

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS – PROFÁGUA

JOSÉ DE AQUINO MACHADO JÚNIOR

MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO CONTEXTO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

VITÓRIA

2019

JOSÉ DE AQUINO MACHADO JÚNIOR

**MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO CONTEXTO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, como requisito final para obtenção de título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientador: Edmilson Costa Teixeira

Coorientador: Diogo Costa Buarque

VITÓRIA

2019

AGRADECIMENTOS

Ao Prof^oÁgua e a UFES, pela oportunidade de adquirir novos saberes e poder contribuir com este trabalho para a gestão de recursos hídricos.

Ao Professor Edmilson Costa Teixeira, por ter sido um farol que me conduziu por caminhos seguros nessa caminhada pelo conhecimento.

Ao Professor Diogo Costa Buarque, pela excelência na orientação em momentos decisivos na construção deste trabalho.

A todos amigos e colegas que colaboraram ou ainda colaboram para o desenvolvimento do Reflorestar, programa que norteou minha carreira profissional nos últimos anos e inspirou este trabalho.

A todos produtores rurais que tive a satisfação de compartilhar um pouco da vida, tempo suficiente para inspirar a busca de conhecimentos e soluções para melhoria de vida na zona rural.

Aos colegas do Prof^oÁgua e Labgest, pelas colaborações e companheirismo.

À amiga Eliane Meire de Araújo, pela amizade e cumplicidade que construímos neste período de estudos.

À minha esposa Maria e minha filha Cecília, pelo apoio e paciência incondicional nesta empreitada de estudos, sem os quais não seria possível este trabalho.

RESUMO

Nos últimos anos a recuperação da cobertura florestal apresentou-se como uma das principais atividades na gestão das bacias hidrográficas, uma vez que o seu emprego, além de trazer ganhos ambientais, principalmente os relacionados com a regularização do ciclo hidrológico, também pode trazer ganhos socioeconômicos, contribuindo, desta forma, para um desenvolvimento territorial mais sustentável. Neste contexto, o emprego de Sistemas Agroflorestais (SAFs) mostra-se como sendo uma das principais estratégias da recuperação florestal, uma vez que estes são considerados mais sustentáveis que outros tipos de cobertura florestal, e uma alternativa aos sistemas de produção intensiva. Apesar da importância dos SAFs na temática de recuperação da cobertura florestal, no geral, os trabalhos que consideram a avaliação da sustentabilidade destes sistemas deixam de considerar diversos aspectos/fatores que podem ter influência significativa na decisão pela sua adoção e na devida implantação por produtores rurais em potencial. Dado os benefícios destes sistemas, este trabalho objetivou aprofundar o conhecimento sobre os fatores relacionados à sua sustentabilidade, assim como estabelecer diretrizes para o aperfeiçoamento do seu emprego. Para tanto, por meio de uma revisão de literatura e observando a operacionalização do Programa Estadual de Aumento da Cobertura Florestal (Reflorestar) e a Gestão Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo, foram levantados fatores relacionados aos SAFs e, aplicando uma técnica baseada no marco metodológico “Sustentabilidade da Agricultura e Recursos Naturais – SARN”, foi desenvolvido um modelo conceitual para sistematização e avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs. Como resultados foram obtidos 98 indicadores, os quais foram sistematizados em níveis de descritores, elementos significativos, categorias significativas e dimensões de avaliação, comportando a seguinte distribuição por dimensão: Ambiental – 40 indicadores (41%); Sociocultural - 28 indicadores (29%); Econômica - 18 indicadores (18%) e Político-Institucional – 12 indicadores (12%). A estrutura proposta para sistematização dos indicadores propicia uma avaliação qualitativa e sistêmica da sustentabilidade dos recursos e das operações envolvidas nos SAFs em geral, podendo, desta forma, subsidiar o apontamento de diretrizes para aperfeiçoamento do seu emprego nas diferentes realidades das bacias hidrográficas. A maioria dos indicadores é de aplicação rápida e não onerosa, dependente de avaliações visuais diretas e entrevistas. Apenas