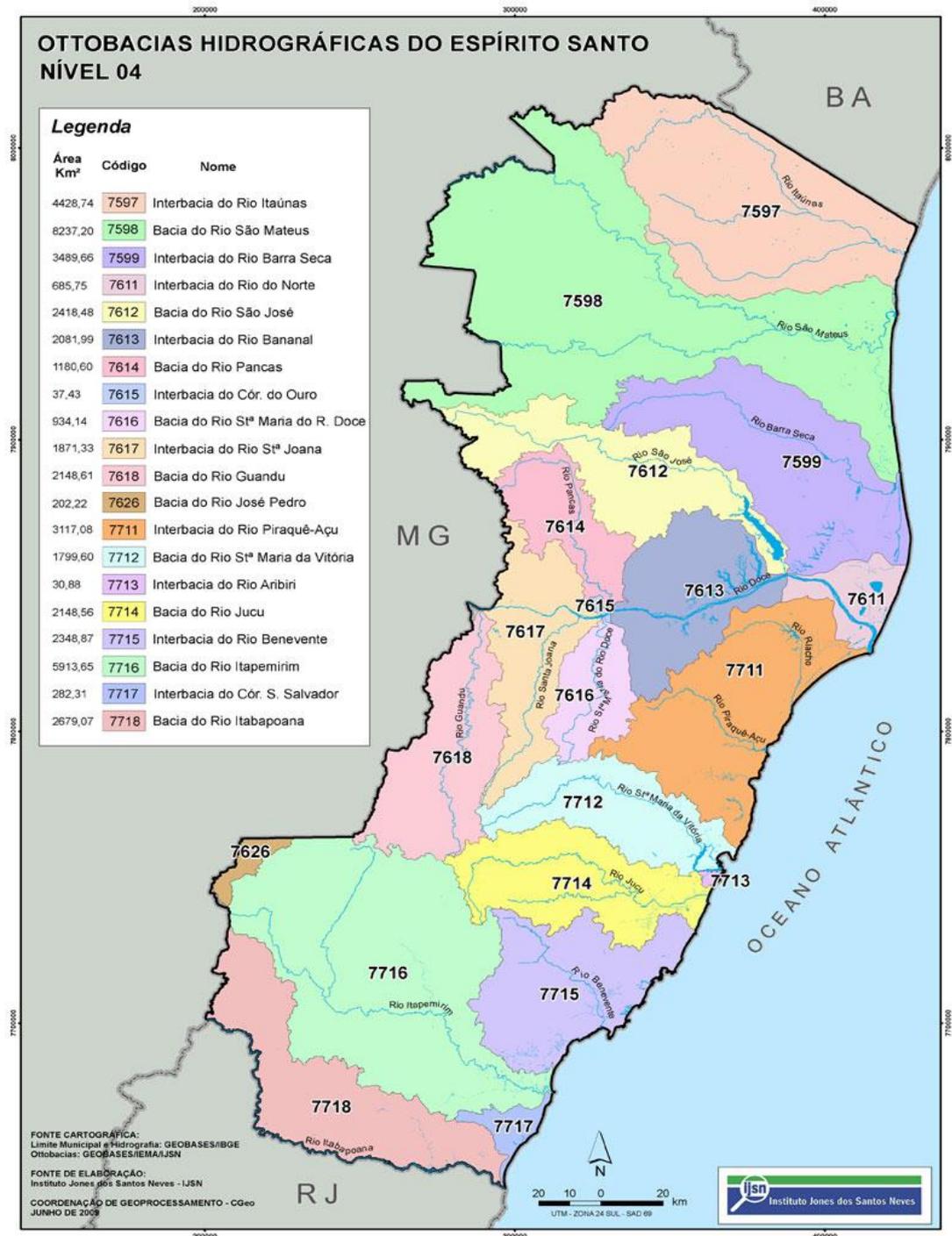
Figura 10: Variação da disponibilidade hídrica conforme gradiente de elevação.



Fonte: Branco; Mendonça; Lucci, 2016.

Conforme variações ambientais das condições físicas de cada bioma, a vegetação pode se desenvolver sob diferentes gradientes de elevação. Pode-se notar por meio da Figura 10 que a combinação de fatores como temperatura, umidade, exposição do sol e ventos, também podem interferir na água disponível e suas respectivas características.

Figura 11: Mapa de divisão hidrográfica de ottobacias do Espírito Santo.



Fonte: IJSN, 2021.

Na Figura 11, as ottobacias estudadas (7618 e 7599), possuem propriedades rurais que participam do processo de experimentação com sistemas agroflorestais e estão em transição agroecológica. Na transição agroecológica alguns dos principais itens

apontados pelos agricultores são a eliminação do uso de agrotóxicos e a diversificação dos sistemas produtivos, conforme a região (INCAPER, 2021).

Porém, mesmo diversificando as culturas e considerando também a cobertura florestal próxima às áreas desses usos, na bacia hidrográfica como um todo, é interessante ponderar a existência de uma cultura agrícola principal e predominante, como é o caso da cultura do café no estado do Espírito Santo.

O produtor rural capixaba vem percebendo a cada ano que pode implantar florestas para gerar os serviços ambientais que precisam, e respectivamente melhorar suas condições. SEAMA (2021) observou que em 2019, 70% das áreas de restauração apoiadas pelo Programa Reflorestar foram com arranjos florestais que conciliam conservação do solo e da água, com renda, e com grande destaque para os SAFs.

Embora árvores nativas sempre existiram na natureza, e apesar de existir recentemente algumas boas experiências comerciais com elas, ainda não há um histórico positivo dessa classe do ponto de vista do mercado de capital e também o nível de informação finalística ainda é baixo o suficiente para a devida tomada de decisões com base no perfil de risco e retorno sobre investimentos nesse setor.

Por outro lado, há também um alto potencial de proprietários rurais que não se vincularam a nenhum programa dessa categoria, o que deve ser motivo de atenção dos responsáveis pelo desenvolvimento das políticas agrícolas para que os programas existentes cheguem a todos de forma efetiva.

Tudo isso é confirmado pelo baixo indicador de participação e confiança que a grande maioria dos proprietários rurais possuem na execução em muitos programas institucionais. Sem planejamento, no geral, percebem que os programas não estão vinculados, situação que faz com que os recursos investidos não cheguem a todos, deixem de ser eficientes e não se tornem motores do desenvolvimento regional (BRAVO-MEDINA, 2017).

Dessa forma, construir os casos de sucesso no Brasil com árvores nativas atreladas aos sistemas agroflorestais é fundamental para criar esse registro histórico para o futuro e também possibilitar que o reflorestamento com espécies nativas e SAFs ganhem escala (WRI BRASIL, 2021).

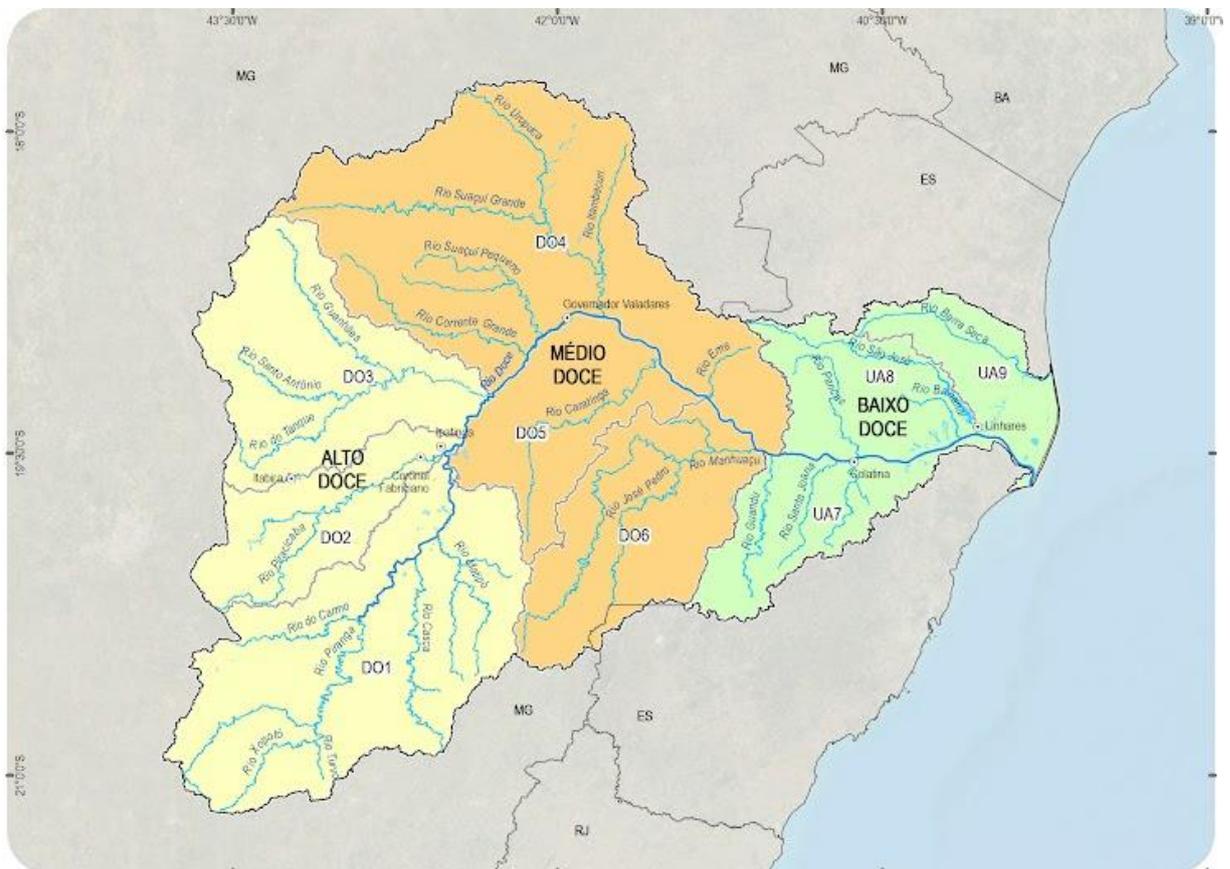
4.1.1.4.1 Caracterização das bacias hidrográficas onde os SAFs selecionados estão inseridos

A experimentação foi realizada em SAFs implantados no Baixo Rio Doce no estado do Espírito Santo, além de estar em diferentes gradientes de elevação nas bacias e com disponibilidade de dados suficientes para análise dos indicadores do modelo.

A região hidrográfica do Baixo Rio Doce foi selecionada (Figura 13), em diferentes gradientes de elevação (20m, 550m e 1.075m) das ottobacias do Rio Barra Seca e Foz do Rio Doce (margem esquerda) e do Rio Guandu (margem direita).

Dentre os principais fatores de degradação da qualidade da água nessas bacias estão a ocupação desordenada de margens dos rios, a erosão dos solos e o lançamento de efluentes e resíduos de atividades agropecuárias (CBH-DOCE, 2007).

Figura 13: Mapa de divisão hidrográfica das bacias do Rio Doce.



Fonte: CBH-DOCE, 2007.

subsidiaram o desenvolvimento do protocolo alguns modelos adaptados de estruturas de outros órgãos, que fossem simples para avaliação dos indicadores de sustentabilidade em suas respectivas dimensões e categorias junto aos proprietários de SAFs no território estudado.

A caracterização das estruturas, operações e sistemas de produção empregados pelos estabelecimentos agroflorestais estudados foi realizada por entrevistas estruturadas com o proprietário e pesquisador, o qual vinculou o objetivo geral desta pesquisa às perguntas, realizadas entre os meses de fevereiro e maio de 2021.

Na elaboração do formulário, por meio de questionários individuais, foi estruturado um roteiro para a entrevista a fim de que ele fosse utilizado como um guia durante a conversa com os entrevistados, em uma conversa informal e bem detalhada, para que fosse ao máximo relatada e posteriormente sistematizada (Quadro 08).

Duas fontes foram usadas para coletar dados primários: um questionário semiestruturado previamente proposto por Machado Júnior (2019), e que posteriormente foi retificado para se obter dados sobre as características dos produtores; e métodos de observação de campo foram aplicados para levantar informações detalhadas com base nas características locais (RIBEIRO, 2012).

Quadro 08: Protocolo de campo adaptado e desenvolvido para coleta de campo. (continua)

Aplicação do Modelo de Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais proposto por Machado Junior, 2019.			
Questionário para Cadastro e Diagnóstico			
Ao preencher a planilha, siga as orientações observando a aba de apresentação.			
1. Caracterização socioeconômica do proprietário e da propriedade rural.			
Data da vistoria:		Município / Estado:	
Autoriza gravar entrevista/divulgar resultados com sigilo?			Autoriza tirar foto?
1.1. Identificação dos aplicadores			
Nome:			
Instituição:		Contato:	
Nome:			
Instituição:		Contato:	

Quadro 08: Protocolo de campo adaptado e desenvolvido para coleta de campo. (continuação)

1.2. Identificação do proprietário rural			
Nome*:			
CPF/CNPJ:		Contato:	
Endereço/Acesso:*			
1.3. Dados da unidade familiar (se houver) adaptado DAP/MAPA - SIATER/INCAPER			
Data de nascimento / Idade do proprietário:			
Escolaridade do proprietário rural:			
Estado civil (se houver):	() solteiro () casado () divorciado () união estável () outros.		
Nome do Cônjuge			
CPF (se houver):		Contato:	
Data de nascimento / Idade do cônjuge (se houver):			
Escolaridade do cônjuge (se houver):			
O proprietário participa de alguma associação/cooperativa? Qual?			
O proprietário reside na propriedade ou tem vínculo direto na terra?	() sim () não		
Número de pessoas da família residentes no estabelecimento:			
Número de pessoas envolvidas diretamente com as atividades de renda da propriedade:			
Número de empregados permanentes contratados:			
Há permanência de força de trabalho familiar?	() sim () não		
1.4. Dados da propriedade rural adaptado DAP/BRASIL (2007) - SIATER/INCAPER			
Nome:			
Endereço:			
Área Total (ha):		Elevação média:	
Coordenadas UTM		Condição de posse e uso da terra:	
Bacia Hidrográfica:			
Renda mensal da propriedade:		Renda fora da propriedade (mês):	
2. Caracterização do sistema agroflorestal presente na propriedade rural			
2.1 Dados do sistema agroflorestal (SAF)			
Área do SAF*:		Idade do SAF (anos):*	
Teve projeto para implantação?		Quem incentivou?	
Caracterização do tipo de modelo / arranjo do SAF	() Sistemas agrossilviculturais () Sistemas agrossilvipastoris () Sistemas silvipastoris () Sistemas de enriquecimento de capoeiras com espécies de importância econômica e pousio melhorado. () Outros. Qual? _____		

Quadro 08: Protocolo de campo adaptado e desenvolvido para coleta de campo. (conclusão)

2.2 Insumos necessários para implantação da área de intervenção no projeto				
Insumos	Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Total
Fertilizante		Kg		
Formicida		Kg		
Herbicida		Kg		
Hidrogel		Kg		
Cerca				
Total				

Espécies	Culturas	Numero	Espaçamento (m)	Área
Total				

2.3 Questionário da área da propriedade e seus usos (adaptado de GOMES, 2018)			
Existe outras áreas ocupadas por plantações agrícolas ou pecuária?			
Tem área de floresta nativa ou reserva legal?			
Há nascentes na propriedade?			
Caso responda sim, as nascentes são preservadas?			
Você já recuperou alguma nascente nesta propriedade? Cercou, plantou árvores nativas?			
Existem áreas degradadas / erodidas ou impróprias para o cultivo na sua propriedade?			
Você já tentou recuperar essas áreas?			
Do seu ponto de vista, para que serve o seu sistema agroflorestal? Obs.: cite uma frase.			
Por que você planta no SAF?	<input type="checkbox"/> paisagismo	<input type="checkbox"/> alimentação	<input type="checkbox"/> lazer
	<input type="checkbox"/> terapia ocupac.	<input type="checkbox"/> comércio	<input type="checkbox"/> outros
Quem cuida do SAF?	<input type="checkbox"/> você <input type="checkbox"/> família <input type="checkbox"/> caseiro <input type="checkbox"/> funcionário <input type="checkbox"/> Outros _____.		
Qual a ordem de importância de cada dimensão? Enumere.	<input type="checkbox"/> ambiental <input type="checkbox"/> sociocultural <input type="checkbox"/> econômico <input type="checkbox"/> político-institucional		

Fonte: Autoria própria

As entrevistas semiestruturadas foram utilizadas neste trabalho, pois permitem o diálogo participativo e são consideradas como uma técnica de diagnóstico que possibilita a interação entre agricultores e pesquisadores. Não obstante, também permite o levantamento do histórico das áreas e compreensão da relação produtiva da família em relação à conservação dos recursos naturais locais (INCAPER, 2021; SATTTLER, 2012).

Assim como Oliveira (2016) também observaram-se características das famílias dos agricultores, características ocupacionais, percepções sobre as culturas e fatores demográficos, incluindo idade, gênero, instrução, renda e posse de terra dos entrevistados.

O intuito foi de utilizar principalmente como base o quadro para sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H proposto por Machado Júnior (2019). Neste quadro, a avaliação da escala foi composta por níveis de classificação que variaram da favorabilidade ou a não favorabilidade à sustentabilidade, conforme a ponderação do pesquisador quando realizou a visita de campo e atribuiu as notas aos respectivos aspectos observados.

4.1.2.2 Coleta de dados com visitas a campo

Com o protocolo de campo pronto e os SAFs selecionados, as propriedades rurais foram visitadas para aplicação, de acordo com a logística e contato pré-estabelecidos. As Figuras 16 a 19 apresentam fotos das visitas realizadas para coleta de dados e informações nos SAFs selecionados.

Figura 16: Fotos das visitas para coleta de dados do formulário aplicado em SAFs junto às propriedades rurais em diferentes elevações.



Fonte: Autoria própria

As entrevistas foram marcadas após o primeiro contato com as famílias e a autorização para uma possível realização de pesquisas em suas propriedades. Nos

três SAFs, a pessoa entrevistada foi o responsável pelo sistema agroflorestal ou pela implantação dele. Durante as entrevistas, foi imprescindível a presença de outras pessoas que contribuíram para tirar fotos ou coletar solo; ou anotar as informações relevantes para que fossem analisadas e sistematizadas posteriormente.

Figura 17: SAF 01 – Córrego Farias, município de Linhares/ES – Elevação 20m.



Fonte: Autoria própria

Figura 18: SAF 02 – Pouso Alto, município de Afonso Cláudio/ES - Elevação 550m.



Fonte: Autoria própria

Figura 19: SAF 03 – Rancho Dantas, município de Brejetuba/ES – Elevação 1.075m.



Fonte: Autoria própria

Com o uso do roteiro do protocolo de campo, objetivou-se orientar e não de limitar as possíveis informações que surgiram ao longo da entrevista. Dentre os itens do roteiro, constou o histórico da família, das propriedades, diferentes técnicas produtivas adotadas, aspectos sociais e políticos, uso e destinação da água referentes à qualidade e quantidade de água na propriedade, e outras observações ao longo dos últimos anos.

4.1.2.3 Tratamento dos dados coletados

Assim que as visitas em campo aconteceram, iniciou-se o provisionamento de dados com a prospecção em planilha eletrônica dos valores atribuídos na avaliação, com seus respectivos ajustes para suprimento de um banco de dados da pesquisa.

Os dados de campo foram coletados por meio de questionários semiestruturados e tabulados no editor Microsoft Excel (2010) e apresentados em papel impresso. Enquanto as informações obtidas por meio de observação durante visitas de campo foram apresentadas de forma descritiva.

A metodologia descrita por Sattler (2012), para cálculo e análise da sustentabilidade, os indicadores adotados neste trabalho podem ser definidos como qualitativos, apresentando algumas particularidades, descritas a seguir.

As unidades de medida destes indicadores foram padronizadas e integradas em uma só matriz para facilitar a aplicação conforme APÊNDICE B. Assim como feito por Silva (2017) e Daniel (2000), os dados coletados foram analisados por meio do uso de tabelas de números absolutos e porcentagens plotados em gráficos.

Na planilha elaborada para avaliação qualitativa dos parâmetros, foram arbitrados para cada indicador, a resposta dicotômica que seja "sim" em cor verde para a situação "favorável à sustentabilidade"; ou a resposta "não" em cor vermelha para a situação "não favorável à sustentabilidade" – conforme sugestão de Machado Júnior (2019), exposta no exemplo de marcação do Quadro 09.

Quadro 09: Exemplo de marcação em planilha para qualificação dos indicadores.

Indicador	Critério de classificação do parâmetro do indicador	Descrição do parâmetro	Qualificação (FAVORÁVEL)
14	Favorável-SIM Não favorável - NÃO	Existência mínima de práticas vegetativas na área em análise, tais como: plantios em curvas de níveis, plantios adensados, plantio intercalados, plantios com práticas sucessionais.	SIM
15	Favorável-SIM Não favorável - NÃO	Existência mínima de infraestruturas de reservação hídrica na área em análise, tais como: barramentos que regulam ou não a vazão, tanques, tanques lonados, barramento subterrâneo	NÃO

Fonte: Autoria própria

Como se observa em outros trabalhos desse tipo, Daniel (2000) e Oliveira (2016), este procedimento favorece uma análise independente para cada SAF, ou se houver necessidade de se utilizar as médias do grupo avaliado para fins de comparação por meio de entidades ligadas principalmente à questão agrária e ambiental, consultadas na etapa de caracterização (SILVA, 2017).

Os procedimentos de monitoramento podem ser descritos para cada indicador selecionado ou para um conjunto de indicadores. Durante o teste de aferição, percebeu-se a necessidade de agrupar os indicadores em blocos para facilitar a avaliação e otimizar tempo de análise; visto que se ainda fosse avaliar ou descrever individualmente os parâmetros para cada indicador ou descritor, o volume de informação iria aumentar consideravelmente, sem impactar os resultados de forma significativa.

A classificação por dimensão dentro de cada unidade de sistema agroflorestal foi primordial para posterior análise comparativa das respostas registradas por associação de dois indicadores em cada descritor (MACHADO JUNIOR, 2019). Essa organização dos indicadores, distribuídos em função das dimensões da sustentabilidade, as categorias de fatores externos e internos, os elementos e respectivos descritores, acompanha uma tendência atual de proposta metodológica para este tipo de estudo (SATTLE, 2012).

Devido a essa base já bem consolidada conceitualmente, que os descritores oferecem a estruturação mínima suficiente para avaliar os sistemas do modelo e selecionar os indicadores que convêm à realidade da aplicação (MACHADO JUNIOR, 2019).

4.1.3. ETAPA 3 - Avaliação da capacidade dos indicadores em representar os devidos fatores de sustentabilidade

Uma vez coletados e tratados os dados correspondentes aos SAFs selecionados, nesta etapa foi realizada a avaliação dos indicadores que já se mostravam, de forma geral, potencialmente mais relevantes que outros durante o teste de aferição e a aplicação propriamente dita.

Como a análise de indicadores exige uma avaliação prudente, alguns critérios foram previamente identificados, conforme Daniel (2000) e Machado Júnior (2019), e foram aplicados para saber se na elaboração destes indicadores foi feita uma escolha adequada, tais como apresentados anteriormente no Quadro 04.

Toda avaliação pressupõe algum nível de comparação. Neste caso, do resultado alcançado com o parâmetro desejado. O primeiro passo para a análise comparativa de ferramentas de avaliação quanto à favorabilidade à sustentabilidade em SAFs, foi a seleção das metodologias consideradas mais promissoras em relação a este tema. Esta primeira etapa foi realizada através de revisão de literatura, buscando diversas obras na pesquisa bibliográfica, como a de Silva (2019), que serviu como base sólida.

Este levantamento inicial conduziu às principais ferramentas em desenvolvimento em diversas áreas do conhecimento, e não somente relacionada com a temática da sustentabilidade. Independentemente da área de atuação das diferentes ferramentas de avaliação, a prospecção de cenários, se mostrou nesta etapa entre as metodologias que, no geral, têm sido melhores utilizadas (OLIVEIRA, 2016).

Os padrões de sustentabilidade estabelecidos estão na maioria das vezes relacionados especificamente ao arranjo ambiental em determinada condição de elevação ou, sob as influências diretas da manutenção da tecnologia e também das práticas produtivas (VIEIRA, 2005).

A partir dos valores apresentados na aplicação do modelo nos SAFs foi possível alcançar o resultado para experimentar as diferenças já observadas visualmente pelos indicadores, sendo imprescindível considerar novamente as variáveis previamente identificadas.

Já no Quadro 10 é apresentado o número de indicadores que produziram respostas classificadas como “sim” ou “não” quanto à favorabilidade à sustentabilidade, por dimensão de análise, para cada um dos SAFs estudados. Por exemplo, no SAF 03 o número de indicadores da Dimensão Ambiental que indicaram favorabilidade à sustentabilidade foi 29 (de um total de 40 indicadores). Já na Dimensão Social, esse número foi 19 (de um total de 28 indicadores).

Quadro 10: Respostas quanto à favorabilidade à sustentabilidade por dimensões.

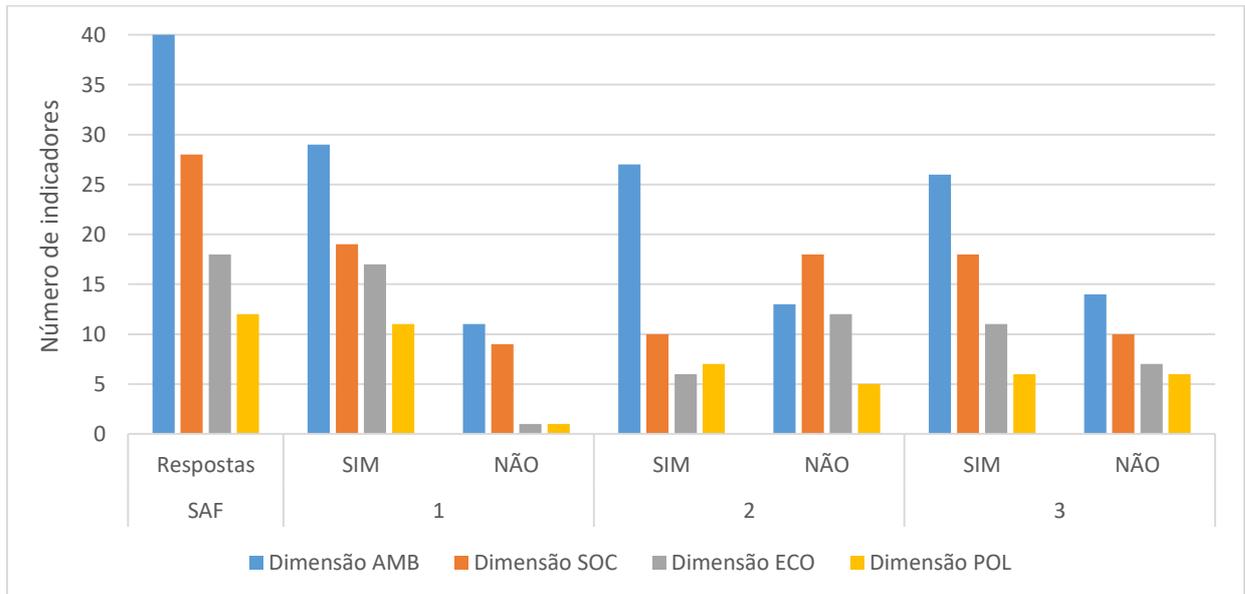
Favorabilidade à Sustentabilidade		Dimensões				TOTAL
		AMB	SOC	ECO	POL	
SAF	Respostas	40	28	18	12	98
01	SIM	26	18	11	6	61
	NÃO	14	10	7	6	37
02	SIM	27	10	6	7	50
	NÃO	13	18	12	5	48
03	SIM	29	19	17	11	76
	NÃO	11	9	1	1	22

Fonte: Autoria própria

Da mesma forma que no Quadro 10, cada dimensão é indicada na Figura 20 com uma respectiva cor. Em cada SAF o número de respostas é apresentado ao número correspondente de indicadores na aplicação experimental. O eixo vertical do gráfico corresponde ao número de indicadores, sendo que no eixo horizontal estão distribuídas as respostas favoráveis (SIM/NÃO) para cada um dos três SAFs estudados, confrontando o total das respostas de todos os indicadores em relação a sustentabilidade esperada em cada dimensão.

Pode-se notar também que no conjunto de barras representados no gráfico relacionados à respostas NÃO, os números de indicadores com valores mais baixos são referentes às dimensões econômica e político-institucional em todos os SAFs, que possuem menor número de indicadores. Ao contrário, no conjunto de barras representados no gráfico relacionados à respostas SIM, os números de indicadores com os valores mais altos são proporcionalmente maiores na dimensão ambiental o qual possui um número maior de indicadores agregados.

Figura 20: Número de indicadores que resultaram em resposta SIM ou NÃO, por dimensão, para cada SAF estudado.



Fonte: Autoria própria

A partir dessas observações, pode-se diagnosticar cenários em relação ao comportamento dos indicadores da hierarquia do modelo em relação a cada SAF aplicado nas diferentes condições de elevação. Também foi notado como o modelo demonstrou a aplicação por meio do gráfico de explosão solar que ilustra a sensibilidade do modelo em cada situação. Sendo assim, apresentamos uma avaliação no próximo passo que ilustra os aspectos quali-quantitativos fruto desta aplicação experimental.

4.1.3.1 Avaliação de tendência à sustentabilidade

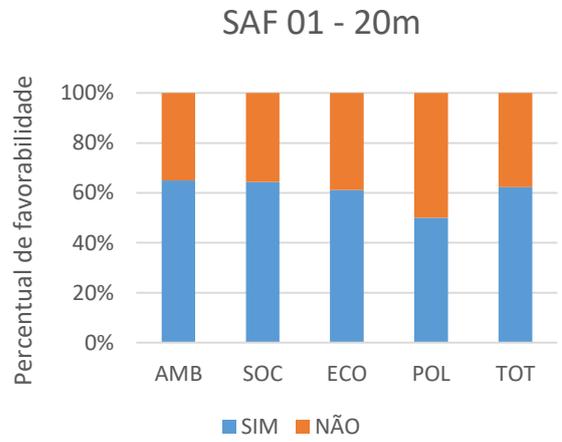
A avaliação dos indicadores aplicados nos três SAFs selecionados foi construída a partir do protocolo utilizado para medir os aspectos quali-quantitativos de cada cenário atual individual, conforme pode-se observar nos Quadros 11, 12 e 13. À princípio, há uma descrição sucinta do cenário observado em campo, com ilustração de fotos e de gráficos de barra – apresentando o percentual de favorabilidade em cada dimensão do referido SAF-, e gráficos de radar representando o comportamento do padrão de respostas nas referidas dimensões do modelo. Além da descrição observada em campo em relação a cada dimensão do modelo.

Ao final de cada quadro é apresentado o resultado da aplicação do modelo por meio de um gráfico de explosão solar. Nesse gráfico, os indicadores pintados em ‘verde’ e em ‘vermelho’ indicam ‘favorabilidade’ e ‘não favorabilidade’ à sustentabilidade, respectivamente.

Quadro 11: Cenário observado para o SAF 01 durante a visita de aplicação (continua).

SAF 01 – 20m – Total de 62% dos indicadores classificados como favorável à sustentabilidade

É bem notório neste SAF que há um cunho produtivo quanto ao manejo das espécies, muito voltado para o lado econômico que envolvem a poda constante e uso de maquinário e ferramentas específicas para o desenvolvimento das atividades. A produção em monocultura é bem desenvolvida com a presença de cursos d’água intermitentes fora do reservatório principal e as dimensões de avaliação da sustentabilidade estão bem equilibradas. Do total de 98 indicadores avaliados, 62% foram classificados como favorável à sustentabilidade.



AMBIENTAL: Por ocorrer em solos planos e arenosos, e com aproveitamento de matéria orgânica vindo da poda programada das espécies, há pouco escoamento superficial e toda a água é bem aproveitada. As espécies produtivas são escalonadas por idade tendo o coco como atividade principal, seguido de café conilon, cacau e seringueira e nativas (sapucaia, acerola, acácia). Há presença de aves, teiú e tatus que também vêm de fragmentos florestais próximos, mesmo que poucos existentes.

ECONÔMICO: As condições de renda são relativamente boas pois, além das atividades agrícolas, a família investiu e possui estrutura para o agroturismo com aluguel de espaço para outras atividades na propriedade, com bens externos e colaboração de uma família de caseiros que são parceiros para a produção.

Quadro 11: Cenário observado para o SAF 01 durante a visita de aplicação (conclusão).

SOCIOCULTURAL: Há uma notória evolução do campesinato, com boas estruturas físicas, com bons aspectos de saúde, educação, organização familiar e força de trabalho. Acesso a boas condições viárias, rede de energia, coleta de lixo, comunicação e tecnologias. Além de uma relação social de destaque.

POLITICO-INSTITUCIONAL: Há um bom nível instrução e conhecimento com acesso ao ensino superior e estreita relação com órgãos governamentais (Prefeitura) e outras organizações (SEBRAE, SENAR), Associação de produtores locais (APRUCOF) e Cooperativa de Borracha (COOPEBORES).

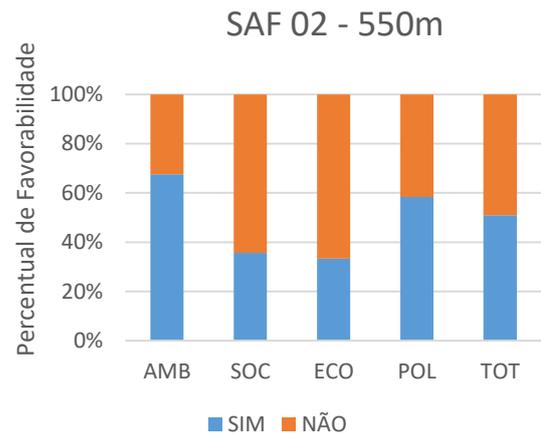


Fonte: Autoria própria.

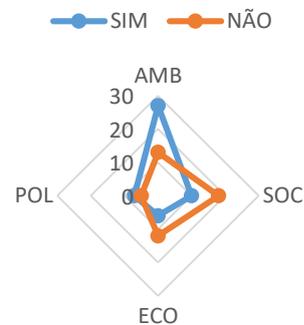
Quadro 12: Cenário observado para o SAF 02 durante a visita de aplicação (continua).

SAF 02 – 550 m - Total de 51% dos indicadores classificados como favorável à sustentabilidade

Neste SAF pôde-se observar que há um cuidado especial quanto ao manejo das espécies florestais nativas e produtivas com técnicas da agricultura familiar e resultados de bom crescimento de espécies, porém com pouca gestão da propriedade por conta de força de trabalho humano e disponibilidade hídrica. Os modos de uso e ocupação ainda é arcaico e precário, fazendo com que pelas próprias condições sociais e econômicas da propriedade sejam negativamente muito marcantes. Do total de 98 indicadores avaliados, 51% foram classificados como favorável à sustentabilidade.



SAF 02 - 550m



AMBIENTAL: É perceptível que essa é uma dimensão bem evidente. Há pouca disponibilidade hídrica, consequência nítida de manejo extensivo do solo em toda região, com escoamento superficial que prejudica a infiltração e recarga de lençóis. A intervenção do SAF contribui como corredor ecológico para um fragmento florestal e aporta matéria orgânica vindo de espécies produtivas (café conilon e palmitos pupunha e margoso) além de um leque de mais de 15 espécies de nativas (peroba, jatobá, vinhático, bandarra, cedro, sapucaia, canela, pata de vaca, jacarandá, aroeira, garapa); além de frutíferas como goiaba, jaca, abacate e banana.

ECONÔMICO: A família possui condições simples quanto à estrutura adequada para o desenvolvimento de atividades geradoras de renda a partir da propriedade; com intuito de uso da terra para exclusivo sustento e subsistência da família, sem grandes relações com mercados externos ou de porte maior.

Quadro 12: Cenário observado para o SAF 02 durante a visita de aplicação (continua).

SOCIOCULTURAL: A residência da família na região segue os padrões da agricultura familiar com bons aspectos de saúde, organização e força de trabalho. Acesso à rede de energia e coleta de lixo, além de telecomunicação e boas condições viárias.

POLITICO-INSTITUCIONAL: Há uma relação direta de assistência técnica com diversos órgãos governamentais (INCAPER, Prefeitura) e outras organizações (CRG, Sindicato dos Trabalhadores Rurais), inclusive com associações e cooperativas, mas ainda com baixa efetividade para alavancar a dimensão no SAF.

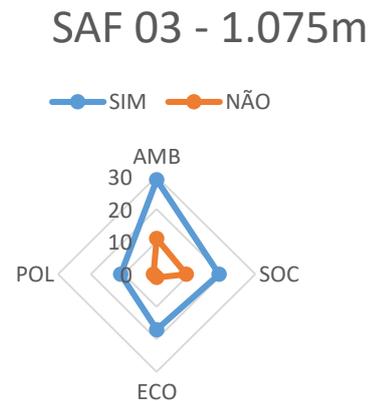
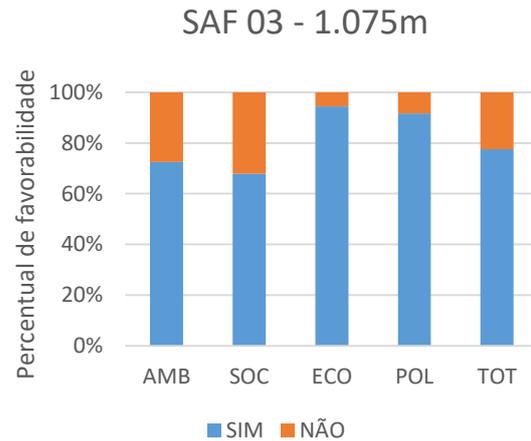


Fonte: Autoria própria.

Quadro 13: Cenário individual observado para o SAF 03 durante a visita de aplicação (continua).

SAF 03 – 1.075 m – Total de 78% dos indicadores classificados como favorável à sustentabilidade

Nas condições avaliadas na visita realizada na propriedade, o cenário observado foi a presença de propriedade familiar com predominância do trabalho do proprietário rural, com boa consciência ambiental, atividades econômicas muito desenvolvidas conforme orientações de técnicos extensionistas e bom envolvimento sociocultural e político-institucional. Do total de 98 indicadores avaliados, 78% foram classificados como favorável à sustentabilidade.



AMBIENTAL: Solos com relativa redução do escoamento superficial, e boa infiltração e recarga de água, bem cobertos com matéria orgânica vindo de espécies produtivas (café arábica, banana, palmito pupunha, eucalipto) e presença marcante de nativas (ipês, pau brasil, palmáceas, embaúba, paraju, murici, canela); que favorecem, inclusive, a presença de animais como macacos, quati, jacu, aves e lagartos que vêm de fragmentos florestais próximos.

ECONÔMICO: As condições de renda são relativamente boas pois, mesmo que simples, a família possui estrutura adequada para a produção de café de qualidade; advindas especialmente pelas atividades geradas apenas na propriedade.

SOCIOCULTURAL: A residência da família na região segue os padrões da agricultura familiar com bons aspectos de saúde, organização e força de trabalho. Acesso à rede de energia e coleta de lixo, além de telecomunicação e boas condições viárias para escoamento da produção.

POLÍTICO-INSTITUCIONAL: Mesmo com pouca escolaridade, há muita instrução, onde a educação informal e processual com boa relação com diversos órgãos governamentais (INCAPER, IFES, PREFEITURA) e outras organizações (SEBRAE, CRG), inclusive com associações e cooperativas relacionadas ao desempenho das atividades correlatas (COOCAFÉ, Associação das Montanhas).

Quadro 13: Cenário individual observado para o SAF 03 durante a visita de aplicação (conclusão).



Fonte: Autoria própria

Machado Júnior (2019) utilizou o gráfico de explosão solar, onde cada nível da hierarquia é representado por um anel ou círculo, com o círculo mais interno na parte superior da hierarquia, que representa de maneira gráfica os graus de sustentabilidade, conforme foi apresentado anteriormente na Figura 07. Tais gráficos, mostram quais indicadores merecem maior atenção para promoção da sustentabilidade do SAF.

Esses métodos se tornam úteis ao mostrar como um anel se divide em outros tipos de gráficos hierárquicos, que são muito indicados para estabelecer comparações entre causa e efeito em tamanhos relativos. Percebe-se que as condições de elevação, clima e arranjos aliados às características ambientais e como condições de manejo dos SAFs apresentam as variações de cada particularidade entre eles.

Contudo, os aspectos estão relacionados diretamente às dimensões estudadas, refletindo as funções ambientais, econômicas, socioculturais e político-institucionais do sistema; que também são muito bem representadas em gráficos de radar que se mostram ideais para exibir dados hierárquicos (DANIEL, 2000; OLIVEIRA, 2016).

Na Figura 21 é possível perceber, para cada uma das dimensões, o percentual de indicadores classificados como favorável à sustentabilidade em cada um dos três SAFs estudados. O gráfico auxilia identificar, de modo geral, as dimensões que requerem maior atenção. No SAF 02, por exemplo, verifica-se que as dimensões que requerem maior atenção são a sociocultural e a econômica.

A exemplo de SAFs considerados mais sustentáveis visualmente, foram claramente demonstrados por meios das colunas da Figura 21 com respostas favoráveis à sustentabilidade, como principalmente os SAFs que estão situados em maiores elevações (SATTLER, 2012).

Há também evidências de destaque especial para características intrinsecamente humanas como a capacidade econômica e perspectivas de manejo quanto ao SAF. Por exemplo, o SAF 01 que tem um caráter econômico bem proeminente, o gráfico pode ter mostrado as barras de cada um das dimensões com percentuais bem próximos a média total (Quadro 11). Muito diferente dos outros SAFs onde não há esse equilíbrio de dimensões tão evidente, no SAF 03 há maiores pontuações político-institucionais e econômicas (Quadro 13), e no SAF 02 menores pontuações sociais e econômicas devido às perspectivas humanas.

Na Figura 22 são apresentados os gráficos de explosão solar para cada um dos SAFs estudados, lado a lado. É possível perceber que eles corroboram com as observações dos gráficos de barra (Figura 21). Na representação por meio do gráfico de explosão solar é possível identificar quais fatores (indicadores), de cada dimensão, requerem maior atenção sob a ótica da promoção da sustentabilidade do SAF.

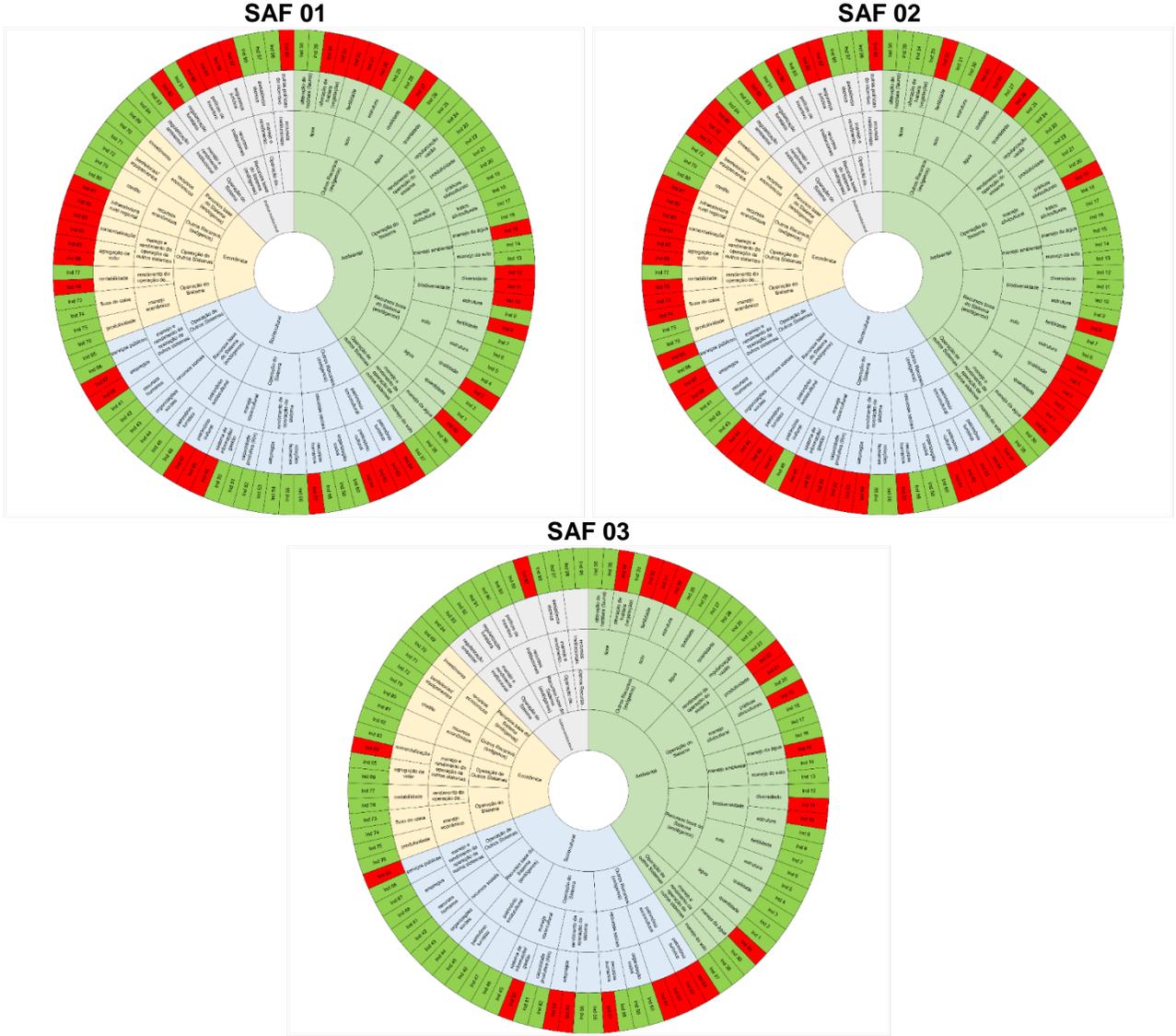
É possível perceber nas Figuras 21 e 22, que há diferenças na aplicação do modelo à cada SAF. Isso evidencia que o modelo é sensível à realidade encontrada na experimentação e consegue capturar as mudanças nos valores dos indicadores, de um SAF para outro.

Figura 21: Percentual de indicadores classificados como SIM/NÃO por dimensão em cada barra, para cada um dos SAFs estudados.



Fonte: Autoria própria

Figura 22: Gráficos de explosão solar evidenciando as respostas dos indicadores para cada um dos SAFs.



Fonte: Autoria própria

Vargas e Ferreira Junior (2012), aplicaram um protocolo de avaliação rápida de rios com uma relação de 22 parâmetros em duas microbacias dentro da mesma ottobacia de maior condição de elevação; e também concluíram que esse tipo de aplicação é simples, de baixo custo e fornece dados bem próximos à realidade, mesmo que aplicados com mesma classe de agricultores familiares com relativo tamanho de propriedades e de SAFs semelhantes, porém em diferentes contextos.

Quanto a alguns indicadores isolados, verificou-se que alguns precisam de ajustes. Pode-se mencionar na dimensão ambiental, o fator externo ao SAF de impactar a estrutura dendométrica (indicador 33) e a fitossociologia (34). Na dimensão sociocultural, os indicadores 53 e 54 que tratam sobre a criação dos postos de trabalho direto, formal e fixo, quando observados sob a ótica da agricultura familiar perdem o sentido e deveriam ter outra consideração ou serem descartados a critério do aplicador.

Na dimensão econômica, conforme APÊNDICE C, os indicadores 73 e 74 se o sistema for para subsistência como no SAF 02, onde o payback e valor presente líquido são usados conforme o agricultor precisa. E na dimensão político-institucional, os indicadores 91 e 92 que consideram o CAR como principal instrumento para a regularização fundiária, sendo que este não é. Alguns indicadores apontam documentos específicos para regularização, que alguns casos podem não se aplicar.

O número de indicadores é sempre uma preocupação constante com aplicadores de modelos. Camino e Muller (1993) recomendam que o número máximo de indicadores oscile entre 6 e 8 enquanto obras mais antigas buscam melhor entendimento entre indicadores biofísicos e socioeconômicos. Daniel (2000) obteve uma redução dos 65 originais listados para 48 após a aplicação dos critérios específicos a seus objetivos, estes ainda superam em muito as sugestões de outros autores.

Embora extensa, se comparada às recomendações da literatura, a quantidade de indicadores constantes no modelo de Machado Junior (2019) não se torna exaustiva na aplicação. Também não inclui altos custos no processo de avaliação, pois eles são obtidos ou por meio de entrevistas aos produtores e trabalhadores, o que pode inclusive ser feito por amostragem, ou por meio de cálculos, os quais podem ser assessorados por técnicos das empresas de extensão, para o caso de o sistema não ter condições de manter uma equipe técnica própria e capacitada.

Um destaque importante refere-se ao tempo estimado de aplicação. Deve ser levado em consideração pois em protocolos de avaliação rápida de rios, em geral, é dispensada em torno de 1 hora para sua efetiva aplicação com o interessado e a realização de vistoria no local.

No caso do protocolo desenvolvido para aplicação do modelo de Machado Júnior (2019), como há uma grande quantidade de indicadores, o tempo de aplicação duplica-se ou até pode triplicar a depender da habilidade do aplicador em manusear a ferramenta, bem como realizar a vistoria para constatação dos itens que necessitam de inspeção detalhada (GEILFUS, 1997).

É importante ressaltar que devido ao número alto de indicadores e parâmetros a serem analisados, se considerar um tempo médio de 1 minuto para cada um dos 98 indicadores, estima-se em torno de 2 horas apenas para aplicação do questionário. Se considerar um tempo médio de 1,5 minuto (90 segundos), é estimado um tempo aproximado de 3 horas de aplicação da ferramenta considerando que há uma parte inicial de introdução e diagnóstico com coleta de dados para cadastro.

Esse tempo pode refletir na qualidade da aplicação, pois pode-se prejudicar o resultado de alguma dimensão devido à fadiga, tanto do aplicador quanto do entrevistado, em terminar logo a atividade, principalmente se não houver previsão de tempo previamente estabelecido para essa conversa ou interesse recíproco em liquidar todas as perguntas com afinco.

Por meio desta perspectiva, os agricultores, também incluem critérios associados ao manejo, à articulação do grupo de produtores no processo de produção, para que o SAF seja bem usado e traga sustento para a família por exemplo. Para muitos, o SAF só é bom, se houver uma interação entre as pessoas com o sistema (social e político-institucional), para outros o SAF precisa manter uma produção harmônica com a natureza.

Considerando, apenas a fase do monitoramento, foi realizada a avaliação dos indicadores em blocos das categorias, em cada dimensão, por meio da aplicação do protocolo. Ou seja, todas as análises realizadas anteriormente geraram dados e informações para que esse quadro analítico pudesse ser elaborado com a segurança que ao se analisar os indicadores em grupo, seria possível ter resultados satisfatórios.

No Quadro 14 é apresentada avaliação da capacidade dos indicadores componentes do modelo de Machado Junior (2019), em grupo, de representar os respectivos fatores intervenientes sobre a sustentabilidade dos SAFs.

Tal avaliação levou em consideração as etapas inerentes ao desenvolvimento dos SAFs, considerando as fases de sua implantação e de seu monitoramento, onde já notou-se a princípio que alguns indicadores precisam ser aperfeiçoados, em especial na implantação dos SAFs, pois nessa fase inicial há muita incerteza quanto a inúmeros aspectos sobre as diferentes dimensões quanto a evolução e estabilização do SAF.

Quadro 14: Avaliação da capacidade dos indicadores em grupo de representar os devidos fatores de sustentabilidade. (continua)

Dimensões	Categorias	Elementos	Avaliação da categoria
Ambiental	Recursos-base do sistema (endógenos)	Água	A depender da necessidade das culturas, há nível considerável de dificuldade em mensuração de quantidade de água e tipo de solo demandados por exigir coleta de material e análises específicas que podem ser facilmente substituídas.
		Solo	
		Biodiversidade	
	Operação do sistema	Manejo ambiental	Percebe-se que para muitos indicadores, é necessário conhecimento aprofundado e tecnologias para realizar os devidos investimentos.
		Manejo Silvicultural	
		Rendimento da operação do sistema	
	Outros recursos (exógenos)	Água	A extrapolação de dados por meio de análises de solo quanto à fertilidade e estrutura exógenos aos SAFs pode favorecer os investimentos com chance de retorno pouco significativa, assim como endógeno.
		Solo	
		Biodiversidade	
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	Sem ocorrências significativas.
Sociocultural	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos sociais	Todos os indicadores são bem claros e compreensíveis.
		Patrimônio sociocultural	
	Operação do sistema	Manejo sociocultural	O grupo de indicadores podem tender para não favorável pelo fato das respostas que são vinculadas às outras e que estas poderiam ser anuladas no cálculo total da média, ou serem
		Rendimento da operação do sistema	

			descartadas, conforme o público alvo em que se trabalhar.
	Outros recursos (exógenos)	Recursos sociais	A abrangência relativa quanto a outras bacias pode ser muito equivalente conforme consideração do aplicador.
		Patrimônio sociocultural	
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	Dados oficiais podem ser utilizados na aplicação, assim como só é possível avaliar aquilo que existe na região.
Econômica	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos econômicos	Os indicadores são bem específicos e transparentes.
	Operação do sistema	Manejo econômico	Há dificuldade de uso dos termos específicos da área. Os indicadores dependem da capacidade de investimento e fluxo de caixa do sistema, se este for para subsistência, por exemplo, o “payback” é usado conforme o agricultor precisa.
		Rendimento da operação do sistema	
	Outros recursos (exógenos)	Recursos econômicos	Não há dificuldade no entendimento dos indicadores.
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	A descrição dos parâmetros precisa ser revista para manter os indicadores. Eles precisam apenas ser melhorados.
Político-institucional	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos institucionais	Todos os indicadores são bem claros e compreensíveis.
	Operação do sistema	Manejo e rendimento institucional	Alguns indicadores apontam documentos específicos para regularização, que alguns casos podem não se aplicar.
	Outros recursos (exógenos)	Recursos institucionais	Os indicadores são bem específicos e transparentes.
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento institucional dos sistemas exógenos	Não há dificuldade no entendimento dos indicadores.

Fonte: Autoria própria.

Portanto, essa avaliação nos grupos da categoria de indicadores conforme Quadro 14, puderam marcar definitivamente os resultados da experimentação, apontando uma visão geral da capacidade dos indicadores agregados ao modelo em representar fatores que afetam a sustentabilidade de SAFs. Dessa forma, esta ferramenta pode também ser utilizada de forma rápida e econômica pelos gestores na tomada de decisões sobre o manejo das áreas SAFs e aplicação de investimentos voltados para subsídios à conservação dos recursos hídricos.

4.2 AVERIGUAÇÃO DA REPRESENTATIVIDADE DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DE FAVORABILIDADE À SUSTENTABILIDADE ACOPLADA AO MODELO

4.2.1 ETAPA 4 - Análise teórica da representatividade da escala de classificação sugerida no modelo

Inicialmente foi realizada uma busca a partir de revisão de literatura quanto à temática, sobre indicadores e/ou modelos conceituais mais utilizados. Para isso foi realizada revisão de literatura técnico-científica de artigos, livros e outros materiais publicados em diferentes meios de publicação nacionais e internacionais, disponíveis em diversas bases, entre elas: Portal de Periódicos Capes, Google Scholar, Science Direct, Web of Science; e periódicos da Biblioteca da UFES.

Assim como Pires *et al.* (2017), dentre os principais assuntos pesquisados, citam-se alguns temas como: diferentes tipos de avaliações de indicadores e índices de sustentabilidade; aplicação de escalas consolidadas em modelos; o próprio termo escala de classificação e outras ferramentas utilizadas em diferentes escalas de sustentabilidade e em outros idiomas de diversos países.

Paralelamente foi realizado exame de experiências de projetos nacionais como proposto por Ferreira *et al.* (2012); e autores internacionais (ALTIERI, 2003; BRAVO-MEDINA, 2017; GARI *et al.*, 2014, MONTAGNINI, 2005; SICHE *et al.*, 2007), com foco em potencial de aplicação de indicadores à avaliação de desempenho de programas ambientais, buscando identificar quais aspectos foram considerados na análise desses projetos e entender como eles foram elaborados na teoria e executados na prática.

Nesse tópico, inicialmente, buscou-se verificar se a lógica da escala proposta por Machado Junior (2019) tem aderência com os conceitos das dimensões da sustentabilidade. A escala de classificação quanto à favorabilidade à sustentabilidade proposta pelo autor é apresentada no Quadro 15. Ressalta-se que além de atender as características descritivas na implantação de SAFs, deve-se considerar também a necessidade de seu monitoramento analítico, pois ele permite antever novos resultados e aspectos básicos a serem previamente levados em conta pela avaliação.

Quadro 15: Lógica proposta para classificação dos resultados em todos os níveis de avaliação do modelo conceitual proposta do Machado Júnior (2019).

Lógica proposta para classificação	Classificação (*)
Favorável	Favorável
Favorável + favorável	Favorável
Favorável + não favorável	Não favorável
Não favorável + não favorável	Não favorável
Não favorável	Não favorável
(*) Nota: Aplicável à coluna "Interpretação da Avaliação" na planilha do modelo avaliado.	

Fonte: Machado Júnior (2019)

Em uma avaliação da lógica proposta no Quadro 15, pode-se perceber que tal lógica é potencialmente tendencial para o subdimensionamento da avaliação geral da sustentabilidade. Isso porque quando são confrontadas duas escalas qualitativas para classificar a favorabilidade à sustentabilidade, por exemplo uma condição favorável a outra condição não favorável, num mesmo nível, a que prevalece é a não favorável.

Em outras palavras, nessa escala proposta por Machado Junior (2019), basta que um único indicador aponte a não favorabilidade à sustentabilidade para que a dimensão que abrange tal indicador também seja classificada como não favorável à sustentabilidade.

Machado Júnior (2019) reforça que:

a ocorrência de avaliações tendenciadas para os extremos, ou seja, não possibilitando o apontamento de avaliações com classificações de cenários intermediárias, cenários os quais seriam importantes de serem considerados na gestão, uma vez que o esforço para busca da favorabilidade à sustentabilidade nestes casos pode requerer um menor esforço do que o apresentado a partir do modelo conceitual desenvolvido. Registra-se que este fato não desabona a proposta para utilização do modelo conceitual desenvolvido, mas aponta para à necessidade de proposições para o seu aperfeiçoamento.

Com objetivo da obtenção e divulgação de um amplo rol de indicadores socioeconômicos, com escala favorável para serem aplicados em qualquer composição agroflorestal, Daniel (2000) adverte que é importante ressaltar que o resultado alcançado nem sempre reflete o peso dos indicadores obtidos sobre a

sustentabilidade do sistema, para dar suporte aos tomadores de decisão seja na implantação do SAF ou no monitoramento ambiental dos SAFs já implantados.

Deve-se notar também que número de classes da escala pode trazer dificuldades, pois um menor número de classes pode tornar as respostas fáceis ou mais seguras para os respondentes. Já com aumento do número de classes ganha-se em consistência para mensurar as características psicológicas dos indivíduos, mas perde-se em segurança já que em geral as pessoas têm mais dificuldade em escolher o número que melhor traduz sua opinião a respeito de determinada afirmação, ou que o aplicador possa classificá-la mais adequadamente (SICHE *et al.*, 2007).

Uma pergunta realizada no questionário para os agricultores familiares que administram os SAFs foi: “o que pode ser considerado como um bom sistema agroflorestal?” e outra pergunta foi: “Você considera o seu SAF como um bom sistema?”. Para técnicos e pesquisadores as respostas estão sempre muito associadas a produtividade (econômico) e biodiversidade (ambiental), e deixando de lado uma pouco das dimensões social e político institucional.

A perspectiva de níveis para o termo sustentabilidade pode surgir pelo fato de existirem diferenças na percepção humana em relação ao tema, explicado principalmente pelos inúmeros conceitos existentes relativos à sustentabilidade. Pois pode ser interessante dizer que a diferença entre esse nível pode ser uma das principais características que são notadas pelo lado da intervenção humana e social que podem potencializar o desenvolvimento de sociedades sustentáveis futuras por meio da sustentabilidade “humana”. Se os programas considerarem essa dimensão com mais atenção, há maiores possibilidades de evolução progressiva nos projetos de restauração, em especial através dos SAFs.

Para tanto, a realização da avaliação teórica da representatividade da escala de classificação, constatou-se que a escala tende ao subdimensionamento. Assim sendo, buscou-se identificar os fatores práticos que colaboraram para o desempenho observado para avaliar tanto a favorabilidade da escala qualitativa considerada no modelo para representar a sustentabilidade, quanto a forma de mensuração desses aspectos em classes, que pode ser a depender das informações disponíveis, baseada em números quantitativos para se qualificar (VIEIRA; STUDART, 2009).

4.2.2 ETAPA 5 – Análise prática da representatividade da escala de classificação.

Nessa etapa, de forma complementar à análise conduzida no item anterior, foi realizada análise prática da representatividade da escala de classificação de modo a confirmar as constatações teóricas e evidenciar outros aspectos para discussão.

Utilizando os dados levantados em campo nas etapas anteriores, foi verificado se o modelo de Machado Junior (2019) ou mais especificamente as partes que o compõem são sensíveis a fatores que afetam a favorabilidade à sustentabilidade. Foi realizada a análise da sensibilidade de resposta da escala de classificação, quando aplicado o modelo nos SAFs em situações e técnicas distintas.

Para os dados contidos nos questionários respondidos procurou-se sempre determinar as ferramentas mais conhecidas e importantes em termos de avaliação de sustentabilidade por sua respectiva dimensão. Como a interferência da atribuição pelo avaliador de um valor negativo, positivo ou neutro por exemplo, pode influenciar uma dimensão inteira, subdimensionando ou superdimensionando toda a avaliação da sustentabilidade de um determinado SAF em função das diferentes situações observadas.

Machado Junior (2019) sugere que, em função das simplificações que são efetuadas na aplicação dos indicadores, sempre é levantada alguma controvérsia técnica e científica acerca da sua utilização. As eventuais perdas de informação ou a não observância de alguns fatores tem constituído um entrave à adoção de forma generalizada e consensual dos indicadores (KEMERICH *et al.*, 2014).

Portanto, um outro ponto relevante observado após as etapas anteriores de aplicação do modelo conceitual, refere-se ao agrupamento dos indicadores relacionando a interpretação da avaliação de cada parâmetro do quadro proposto por Machado Júnior (2019) a sua respectiva pontuação de referência experimentada em campo por meio do protocolo desenvolvido, a fim de comparação dos dados levantados com a realidade do desempenho encontrado, que permite indicar ações.

Dessa forma, é apresentada a seguir a aplicação experimental do modelo proposto por Machado Junior (2019) nos SAFs 01, 02 e 03, considerando agora a escala de

classificação proposta pelo autor (Quadro 15). A partir da análise das Figuras 23, 24 e 25, evidencia-se que tal escala tende ao subdimensionamento da sustentabilidade do SAF para todos os níveis hierárquicos do modelo (dimensão, categoria, elemento, descritor e indicador).

Aplicando essa escala para todos os níveis hierárquicos do modelo, dificilmente haveria alguma dimensão (ambiental, econômica, sociocultural e político-institucional) classificada como “favorável à sustentabilidade” do SAF em análise. Ou seja, tal escala é bastante restritiva. Desta forma, sugere-se a não aplicação dessa escala para os níveis superiores do modelo (elemento, categoria e dimensão), deixando a aplicação dela apenas para os indicadores.

Na Figura 23 é apresentado o resultado da aplicação do modelo e da escala para o SAF 01. As cores vermelhas indicam a condição de não favorabilidade à sustentabilidade e as cores verdes indicam a condição de favorabilidade à sustentabilidade. Percebe-se que quando aplica-se a escala, poucos indicadores conseguiram refletir a mesma favorabilidade à sustentabilidade atribuída em níveis mais baixos (indicadores) até os níveis mais altos da hierarquia (dimensão), visto que em quase todas as dimensões há completa cobertura da condição não favorável.

Figura 23: Resultado da aplicação no SAF 01 com o uso da escala de classificação.



Fonte: Autoria própria.

Assim como no gráfico anterior, é evidente a resposta da escala de classificação potencialmente tendencial para o subdimensionamento da sustentabilidade, conforme a Figura 24. Neste SAF (02), a avaliação aponta uma quantidade muito menor de cores verdes que conseguem indicar, por meio da aplicação do modelo, uma favorabilidade à sustentabilidade menor do que no SAF 01, demonstrando a tendência a classificação não sustentável em todos os níveis.

Figura 24: Resultado da aplicação no SAF 02 com o uso da escala de classificação.

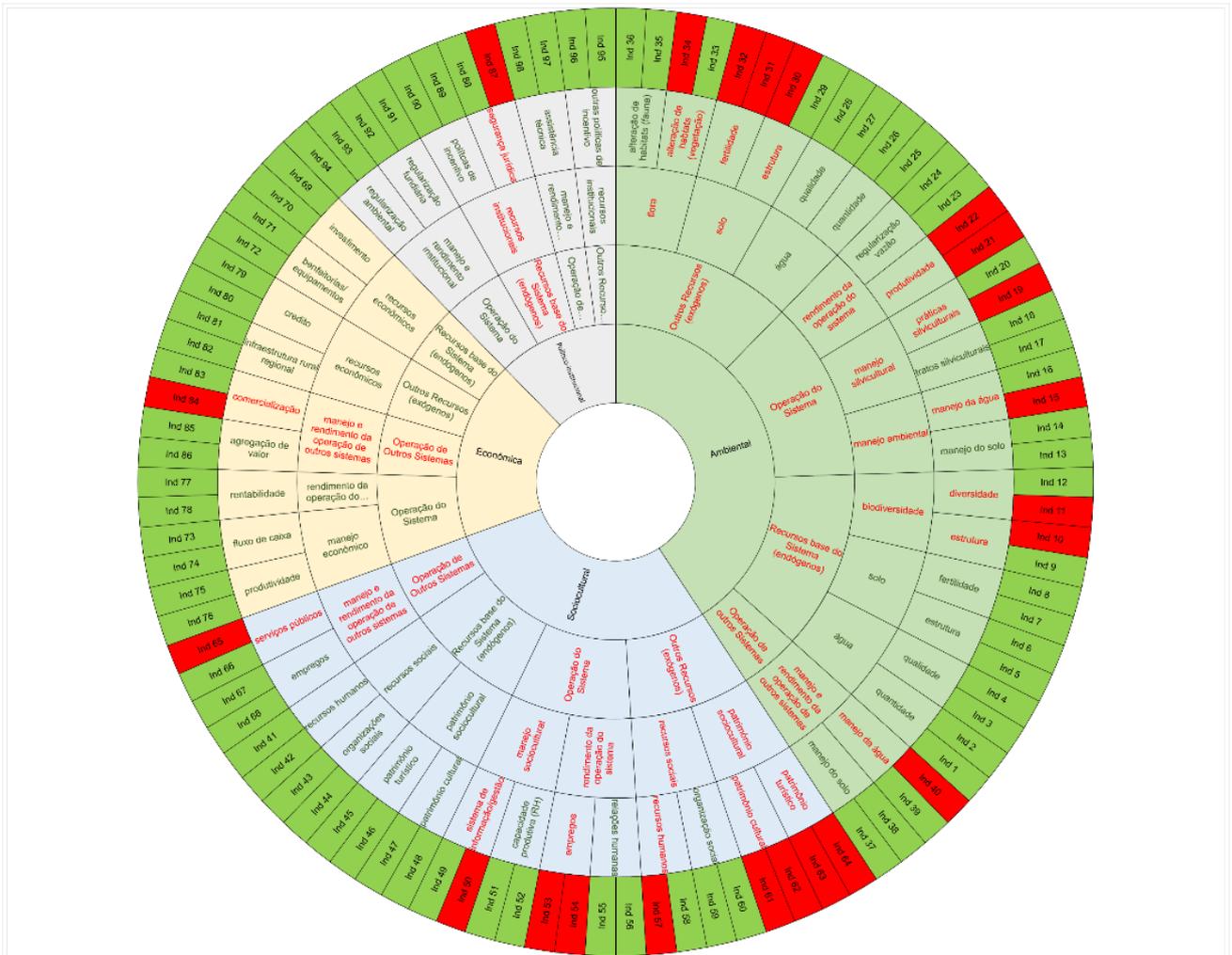


Fonte: Autoria própria.

Ao contrário das situações da aplicação apontadas na Figuras 23 e 24, pode-se notar que por ser um SAF mais conservacionista em maior gradiente de elevação e com melhores condições de organização nas diversas dimensões estudadas, o SAF 03 apresenta uma quantidade muito maior de cores verdes que conseguem indicar uma melhor favorabilidade à sustentabilidade em três dimensões.

Conforme demonstra-se na Figura 25, mesmo tendendo ao subdimensionamento em toda a dimensão ambiental, as outras dimensões tiveram pontuações significativamente favoráveis à sustentabilidade dos níveis mais baixos até os níveis mais altos da hierarquia.

Figura 25: Resultado da aplicação no SAF 03 com o uso da escala de classificação.



Fonte: Autoria própria.

Os resultados apresentados acima apontam que é imprescindível a avaliação de outra abordagem para classificação dos outros níveis hierárquicos do modelo (descritores, elementos, categorias e dimensões), no que se refere à tendência à sustentabilidade.

Uma possibilidade seria trabalhar com o percentual de indicadores que sinalizam “favorabilidade” e “não favorabilidade” à sustentabilidade, associados a cada um dos níveis hierárquicos. Por exemplo, na Figura 25 (SAF 03), o Descritor “Segurança Jurídica” da Dimensão “Político-Institucional” é avaliado por meio dos indicadores 87 e 88, e está classificado como “não favorável”. Porém, em termos percentuais, 50% dos indicadores que o avaliam está classificado como “favorável”.

Aplicando essa mesma lógica para o Elemento “Recursos Institucionais” da Dimensão “Político-Institucional”, nota-se que ele está classificado como “não favorável” à

sustentabilidade. Porém, quando avaliados os quatro indicadores associados a esse Elemento (87, 88, 89 e 90), verifica-se que três dos quatro indicadores que o avaliam estão classificados como “favorável”. Ou seja, 75% dos indicadores que compõem esse elemento o classificam como “favorável” e 25% como “não favorável” à sustentabilidade.

Mais um exemplo, agora considerando o nível hierárquico de “Dimensão”. Nota-se que ao aplicar a escala proposta por Machado Junior (2019) à Dimensão “Político-Institucional”, ela deverá ser classificada como “não favorável” à sustentabilidade. Porém, 11 dos 12 indicadores que a compõem são classificados como “favorável”, ou seja, 92% dos indicadores. Portanto, não é razoável classificar essa dimensão como “não favorável”.

Ressalta-se que essa abordagem por percentuais, ao ser aplicada para todos os níveis hierárquicos acima dos indicadores (Descritor, Elemento, Categoria e Dimensão), permite uma melhor avaliação de cada segmento que compõe esses níveis no modelo, no que tange à tendência à sustentabilidade – quando comparada à escala de classificação proposta por Machado Junior (2019). Desta forma, sugere-se adotar este tipo de abordagem para avaliação da favorabilidade à sustentabilidade de cada um dos descritores, elementos, categorias e dimensões que fazem parte do modelo.

4.3 PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES PARA APERFEIÇOAMENTO E OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO

4.3.1 ETAPA 6 - Apontamento de diretrizes para aperfeiçoamento do modelo

Com base em lições aprendidas ao longo do desenvolvimento de todas as etapas anteriores, embasadas em conhecimentos técnico-científicos, foram propostas diretrizes para aperfeiçoamento do modelo proposto por Machado Junior (2019).

Dessa forma, foi explicitado um conjunto de indicadores significativos capazes de oferecer uma visão geral da sustentabilidade, assim como Vargas e Ferreira Júnior (2012), que usaram uma ferramenta que pode ser utilizada de forma dinâmica pelos gestores na tomada de decisões sobre aplicação de investimentos voltados para projetos visando a conservação dos recursos hídricos, bem como uma escala que pondera em conformidade com os devidos aspectos da sustentabilidade.

Essa atividade analisou os desafios e potencialidades para proposição de diretrizes quanto ao atendimento aos princípios e objetivos na ótica da PNATER, visto que esse foi o público alvo focado quanto a aplicação no modelo estudado. Assim sendo, a partir das análises das etapas anteriores foram apresentados os fatores internos e externos e em seguida discutidos em um quadro, os respectivos aspectos identificados a cada dimensão.

O Quadro 16 foi elaborado contendo quatro blocos, onde os blocos verticais foram divididos entre potencialidades e desafios a nível de SAF, e os blocos horizontais foram divididos entre fatores internos que são controláveis e externos que não são controláveis (GOMES, 2018; LEITE *et al.*, 2017).

Como apontamento de diretrizes para aperfeiçoamento do modelo, recomenda-se a utilização do Quadro 16 como metodologia para a elaboração de um plano de avaliação de atividades referente ao modelo. Principalmente, também com a possibilidade de descrição de metas ou resultados atingidos. Além da finalidade estratégica de acompanhamento contínuo da situação, assim como em processos de gestão para acompanhamento, muito frequente na área de administração e também na área de planejamento de recursos hídricos, como os planos e manuais operativos.

Quadro 16: Desafios e potencialidades para proposição de diretrizes quanto ao atendimento aos princípios e objetivos da PNATER.

Dimensão	Fatores	DESAFIOS	POTENCIALIDADES
Ambiental	Internos	Adoção de tecnologias com foco na conservação do solo.	Orientação para a conservação e recuperação dos recursos naturais e da biodiversidade.
	Externos	Adoção de princípios agroecológicos.	Adoção de tecnologias para a conservação e produção de água.
Econômica	Internos	Sensibilização para os processos produtivos com menores impactos negativos para a saúde humana e ambiental.	Houve mudança positiva no processo produtivo (manejo, colheita, pós colheita, comercialização).
	Externos	Sensibilização para a importância da diversificação da produção e de atividades.	Houve melhoria na renda familiar.
Sociocultural	Internos	Uso de abordagem participativa, com ênfase em processos orientados pela AAP (aprendizagem e ação participativas), inclusive na orientação técnica grupal e individual.	Os participantes em geral são enquadrados operacionalmente como agricultores familiares. (Camponeses, assentados, populações e comunidades tradicionais, pescadores e demais coletivos).
	Externos	Participação ativa de jovens e mulheres. Consideração de especificidades étnicas, de gênero, social, etc.	Houve melhoria na qualidade de vida da família e/ou comunidade.
Político Institucional	Internos	Inserção e construção em mercados diferenciados.	Participação/parceira com outras organizações.
	Externos	Consolidação/fortalecimento de formas associativas.	Inserção em novos mercados.

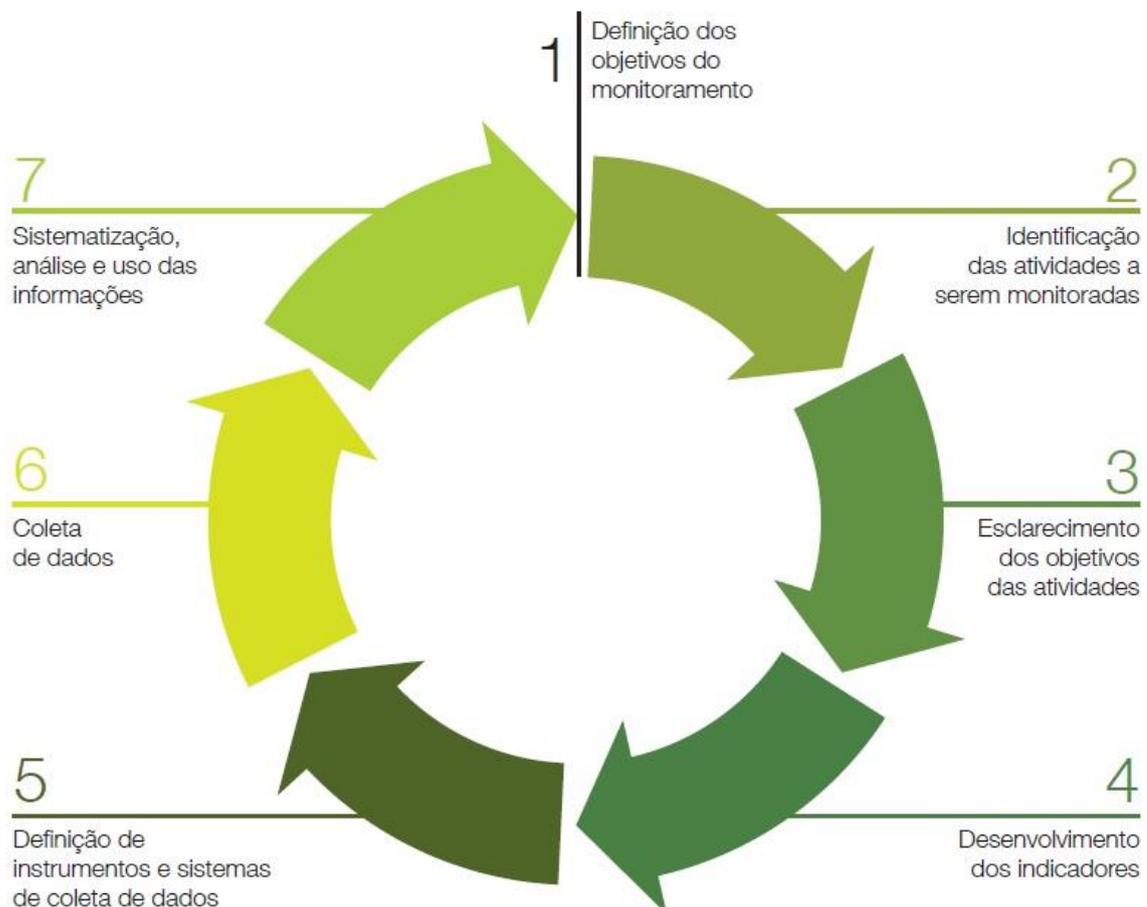
Fonte: Autoria própria.

É importante ressaltar que a consolidação dos SAFs como estratégia para a recuperação de áreas degradadas depende de indicadores que sejam simples e objetivos, sendo compreendidos por todos os envolvidos no processo de monitoramento. Além disso, é crucial que os indicadores sejam relevantes no contexto

dos SAFs, na bacia hidrográfica e na agricultura familiar, possibilitando que haja comparações tanto ao longo do tempo no mesmo SAF, como entre projetos distintos em outras bacias ou em outros contextos (FLORIANI *et al.*, 2008).

Como proposta de iniciativa, a contribuição de Franco (2004) aborda certos princípios metodológicos necessários para a realização do monitoramento participativo de ações de restauração com SAFs. O autor considera que o processo de monitoramento é contínuo e descreve a metodologia através de um ciclo com diferentes etapas conforme Figura 26.

Figura 26. Passos na implantação de monitoramento participativo de ações de restauração com sistemas agroflorestais.



Fonte: Franco (2004)

Os indicadores possuem um grau considerável de generalização, por trabalharem quantificando ou qualificando elementos pontuais de um sistema, além de serem incapazes de acompanhar diferentes graus de intercâmbio entre elementos desse

sistema, caracterizando dificuldades práticas no emprego de indicadores. Se estes métodos têm um alto índice de agregação ou referem-se simplesmente a uma gama de variáveis, em alguns casos, isto não importa para o tomador de decisão.

A utilização de um protocolo de avaliação rápida é viável para avaliar ecologicamente uma localidade pelas suas condições de poluição, visto que o uso das variações físico-químicas da água e o encontro e identificação de comunidades biológicas auxiliam nesse processo de classificação ambiental (VARGAS, FERREIRA JÚNIOR; 2012).

Um bom exemplo dos indicadores relativos à avaliação da qualidade de água, sugere-se a substituição do Índice de Qualidade de Água – IQA por uma avaliação de trechos de ecossistemas aquáticos por meio de Protocolo de Avaliação Rápida – PAR com utilização de índices biológicos, atribuindo valores de acordo com a sensibilidade das famílias a poluentes orgânicos.

Daniel (2000) observando indicadores biofísicos quanto à sustentabilidade em SAFs, concluiu que a metodologia aplicada identificou a necessidade de maior número de indicadores de sustentabilidade, quando foram analisados os sistemas agroflorestais acoplado com o componente animal. Essa é uma complexidade que buscou-se abranger no modelo, porém não foi testado neste trabalho devido principalmente a relação biológica que este componente acrescentado pode envolver e também ao fato de não ser encontrado dentro do território do estado selecionado.

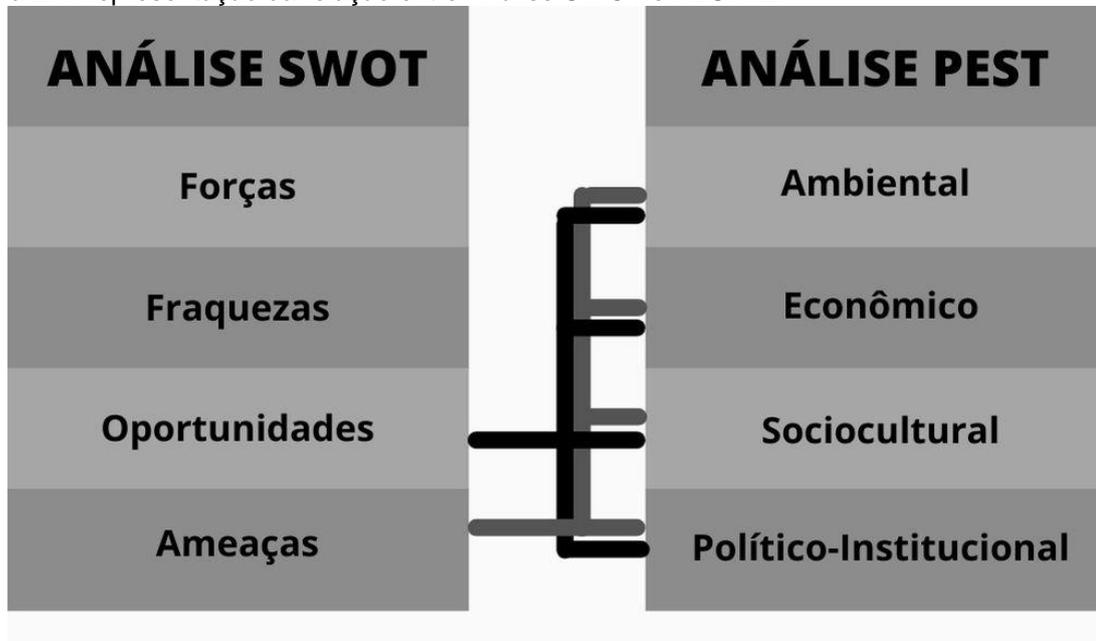
Adicionalmente, a fim de subsidiar a proposição de diretrizes para aperfeiçoamento do modelo, aplicou-se uma análise SWOT-PESTAL. Para a escolha e análise das ferramentas, também foram utilizadas uma abordagem qualitativa. A abordagem qualitativa se refere à seleção de ferramentas existentes atualmente em termos de avaliação de sustentabilidade.

Ao entender que a análise PESTAL pode ser associada a análise SWOT e, que as dimensões tecnológica e legal podem se inserir na dimensão Político-Institucional, alguns autores, como Leite *et al.* (2017), realizaram uma análise PESTAL-SWOT para obter resultados robustos no contexto da elaboração de planejamento estratégico.

Como é importante o autoconhecimento das forças e fraquezas para o desenvolvimento interno, as oportunidades e ameaças tornam-se fundamentais para

o aperfeiçoamento completo do sistema por meio de uma visão imersa em cada uma das dimensões, conforme ilustrado na Figura 27.

Figura 27: Representação da relação entre Análise SWOT e PESTAL.



Fonte: Autoria própria

A análise destas dimensões, dificilmente quantificáveis, aliada a outros métodos de análise ambiental (fatores externos e internos) de uma organização, possibilitam a compreensão de ambientes complexos e em permanente mudança (GEILFUS, 1997; DANIEL, 2000).

A identificação de ameaças, oportunidades e análise de fatores externos remete à análise SWOT. Embora a metodologia, também conhecida como matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), seja semelhante à análise PESTAL e tenha objetivos análogos, apresenta diferenças notórias (LEITE *et al.*, 2017).

Há, portanto, diferenças quanto aos fatores observados em cada análise. Enquanto a PESTAL foca os fatores externos e busca ampliar ao máximo a visão do que cerca o sistema, a SWOT leva em conta os elementos internos. É por isso que o uso das análises em conjunto é bastante recomendado. Mesmo que cada uma observe de uma ótica, a profundidade alcançada nesse quesito não se equipara aos resultados possibilitados por esta adesão entre elas (GOMES, 2018).

O Quadro 17 apresenta a relação de ao menos um dos fatores levantados nesta pesquisa e relacionados às suas respectivas dimensões do modelo conceitual, e levanta as principais forças, fraquezas, ameaças e oportunidades identificadas pela aplicação experimental do modelo proposto por Machado Junior (2019).

Quadro 17: Análise PESTAL-SWOT para o modelo proposto por Machado Júnior (2019).

	Ambiental	Econômico	Sociocultural	Político-Institucional
Forças	Adaptabilidade a diferentes ambientes e escalas (bacia, propriedade e SAF).	Consegue captar a agregação de valor quanto às atividades produtivas.	Nota-se que o modelo distingue as questões sociais com perceptibilidade.	Robustez e abrangência política em diversas esferas.
Fraquezas	Carece de aplicação prática em diferentes sazonalidades.	É uma dimensão ainda com grande importância para os proprietários.	Não insere a participação de agentes no processo e suas interações.	Carece de maior articulação com protagonistas da bacia.
Ameaças	Instabilidades climáticas que podem impactar nos indicadores e na escala.	Falta de demanda para comercialização de produtos em novos mercados.	Insensibilidade às questões culturais e religiosas de grupo inserido no recorte.	Desconhecimento técnico e geral sobre a ferramenta e maleabilidade dificultada.
Oportunidades	Fortalecimento de ações ambientais em planos de bacias.	Importante instrumento para alavancar o controle financeiro.	Inserção de comunidades tradicionais, jovens e mulheres.	Desenvolvimento de mercados específicos em políticas institucionais.

Fonte: Autoria própria.

No contexto do Quadro 17 na dimensão ambiental, a fraqueza identificada foi “carece de aplicação prática em diferentes sazonalidades.” Veja que esse é um ponto de aperfeiçoamento da aplicação do modelo com grande importância, visto que outros ambientes devem ser observados. Já na coluna da dimensão econômica, a ameaça de falta de demanda para comercialização de produtos em novos mercados também merece uma atenção especial, pois pode ser um fator de grande relevância para ser lembrado como um fator exógeno que o modelo busca observar.

Este instrumento utilizado no quadro traz à luz para a análise da sensibilidade prática de resposta qualitativa da escala de classificação das ferramentas se faz necessário, uma vez que as iniciativas ligadas a escalas de sustentabilidade são ainda pouco conhecidas, mas podem ser aperfeiçoadas com ferramentas já existentes como essa.

4.3.2 ETAPA 7 - Implicações para a operacionalização do modelo

Considerando as diretrizes apontadas para aperfeiçoar o modelo, foram elaboradas as recomendações sobre normalização de parâmetros de entrada e cuidados a serem considerados para operacionalizar o modelo, visto que existem implicações que podem influenciar a análise. Segundo Machado Júnior (2019), para utilização de qualquer modelo de avaliação de SAF, deve-se observar suas características intrínsecas, uma vez que estas apresentam-se como oportunidades ou como limitantes para realização da avaliação.

Os cuidados para operacionalizar o modelo envolvem a prévia observação das variáveis em potencial para influenciar tanto na aplicação do modelo quanto na operacionalização. Observa-se que em cada dimensão, por meio do agrupamento das variáveis pré-estabelecidas no início deste trabalho, pode-se levantar uma série de cuidados importantes a se considerar na fase de operacionalização.

Como o modelo é uma ferramenta que permite a seleção dos indicadores conforme o bioma ou condições físicas locais, uma nota importante é o de quem os seleciona e como os seleciona. Quanto também referente à fase de implantação ou de monitoramento.

Todas essas variáveis estão intimamente ligadas ao perfil do fomentador como na fase para implantação; e também do aplicador na fase de monitoramento, principalmente quando ao rigor técnico por exemplo, e conforme suas respectivas habilidades e forma de abordagem local. Inevitavelmente o número de indicadores reconhecidos e utilizados deve ser pequeno a qualquer tempo, embora a composição do grupo deva variar com o tempo em atenção a determinados problemas e questões espaciais inerentes a cada condição ambiental.

Essa observação pode apresentar diferentes pontos de vista em relação aos diferentes aspectos dentro de cada dimensão e de sistema de análise, conforme ressaltado no Quadro 18. Neste quadro, ressaltam-se cuidados que devem ser tomados no âmbito da operacionalização do modelo proposto por Machado Junior (2019).

Quadro 18: Análise PESTAL com cuidados a serem considerados para operacionalizar o modelo, agrupados por variável e dimensão.

Dimensão		Variável	Cuidados a se considerar na operacionalização
Aspectos Ambientais	1	Localização geográfica;	Caso as características topográficas de elevação de cada ambiente não sejam notadas, os SAFs podem apresentar diferentes interpretações nas variadas dimensões.
	2	Situação referente aos fatores biofísicos	Assim como o cuidado anterior, o ambiente a depender do bioma que está inserido pode ser alterado por diversos fatores que modificam as estruturas básicas do sistema.
	3	Complexidade biológica do arranjo	Existem tipos de SAFs mais simples ou mais complexos, e a depender dos objetivos, podem ter funções diferenciadas, como também a combinação de arranjo de animais e vegetais na mesma área.
	4	Tamanho do SAF	O efeito de borda pode influenciar nas relações do SAF com os fatores endógenos e exógenos a depender de um tamanho mínimo.
Aspectos econômicos	5	Finalidade dos SAFs	Se a finalidade exclusiva do SAF for para produção ou para proteção a visão dos produtores rurais pode mudar muito no padrão de respostas em cada dimensão.
	6	Infraestrutura adequada	Quando há acesso a estruturas de suporte adequada, as atividades possuem maiores chances de ter sucesso.
	7	Distância das propriedades a centros urbanos	A proximidade e a facilidade na locomoção a centros urbanos podem favorecer as relações econômicas.
Aspectos socioculturais	8	Tipo de abordagem ao perfil do agricultor para implantar.	Conforme o perfil do agricultor que zela pelo SAF, o sistema pode possuir características intrínsecas desse comportamento ou do modo como foi incentivado a implantar.
	9	Potencial de articulação.	Quando há a capacidade de replicação de informações à comunidade, amplia-se em escala, o conhecimento local.
Aspectos Político-institucionais	10	Interesse e protagonismo	O protagonismo local é uma característica que favorece o desenvolvimento e destaque por meio das relações humanas na comunidade.
	11	Tempo de implantação	Há um tempo mínimo para que o SAF tenha condições de representar efeitos em relação aos diferentes aspectos nas variadas dimensões.

Fonte: Autoria própria.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do TCC buscou-se, examinar o potencial de aplicação do modelo proposto por Machado Junior (2019), por meio de experimentação em SAFs.

A partir da experimentação do modelo proposto por Machado Junior (2019) nos SAFs selecionados, verificou-se que tal modelo se mostrou sensível à variabilidade dos fatores ambientais, econômicos, socioculturais e político-institucionais característicos de cada SAF em diferentes condições de elevação, e possibilitou evidenciar as dimensões que apresentam maior ou menor tendência à sustentabilidade.

Logo, conclui-se que o modelo tem potencial para subsidiar o monitoramento de SAFs já implantados, no que tange à sua sustentabilidade, e pode auxiliar na proposição de recomendações para implementação e monitoramento de ações, projetos ou programas de SAFs em suporte à gestão de recursos hídricos.

Em relação ao teste de aferição do modelo, ele se mostrou relevante à experimentação pois permitiu antecipar dificuldades e gerar aprendizados antes da aplicação experimentalmente dita. Por meio dele, também viu-se a possibilidade de agrupar os indicadores em blocos para facilitar a avaliação e otimizar o tempo de análise. Este teste também colaborou para validar que até o nível hierárquico dos descritores, há uma estruturação conceitual mínima consolidada e suficiente para avaliar os SAFs e selecionar os indicadores que convém à realidade da aplicação.

Em relação ao custo e tempo de aplicação do modelo, conclui-se que o sistema de avaliação da sustentabilidade proposto pode ser considerado pouco oneroso e de rápida e fácil aplicação, com a alternativa de indicadores que podem ser aplicados no gerenciamento da sustentabilidade dos SAFs em ambientes diversos e em diferentes condições de elevação.

Em relação aos indicadores do modelo, os resultados demonstraram que o uso dos indicadores da maneira como foram colocados e sem nenhuma transformação, para o cálculo futuro de índices de sustentabilidade, é uma metodologia adequada para

monitorar as mudanças ao longo do tempo. Embora em primeira aproximação, em função da falta de parâmetros correlatos para comparação com outros sistemas, pode-se considerar ainda que o nível de sustentabilidade dos SAFs analisados é intermediário.

No que diz respeito à escala de classificação proposta por Machado Junior (2019), conclui-se que ela é potencialmente tendencial para o subdimensionamento da avaliação geral da sustentabilidade em SAFs, pois quando confrontadas uma condição favorável e outra não favorável à sustentabilidade, num mesmo nível hierárquico (indicadores e descritores), a que prevalece é sempre a não favorável. Esse aspecto foi bastante observado nos gráficos de explosão solar que quando pintados ficaram em grande maioria na condição não favorável. Logo, ela só deve ser aplicada ao nível hierárquico de indicadores. Para os demais níveis, sugere-se uma avaliação por percentual de indicadores que sinalizam condição “favorável” e “não favorável” à sustentabilidade.

Quanto ao apontamento de diretrizes para o aperfeiçoamento, a eficiência da aplicação foi suficiente para validar que, de acordo com os objetivos propostos, o quadro PESTAL-SWOT foi capaz de demonstrar, em especial pelas fraquezas, pontos de aperfeiçoamento do modelo em relação à cada dimensão.

Quanto à operacionalização do modelo, a experimentação possibilitou identificar aspectos que precisam ser levados em consideração no ato da aplicação do modelo, como: complexidade do arranjo, tamanho do SAF, finalidade de uso e tempo de implantação.

Entretanto, os resultados apresentados até aqui poderão servir como subsídio para outras experimentações e discussões, visando o aperfeiçoamento do modelo a uma versão melhor consolidada e mais segura, que capture as diferentes condições para tornar a avaliação da sustentabilidade de SAFs cada vez mais robusta.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Buscando avançar no aperfeiçoamento e operacionalização do modelo proposto por Machado Junior (2019), recomendam-se para desenvolvimento de trabalhos futuros:

- Revisão aprofundada dos indicadores propostos por Machado Júnior (2019) de forma individual, visando principalmente outros objetivos e a sua redução com finalidade de facilitar a aplicação em campo.
- Avaliação de outras escalas de classificação de indicadores quanto à tendência à sustentabilidade, considerando abordagens de classificação qualitativas e quantitativas.
- Inserção da participação no processo de avaliação dos indicadores de sustentabilidade, sendo esta uma característica intrínseca aos modelos de avaliação e monitoramento de SAFs. Este conhecimento concebido pelo saber local, faz com que o monitoramento participativo seja uma maneira de colaborar com a gênese de um conhecimento adaptativo.
- Aplicação experimental como subsídio ao aperfeiçoamento de indicadores no contexto do desenvolvimento do modelo em outros arranjos de biomas brasileiros ou mundiais; e experiências que integram sistemas produtivos, pecuários e florestais dentro de uma mesma área.
- Inserção da dimensão político-institucional como instrumento contemporâneo para avaliação da sustentabilidade por entes do sistema de recursos hídricos.
- Apontamento de tendências por meio de análises de critérios de desempenho (eficiência, eficácia e efetividade) em cada dimensão, ou também em outros níveis da hierarquia do modelo.
- Estudo da possibilidade de ponderar os indicadores com pesos distintos, em função de sua relevância na avaliação da sustentabilidade de SAFs.

6. CONSIDERAÇÕES PARA O SINGREH

O crescimento populacional e econômico ocorreu a partir da expansão territorial e exploração dos recursos naturais que cobriam a paisagem. O modelo de desenvolvimento do passado trouxe degradação, desmatamento, perda de biodiversidade, poluição, déficit hídrico e mudanças no clima. O futuro exige equidade, inovação, inclusão e resiliência às mudanças (WRI BRASIL, 2021).

Um dos caminhos é a recuperação do passivo de extensas áreas degradadas atualmente, por meio do plantio de árvores. Além dos benefícios ambientais de remoção de carbono e melhoria dos recursos hídricos, os SAFs podem contribuir para a segurança alimentar, geração de empregos e boa rentabilidade no meio rural, com reflexos no ambiente urbano.

O SAF é um modelo de exploração agrícola que permite integrar o saber popular ao conhecimento tecnológico, dando a oportunidade de restituir algumas funções ecológicas dos ecossistemas, assegurando a economia doméstica, além de possibilitar o desenvolvimento rural com inclusão social e articulação local (INCAPER, 2021). Conciliar a produção agropecuária com a conservação dos recursos naturais além da inclusão social e articulação institucional, trará ao país, como no resto do mundo, inúmeros ganhos ambientais, econômicos, socioculturais e políticos institucionais.

Contudo, os eventos extremos hídricos sempre tornam a atingir todo o Brasil. Na última década, o estado do Espírito Santo enfrentou uma das piores crises hídricas de sua história, com médias de chuva bem inferiores à média histórica. E períodos de chuvas intensas em curtos espaços de tempo. Para garantir segurança hídrica do abastecimento público, são necessários investimentos em infraestrutura convencional, como em obras de represas e barragens.

Mas, uma nova linha de estudos tem mostrado que essas obras convencionais podem se beneficiar de outro tipo de investimento: a infraestrutura natural, como a recuperação ambiental com outras formas de vegetação nativa, constituindo os SAFs como uma das mais importantes estratégias de soluções baseadas na natureza aplicadas à gestão de recursos hídricos a longo prazo.

O Programa Reflorestar tem como uma de suas estratégias o incentivo à implementação de SAFs, no estado do Espírito Santo. O desenvolvimento desse programa tem contado com diversas parcerias, nacionais e internacionais, de instituições governamentais e não-governamentais. Entre elas inclui-se a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), que há anos tem contribuído com suporte técnico-científico, envolvendo alguns de seus centros e programas de pós-graduação. Nesse contexto, como exemplo recente, pode ser citado o trabalho de Machado Júnior (2019), desenvolvido no âmbito do Curso de Mestrado Profissional na UFES em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA).

O autor propôs um modelo de avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs, composto por 98 indicadores, os quais foram sistematizados em uma estrutura conceitual composta por quatro dimensões de análise (ambiental, sociocultural, econômica e político-institucional). Segundo Machado Junior (2019), esperava-se que tal modelo pudesse contribuir no diagnóstico dos SAFs, no que diz respeito à sua tendência à sustentabilidade. E a partir desse diagnóstico, auxiliar na orientação e condução desses sistemas a níveis mais sustentáveis, de forma a aumentar a confiabilidade dos produtores rurais nesses sistemas e, conseqüentemente, sua adoção por eles.

No entanto, apesar de o modelo de Machado Júnior (2019) ter trazido significativa contribuição metodológica-conceitual, ele demandava de aplicações experimentais que permitissem avaliar seu potencial de aplicação de forma mais ampla. E foi nesse contexto que foi desenvolvido o presente trabalho. A aplicação experimental do modelo ocorreu em dois SAFs situados na bacia hidrográfica do rio Guandu e em um SAF situado na região hidrográfica do Barra Seca e Foz do rio Doce.

Esses SAFs foram escolhidos após aplicação de critérios de seleção, dentre os quais destacam-se: elevação do SAF e tipo de arranjo. Para as aplicações, foi necessário o desenvolvimento de um protocolo de campo a fim de operacionalizar o modelo. Também foi necessário, antes das aplicações propriamente ditas, a realização de teste em um quarto SAF (bacia do rio Guandu), a fim de ajustar o protocolo desenvolvido.

Com a experimentação, foi possível observar que o modelo proposto por Machado Junior (2019) apresentou sensibilidade à variação dos fatores ambientais,

econômicos, socioculturais e político-institucionais característicos de cada um dos SAFs estudados. Também foi possível identificar, para cada SAF, quais dimensões de análise apresentaram maior ou menor tendência à sustentabilidade. Além disso, a representação dos indicadores do modelo no gráfico de explosão solar possibilita identificar quais deles merecem maior atenção, no contexto da promoção da sustentabilidade.

Com base nisso, constatou-se que o modelo tem potencial para subsidiar o monitoramento de SAFs já implantados, evidenciando os fatores ambientais, econômicos, socioculturais e político-institucionais que merecem maior atenção. Adicionalmente, ao evidenciar os fatores de maior atenção, possibilita a proposição de recomendações para implementação e monitoramento de ações, projetos ou programas voltados para suprir as carências dos SAFs, no que tange à sua sustentabilidade.

No que diz respeito à operacionalização do modelo, a aplicação experimental permitiu identificar aspectos que precisam ser levados em consideração no âmbito da aplicação, como: complexidade do arranjo, tamanho do SAF, finalidade de uso e tempo de implantação.

Sendo assim, foram realizadas aplicações experimentais em três SAFs nas bacias no baixo rio Doce, sendo definido o SAF como a unidade básica para análise da sustentabilidade em diferentes condições de elevação. Essa decisão foi importante para se observar o comportamento do modelo em relação ao sistema em si e em suas dimensões. Também pôde-se observar de forma holística dentro do contexto da bacia que se insere e suas externalidades.

Assim, pode-se dizer que as discussões levantadas nesse trabalho colaboraram cientificamente para o desenvolvimento de ferramenta alternativa com interface para aplicativos com a finalidade de desenvolvimento de novos instrumentos em auxílio à política de recursos hídricos.

Além da contribuição de desenvolvimento de modelo para avaliação prática relacionada à sustentabilidade, tanto para a favorabilidade de adoção aos SAFs quanto para implementação dos instrumentos da política em suporte à gestão integrada de recursos hídricos; o trabalho também fornece arcabouço metodológico

para a ampliação de ferramentas como subsídio à tomada de decisão pelos órgãos gestores com aplicação de modelos inovadores na realidade das bacias hidrográficas, bem como para experimentação de outros modelos conceituais desenvolvidos.

Este trabalho é parte do desenvolvimento e validação do modelo desenvolvido por Machado Júnior (2019) e foi pensado para colaborar para o preenchimento da lacuna já identificada pelo autor: a carência e potencial de aplicação experimental de modelos; que por sua vez, aponta diretrizes para o aperfeiçoamento e operacionalização do modelo. Entretanto também significa a continuidade de resposta com a entrega de um ferramental mais apurado que contribuiu para o aprimoramento dos sistemas estaduais de meio ambiente e de recursos hídricos.

7. REFERÊNCIAS

AGERH. Agencia Estadual de Recursos Hídricos do Governo do Estado do Espírito Santo. **Gestão da Água**. Disponível em <<https://agerh.es.gov.br/>>. Acesso em 18 10 2021.

ALTIERI, M. A. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. 2nd ed. NY: Haworth Press. 2003.

BRANCO, A. L.; MENDONÇA, C.; LUCCI, E.A. **Climas e formações vegetais no mundo**. Geografia para todos. Disponível em: <http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=capitulo_8_climas_e_formacoes_vegetais_no_mundo>. Atualizado em 28/206/2016. Acessado em 20/01/2022.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei 9.433/1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural - PNATER**. Brasília: MDA/SAF/DATER, 2007.

BRAVO-MEDINA, C. "Evaluacion de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de produccion de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana." *BIOAGRO*, vol. 29, no. 1, 2017, p. 23+. Gale Academic OneFile, link.gale.com/apps/doc/A490550868/AONEu=capes&sid=AONE&xid=cb634e12. Acesso em 26 06 2021.

BONFIM, V. R. **Diagnóstico de Experiências de Sistemas Agroflorestais e recomendações de estratégias e políticas públicas para sua implementação e difusão no Estado do Espírito Santo**. Projeto Corredores Ecológicos: Relatório Final. 166p. Rio de Janeiro. 2009.

CAMINO V., R.; MÜLLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura e los recursos naturales: bases para establecer indicadores**. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/Projeto IICA/GTZ, 1993. 134p. San José (Costa Rica). 1993.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. A; CURI, ROSIRES, C. C. **Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB**. *Sociedade & Natureza*. V. 23, n. 2,pp. 295-310. Paraíba, 2011.

CBH–DOCE. **Plano Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes ao Rio Doce**. [S.l.]: Comitê da Bacia do Rio Doce, 2007. Disponível em: <<http://www.pirhdoce.com.br/>>. Acesso em 18 10 2021.

DANIEL, O. **Definição de Indicadores de Sustentabilidade para sistemas agroflorestais**. Viçosa: UFV. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Portal Embrapa**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/sistemas-agroflorestais-safs>>. Acesso em 28 10 2021.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Desenvolvimento Rural Sustentável “uma visão territorial”**. Caderno de Formação do Programa Terra. Angola, 2012.

FERRAZ, J. M. G. **Desenvolvimento de metodologias para definição, monitoramento e avaliação de indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Revista Brasileira de Ecologia, v. 1, p. 30-31, 1997.

FERRAZ, J. M. G. **Proposta Metodológica para a Escolha de Indicadores de Sustentabilidade. Indicadores de sustentabilidade em Agrossistemas**. Embrapa Meio Ambiente. São Paulo. 2003.

FERREIRA, J.M. L.; VIANA, J. H. M.; COSTA, A.M.; SOUZA, D.V.; FONTES, A. A. **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – ISA**. Informe Agropecuário, v.33 Belo Horizonte, 2012.

FLORIANI, G. dos S.; VIVAN, J. L.; VINHA, V. da. Diagnóstico e Monitoramento na Extensão Florestal. In: MAY, P. H.; TROVATTO (Coord.). **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: MDA, 2008, Cap. 3, p. 95-127.

FRANCO, F. S. **Monitoramento participativo das práticas agroecológicas Matas**. In: Monitoramento e avaliação de projetos: Métodos e experiências / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Coordenação da Amazônia, Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Projeto de Apoio ao Monitoramento Análise. Brasília: MMA, 2004. 246p.

GARI, S.R. NEWTON, A. ICELY, J. LOWE, C.D. Testing the application of the Systems Approach Framework (SAF) for the management of eutrophication in the Rio Formosa. **Marine Policy** 40–45. 2014.

GEILFUS, F. **80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación**. San Salvador: IICAGTZ, 1997. 208 p.

GOMES, K. B. P. **Análise Das Características Agrossociais e Estudos Etnobotânicos sob a Ótica da Agricultura Familiar no Distrito Federal**.

Universidade de Brasília – Unb. Departamento de Engenharia Florestal. Brasília. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE. 2006.

IJSN. Instituto Jones dos Santos Neves. **Mapas Temáticos do Espírito Santo: Caracterização Territorial da Divisão Regional do Espírito Santo – Microrregiões de Planejamento**. IJSN Vitória – ES, 2021. Disponível em: http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=109. Acesso em 13/07/2021.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER)**. Vitória – ES. 2021. Disponível em: http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Centro_serrano/Afonso_claudio.pdf. Acessado em 10/10/2021.

KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L.G.; BORBA, W. F. **Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações**. Revista Monografias Ambientais – REMOA. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2014

LABGEST. **Laboratório de Gestão de Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional**. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2021.

LEITE, J. G. L., MELLO, L.C.B.B., de MELLO, J.C.C.B.S., CRUZ, E.P. e FONTANILLASE, C.N., **Using the MACBETH Method to improve the scenario analysis tool PESTEL in large civil construction projects**. DYNA, Medellín, v. 84, n. 203, p. 322-327, dic. 2017. Disponível em <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532017000400322&lng=es&nrm=iso>. Acessado em 18/10/2021.

LOPES, S. P. **Arranjos Institucionais e Sustentabilidade de Sistemas agroflorestais: uma proposição metodológica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

LOPES, S. P.; ALMEIDA, J. **Metodologia para análise comparativa da sustentabilidade em sistemas agroflorestais**. Rev. Econ. Sociol. Rural v.41. Brasília, 2003.

LOPES, M. E. P. A. **Avaliação de racionalidades do uso da água na agricultura: desenvolvimento de modelos conceituais e de procedimento metodológico em apoio à co/auto-gestão de microbacias**. Universidade Federal do Espírito Santo. 2011.

LIS ALVIYA, E. Y. S. **Avaliação da política de implementação do sistema agro-floresta na Indonésia**. Forestry Policy Analysis Journal. Indonesia, 2017.

MACHADO JÚNIOR, J. A. **Aperfeiçoamento do Emprego de Sistemas Agroflorestais no Âmbito do Programa Reflorestar e no Contexto da Política Espírito-Santense de Recursos Hídricos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua/UFES. 2019.

MAIA, A.G.; PIRES, P.D.S; **Uma compreensão da sustentabilidade por meio dos níveis de complexidade das decisões organizacionais.** Rev. Adm. Mackenzie, V. 12, N. 3, Edição Especial. São Paulo, 2011.

MICCOLIS, A. **Restauração ecológica com Sistemas Agroflorestais: Como conciliar conservação com produção.** Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília. ICRAF. 2016.

MONTAGNINI, F. **Sistemas Agroflorestales: principios y aplicaciones en los trópicos.** 2 ed. San José, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales, 1992.

MONTAGNINI, F. **Environmental services of agroforestry systems.** First World Congress on Agroforestry. Journal of Sustainable Forestry. Orlando, Florida, USA, 2005.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para a Avaliação da Sustentabilidade em Sistemas de Produção da Agricultura Familiar: O Caso dos Fumicultores de Agudo – RS.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

OLIVEIRA, G. S. T. **Monitoramento de Sistemas Agroflorestais utilizando indicadores, na comunidade Rio Preto, Sete Barras, SP.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.

PADOVAN, M. P.; **Water dynamics and use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* D.C. compared to full sun coffee in sub optimal environmental condition for coffee cultivation.** Tropical Agricultural Research and Higher Education Centre (CATIE), Turrialba, Costa Rica, 2016.

PADOVAN, M. P.; BROOK, R. M; BARRIOS M.; CRUZ-CASTILLO, J. B., VILCHEZ-MENDOZA, S. J., COSTA, A. N.; RAPIDEL, B. **Water loss by transpiration and soil evaporation in coffee shaded by *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* dc. compared to unshaded coffee in sub-optimal environmental conditions.** Agricultural and Forest Meteorology, V. 248, p 1-14, 2018.

PASSOS, H. D. P.; PIRES, M. M. **Indicadores ambientais para avaliação de agroecossistemas.** Informe Gepec – Vol. 12, nº1, jan./jun. Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC/BA. 2008.

PIRES, A. MORATO, J. PEIXOTO, H. BOTERO, V. ZULUAGA, L. FIGUEROA, A. **Sustainability Assessment of indicators for integrated water resources management**. Science of the Total Environment. 2017.

PROFÁGUA, **Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos**. UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”. Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira. Disponível em <https://www.feis.unesp.br/#!/pos-graduacao/profagua/>. São Paulo. Acesso em 22 10 2021.

RIBEIRO, A. P. L. **Aperfeiçoamento do emprego da equação universal de perda de solo na aplicação do pagamento por serviços ambientais da política espírito-santense de recursos hídricos**. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2012.

SANCHEZ, G. F.; MATOS, M. M. **Marcos metodológicos para sistematização de Indicadores de sustentabilidade da agricultura**. SYNTEHSIS, Rio de Janeiro, v.5, n.2, p 255-267, 2012.

SATTLER, M. A. **Sustentabilidade de sistemas agrofloretais na região do Caparaó – ES**. Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Rio de Janeiro, 2012.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S.M.; PIRES, M.V.; FARIA, R.M. **Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural - RESR, Piracicaba-SP, Vol. 55, Nº 01, p. 009-030, Jan./Mar. 2017.

SEAMA - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Programa Reflorestar**. Disponível em <<https://seama.es.gov.br/programa-reflorestar>> Acesso em 26 de março de 2021.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: **precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países**. Ambiente & Sociedade. Campinas – São Paulo. 2007

SILVA, J. **Avaliação integrada de sustentabilidade hídrica em bacias hidrográficas urbanas**. Tese Doutorado em Gestão Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental. Universidade Positivo, Curitiba, PR. 2017.

SILVA, S. K. N. **Modelo de Sustentabilidade Aplicado à Análise de Desempenho ao Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua/UFES. 2020.

SOSSAI, M. F.; BENINI, R.; GIRÃO, V. J. **Plano estratégico da cadeia da restauração florestal no Espírito Santo – PERF/ES**. Espírito Santo, 2018.

SOUZA, H. N. D. **Sistematização da Experiência Participativa com Sistemas Agroflorestais: rumo a sustentabilidade da Agricultura Familiar na Zona da Mata Mineira**. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2006.

TEDESCO, A. N. S. **Subsídios para integração da gestão das águas com a gestão urbana: desenvolvimento de um modelo conceitual para a conexão de mecanismos e instrumentos de gestão**. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. Vitória, 2009.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P.D. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do rio Guandu, Afonso Cláudio, ES**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, n. 1, p. 161-168, Porto Alegre, 2012.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

VIEIRA, M. S. C.; **Aplicação do método IDEA como recurso pedagógico para avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas no município de Rio Pomba-MG**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2005.

VIEIRA, P. M. S; **Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidroambiental** (Estudo de Caso: APA de Baturité, Ceará). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

VIEIRA, P. M. S; STUART, T. M. C. **Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidro- Ambiental de Áreas Serranas no Semiárido Brasileiro - Estudo de Caso: Maciço de Baturité, Ceará**). Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 14, n.4, Porto Alegre, 2009.

WRI BRASIL. **Ferramenta de Investimento VERENA: O Valor do Reflorestamento com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais**. Disponível em <<https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/ferramenta-investimento-verena>>. Acesso em 18 10 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Parte Inicial da planilha de aplicação elaborada.

Aplicação do Modelo de Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais proposto por Machado Junior, 2019.			
Esta planilha tem o objetivo de examinar o potencial de aplicação do Modelo de Sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais proposto por Machado Junior (2019), por meio de experimentação.			
Ao preencher a planilha, siga as orientações, observando as cores de cada campo e suas respectivas correspondências			
	Nestes campos, você deve digitar os valores e textos;		
	Este campo é onde se localiza as fórmulas ou onde estão vinculados os dados de outras planilhas. Não devem ser modificados.		
OBSERVAÇÕES IMPORTANTES ANTES DA APLICAÇÃO			
Dimensão	Variável	Descrição	
Aspectos Ambientais	1	Localização geográfica;	As características topográficas de acordo com cada lugar podem variar os SAFs em suas particularidades de adaptação.
	2	Situação referente aos fatores biofísicos	Situações que alteram o ambiente: fertilidade do solo, relevo (terra firme, de várzea e de locais montanhosos), altitude, tipo de vegetação ou estratos florestais.
	3	Complexidade biológica do arranjo	Diferenças entre tipos mais simples ou mais complexos de SAFs, como também o convívio de animais e vegetais na mesma área com funções diferenciadas.
	4	Tamanho do SAF	A depender do tamanho pode influenciar nas relações com os fatores endógenos e exógenos relacionados ao efeito de borda.
Aspectos econômicos	5	Finalidade dos SAFs	De produção (que têm como principal função a produção de alimentos para atender ao consumo) ou de proteção (que têm como função principal a proteção dos elementos naturais ou subsistência).
	6	Infraestrutura adequadas	Acesso a estruturas de suporte às atividades (presença de materiais de plantio, estufas, armazéns, trator, mão-de-obra, etc.
	7	Distância das propriedades a centros urbanos	A proximidade e a condição das estradas até as cidades e vilas pode favorecer acesso a pontos de comercialização, hospitais, escolas, pontos turísticos, etc.
Aspectos socioculturais	8	Tipo de abordagem ao perfil do agricultor para implantar.	A visão pode variar de acordo com a ideia do proprietário: comercial; familiar, indígena, comunidade tradicional, pecuaristas, agricultor, agrofloresteiros, ambientalista, aposentado, etc.
	9	Potencial de articulação	Essa variável refere-se à capacidade de comunicação e articulação do agricultor com outras pessoas.
Aspectos Político-institucionais	10	Interesse e protagonismo	Refere-se ao envolvimento do agricultor no assunto e destaque na comunidade.
	11	Tempo de implantação	De acordo com um tempo mínimo o SAF pode representar melhores efeitos por seu estabelecimento duradouro a condições de diferentes aparelhamentos consolidados.

APÊNDICE B – Fragmento do protocolo elaborado

Categorias	Elementos	Descritores	Número do descritor	Indicadores	Descrição do parâmetro	Número do indicador	Critério de classificação do parâmetro do INDICADOR	Avaliação indicadores FAVORÁVEL - Sim NÃO FAVORÁVEL - Não	Resultado dos descritores
Recursos base do Sistema (endógenos)	água	quantidade	1	vazão disponível na área em análise (m ³ /s)	A vazão estimada é disponível para área em análise (m ³ /s)	1	a depender da necessidade e das culturas	SIM	SIM
				vazão outorgável para o sistema (m ³ /s)	O balanço hídrico entre vazão outorgável e demanda do sistema é positivo.	2	favorável - sim não favorável - não	SIM	
		qualidade	2	eutrofização nos reservatórios ou cursos d'água relacionados diretamente com o sistema	Os cursos d'água ou reservatórios relacionados diretamente com o sistema e observados na vistoria apresentam minimamente acumulos de plantas aquáticas.	3	favorável - sim não favorável - não	SIM	SIM
				assoreamento dos reservatórios ou cursos d'água que abastecem o sistema	reservatórios ou cursos d'água observados apresentam minimamente acumulos de sedimentos, os quais interferem na vazão ou altura da lâmina d'água relacionados com o sistema	4	favorável - sim não favorável - não	SIM	
	Solo	estrutura	3	processos erosivos - laminar, sulcos, voçorocas	área do sistema apresenta processos erosivos (laminar, sulcos, voçoroca) os quais interferem na estrutura do solo onde o sistema vai ser implantado	5	favorável - sim não favorável - não	SIM	SIM
				classificação do solo	classificação do solo segundo o SBCS	6	a depender da necessidade e das culturas	SIM	

Categorias	Elementos	Descritores	Número do descritor	Indicadores	Descrição do parâmetro	Número do indicador	Critério de classificação do parâmetro do INDICADOR	Avaliação indicadores FAVORÁVEL - Sim NÃO FAVORÁVEL - Não	Resultado dos descritores	
		fertilidade	4	nível de acidez (pH)	pH do solo	7	a depender da necessidade e das culturas	NÃO	NÃO	
				teor de matéria orgânica (%)	% matéria orgânica do solo	8	a depender da necessidade e das culturas	NÃO		
	biodiversidade	estrutura	5	apresenta todos estratos florestais (baixo, médio, alto)	o sistema apresenta, em densidade significativa, espécies arbóreas em todos estratos verticais, sendo: estrato baixo - menor 3m, estrato médio - entre 3m a 9m, estrato alto maior que 9m	9	favorável - sim não favorável - não	NÃO	NÃO	
				sistema simples ou complexo	distribuição aleatória dos indivíduos no sistema	10	favorável - não não favorável - sim	NÃO		
		diversidade	6	número de espécies	acima de 30 espécies o sistema apresenta-se com uma diversidade inicial aceitável	11	favorável - acima de 30 ssp não favorável - abaixo de 29 ssp	NÃO		NÃO
				Espécies raras	sistema apresenta espécies classificadas como raras	12	favorável - sim não favorável - não	NÃO		

APÊNDICE C – Lista dos indicadores do modelo

	Indicadores	Descrição do parâmetro
1	vazão disponível na área em análise (m ³ /s)	A vazão estimada é disponível para área em análise (m ³ /s)
2	vazão outorgável para o sistema (m ³ /s)	O balanço hídrico entre vazão outorgável e demanda do sistema é positivo.
3	eutrofização nos reservatórios ou cursos d'águas relacionados diretamente com o sistema	Os cursos d'águas ou reservatórios relacionados diretamente com o sistema e observados na vistoria apresentam minimamente acumulos de plantas aquáticas.
4	assoreamento dos reservatórios ou cursos d'águas que abastecem o sistema	cursos d'águas ou reservatórios observados apresentam minimamente acumulos de sedimentos, os quais interferem na vazão ou altura da lâmina d'água relacionados com o sistema
5	processos erosivos - laminar, sulcos, voçorocas	área do sistema apresenta processos erosivos (laminar, sulcos, voçoroca) os quais interferem na estrutura do solo onde o sistema vai ser implantado
6	classificação do solo	classificação do solo segundo o SBCS
7	nível de acidez (pH)	pH do solo
8	teor de matéria orgânica (%)	% matéria orgânica do solo
9	apresenta todos estratos florestais (baixo, médio, alto)	o sistema apresenta, em densidade significativa, espécies arbóreas em todos estratos verticais, sendo: estrato baixo - menor 3m, estrato médio - entre 3m a 9m, estrato alto maior que 9m
10	sistema simples ou complexo	distribuição aleatória dos indivíduos no sistema
11	número de espécies	acima de 30 espécies o sistema apresenta-se com uma diversidade inicial aceitável
12	Espécies raras	sistema apresenta espécies classificadas como raras
13	utiliza alguma prática mecânica de conservação de solo	existência mínima de práticas mecânicas na área em análise, tais como: caixas secas, barraginhas e terraceamento
14	utiliza alguma prática vegetativa de conservação de solo	existência mínima de práticas vegetativas na área em análise, tais como: plantios em curvas de níveis, plantios adensados, plantio intercalados, plantios com práticas sucessionais
15	existe infraestrutura de reservação hídrica	existência mínima de infraestruturas de reservação hídrica na área em análise, tais como: barramentos que regulam ou não a vazão, tanques, tanques lonados, barramento subterrâneo
16	utiliza algum método para orientação do uso racional da água	existência mínima de método para orientação do uso racional da água
17	número de componentes arbóreos com necessidade intensiva de tratos silviculturais	a depender das necessidades das culturas do sistema
18	sistema com algum grau de mecanização para tratos silviculturais	disponibilidade mínima de utilização de mecanização para realizar as práticas silviculturais necessárias para implantação, desenvolvimento ou exploração do sistema
19	sistema orgânico	sistema todo orgânico
20	sistema utiliza conceitos de sucessão ecológica	sistema apresenta todos estratos florestais e sub-bosque com o mínimo de diversidade

	Indicadores	Descrição do parâmetro
21	estimativa de incremento florestal (m ³ /ha/ano)	incremento de 80% das diferentes culturas do sistema é maior/igual que o incremento destas culturas em monocultura
22	estimativa de incremento de biomassa (m ³ /há/ano)	incremento de biomassa do sistema é maior que a média do incremento de monoculturas florestais
23	as práticas de uso da água contribuem para a disponibilidade hídrica	vazão a jusante do sistema é maior que a vazão a montante
24	incremento de água na área em análise a partir da operação do sistema (m ³ /s)	quantidade de incremento de água no manancial a partir da operação do sistema (m ³)
25	assoreamento dos reservatórios ou cursos d'águas jusante ao sistema	cursos d'águas ou reservatórios observados a jusante do sistema apresentam minimamente acumulos de sedimentos, os quais inteferem na vazão ou altura da lâmina d'água
26	disponibilidade hídrica a jusante do sistema (m ³ /s)	vazão a jusante do sistema é maior/igual a vazão a montante
27	Eutrofização nos reservatórios ou cursos d'águas jusantes ao sistema	cursos d'águas ou reservatórios observados a jusante ao sistema na vistoria apresentam minimamente acumulos de macrofitas aquáticas
28	Índice de Qualidade de Água - IQA	índices de 37 a 100 - favorável índices de 0 a 36 - não favorável
29	processos erosivos - laminar, sulcos, voçorocas de áreas confrontantes ao sistema	área confrontantes ao sistema apresenta processos erosivos (laminar, sulcos, voçoroca) os quais inteferem na estrutura do solo da propriedade ou bacia
30	classificação do solo das áreas confrontantes ao sistema	classificação do solo segundo o SBCS
31	nível de acidez (pH)	pH do solo
32	teor de matéria orgânica (%)	% de matéria orgânica no sistema
33	produção de propágulos que podem afetar a estrutura dendrométrica de outros sistemas	o sistema apresenta em densidade significativa, espécies arbóreas classificadas como invasoras e/ou com potencial de grande produção de fontes de propágulos, principalmente por anemocoria e zoocoria
34	produção de propágulos que podem afetar a fitossociologia de outros sistemas	o sistema apresenta em densidade significativa, espécies arbóreas classificadas como invasoras e/ou com potencial de grande produção de fontes de propágulos, principalmente por anemocoria e zoocoria
35	sistema funciona como corredor ecológico	o sistema interliga fragmentos florestais
36	sistema permite abrigo para fauna	o sistema permite abrigo de fauna
37	são empregados práticas mecanicas de conservação de solo nas áreas confrontantes ao sistema	existência mínima de práticas mecânicas nas áreas confrontantes a área em análise, tais como: caixas secas, barraginhas e terraceamento
38	são empregados práticas vegetativas de conservação de solo nas áreas confrontantes ao sistema	existência mínima de práticas vegetativas na área em análise, tais como: plantios em curvas de níveis, plantios adensados, plantio intercalados, plantios com práticas sucessionais

	Indicadores	Descrição do parâmetro
39	infraestrutura hídrica a montante contribui para regularização da vazão entrada no sistema	existência mínima de infraestruturas de reservação hídrica a montante da área em análise, tais como: barramentos que regulam ou não a vazão, tanques, tanques lonados, barramento subterrâneo
40	as práticas de uso da água a montante ao sistema contribuem para a disponibilidade hídrica	existência mínima de método para orientação do uso racional da água a montante da área em análise
41	base da mão-de-obra é familiar	mão-de-obra é de base familiar
42	mão-de-obra capacitada	algum dos executores das atividades inerentes ao sistema em análise possui conhecimentos técnicos que favoreça o sucesso da implantação, gestão ou exploração
43	existe (m) na bacia em análise organização(es) social (is) relacionada (s) com o setor agrário instituída (s) formalmente	organização(es) social (is) relacionada (s) com o setor agrário instituída (s) formalmente na bacia em análise
44	sistema inserido na operação de alguma organização (es) social (is) da região	sistema insere-se em alguma parte do negócio/operação de alguma organização atuante na bacia em análise onde o mesmo está ou será implantado
45	bacia em análise apresenta relevância turística	bacia em análise com alguma relevância turística
46	sistema inserido no contexto turístico da bacia em análise	sistema insere-se em algum contexto turístico da bacia em análise
47	bacia em análise apresenta características culturais marcantes	bacia em análise com alguma característica cultural marcante/relevante
48	sistema inserido no contexto cultural da bacia em análise	sistema insere-se em algum contexto cultural da bacia em análise
49	dados e sistema de informações adequados para uso em processo decisório	existem dados e/ou sistema de informações adequados para uso em processo decisório quanto a operação do sistema
50	dados e sistema de informações possibilitam a geração de conhecimento	realização de sistematização das informações por meio de ferramenta de gestão (sistema, planilhas...) com vistas em gerar e acumular conhecimentos que possam favorecer a gestão do sistema
51	força de trabalho disponível é suficiente	balanço mensal entre as horas/homens disponíveis versus as horas/homens necessárias para cumprimento de todas as atividades de implantação e manutenção do sistema é positiva
52	emprega o máximo da força de trabalho disponível no sistema	utilização de mais de 80% da força de trabalho disponível no sistema
53	média anual de postos de trabalhos diretos e formais oferecidos a partir da operação do sistema na bacia em análise	o sistema gera minimamente postos de trabalho a partir da sua operação
54	média anual de postos de trabalhos diretos, formais e fixos oferecidos a partir do desenvolvimento do sistema na bacia em análise	o sistema gera minimamente postos de trabalho a partir da sua operação

	Indicadores	Descrição do parâmetro
55	sistema promove equidade social	o sistema durante a sua implantação ou operação exclui a participação de algum membro considerado capaz, tendo em vista a sua cultura, classe social, raça ou gênero
56	sistema promove inclusão social	o sistema durante a sua implantação ou operação apresenta-se como inclusivo, oportunizando minimamente a inserção de qualquer membro da sociedade considerado capaz, independente da sua cultura, classe social, raça ou gênero
57	utiliza força de trabalho de outras bacias	o sistema gera minimamente postos de trabalho em outras bacias a partir da sua operação
58	estimula o desenvolvimento/aperfeiçoamento de força de trabalho em outras bacias	ocorrem capacitações afins com a implantação e operação do sistema em outras bacias estimuladas/induzidas pela cadeia produtiva em que o sistema se insere
59	existe (m) em outras bacias organização(es) social (is) relacionada(s) com o setor agrário formalmente instituída (s)	organização(es) social (is) relacionada (s) com o setor agrário instituída (s) formalmente em outras bacias que possam relacionar-se com a implantação ou operação do sistema
60	sistema inserido na operação de alguma organização (es) social (is) da região	sistema insere-se em alguma parte do negócio/operação de alguma (s) organização(es) social (is) de outras bacias
61	o patrimônio cultural de outras bacias agrega valores aos produtos do sistema	outras bacias que possa se relacionar com o sistema possui alguma característica cultural marcante/relevante
62	operação do sistema afeta a qualidade do patrimônio cultural da região	sistema insere-se em algum contexto cultural de outras bacias
63	o patrimônio turístico de outras bacias agrega valores aos produtos do sistema	outras bacias que possa se relacionar com o sistema possui alguma característica turística marcante/relevante
64	operação do sistema afeta a qualidade do patrimônio turístico de outras bacias	sistema insere-se em algum contexto turístico de outras bacias
65	acesso a água, energia, saneamento, coleta de lixo	responsáveis pelo sistema tem acesso a água, energia, saneamento, coleta de lixo
66	acesso a saúde básica, educação básica, segurança no campo	responsáveis pelo sistema tem acesso a saúde básica, educação básica, segurança no campo
67	taxa de desemprego na bacia em análise (%)	taxa de desemprego na bacia em análise
68	percentagem de empregos sistema/empregos total (%)	razão entre empregos formais gerados a partir das operações do sistema e empregos formais de forma geral na bacia em análise
69	disponibilidade de recursos próprios para implantação do sistema	os responsáveis pelo sistema possuem capacidade de investimento para implantação do sistema até o fluxo de caixa referente ao negócio ficar positivo (VPL positivo)
70	disponibilidade de recursos próprios para custear a operação do sistema	os responsáveis pelo sistema possuem capacidade de investimento para operação do sistema até o fluxo de caixa referente ao negócio ficar positivo (VPL positivo)

	Indicadores	Descrição do parâmetro
71	benfeitorias para operação do sistema ou beneficiamento dos produtos	existem minimamente benfeitorias que favoreçam a implantação ou operação do sistema
72	equipamentos para operação do sistema ou beneficiamento dos produtos	existem minimamente equipamentos/maquinários que favoreçam a implantação ou operação do sistema
73	PayBack - tempo de retorno do investimento (anos)	tempo de retorno de todo recurso financeiro mensuravel corrigido
74	Valor Presente Líquido - VPL positivo (ano)	tempo (ano) em que o VPL = 0
75	compatibilizada com a demanda na bacia em análise	mercado da bacia em análise tem capacidade de absorver os produtos gerados a partir da operação do sistema
76	compatibilizada com a demanda em outras bacias	mercado de outras bacias tem capacidade de absorver os produtos gerados a partir da operação do sistema
77	razão benefício/custo (RB/C)	razão entre unidades de capital recebido/unidades de capital de investimento maior que 1
78	taxa interna de retorno - TIR (%)	TIR maior que o rendimento de uma aplicação de baixo risco
79	tomada de recursos por financiamento para viabilizar a implantação do sistema	para viabilizar a implantação do sistema se faz necessário a tomada de crédito com entidades financeiras
80	tomada de recursos a fundo perdido para viabilizar a implantação do sistema	para viabilizar a operação do sistema se faz necessário a tomada de crédito com entidades financeiras
81	estradas de rodagem viáveis durante todo período de operação do sistema	estradas de rodagem viáveis durante o ano todo período de operação do sistema
82	acesso a entrepostos comerciais ou central de abastecimento regional - ceasa	acesso a entrepostos comerciais ou central de abastecimento regional - ceasa
83	venda da produção é direto ao consumidor final	as vendas dos produtos do sistema são realizadas aos consumidores finais
84	existe equidade na distribuição da renda na cadeia produtiva em que o sistema se insere	a percentagem entre a diferença do valor inicial e o valor final de venda dos produtos do sistemas comercializados na cadeia produtiva é superior a TIR calculada para a produção do sistema
85	mercado consumidor agrega valores monetários aos valores socioculturais do sistema	na composição dos preços de vendas dos produtos são considerados os valores socioculturais do sistema
86	existe agregação de valores provenientes de certificações ou beneficiamento dos produtos do sistema	na composição dos preços de vendas dos produtos são considerados as certificações e beneficiamentos do sistema
87	operação do sistema é regulamentada por alguma legislação específica	existe alguma legislação específica sobre a regulamentação do sistema que favorece a sua operação
88	produção do sistema é regulamentada por alguma legislação específica	existe alguma legislação específica sobre a regulamentação do sistema que favorece a sua comercialização da produção
89	existem políticas específicas para incentivo a implantação do sistema	existe alguma política específica que incentive a implantação do sistema

	Indicadores	Descrição do parâmetro
90	existem políticas agrárias convergente com o sistema	existe alguma política do setor agrário que incentive a implantação ou operação do sistema
91	propriedade possui Cadastro Ambiental Rural - CAR	propriedade possui CAR homologado
92	propriedade possui Projeto de Adequação Ambiental - PRA (sim/não)	propriedade possui ou é dispensada do PRA
93	licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água	a implantação ou operação do sistema necessita de licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água
94	o sistema já encontra se regular caso necessite de licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água	sistema está regular quanto aos instrumento de gestão ambiental
95	existem políticas de qualquer natureza convergente com implantação e/ou operação do sistema	existe alguma política de qualquer natureza que incentive a implantação e/ou operação do sistema
96	existem políticas de qualquer natureza convergente com a comercialização dos produtos do sistema	existe alguma política de qualquer natureza que favoreça a comercialização dos produtos do sistema
97	acesso a assistência técnica gratuita	assistência técnica disponível é gratuita
98	assistência técnica é especializada	assistência técnica disponível é especializada quanto a implantação e/ou operação do sistema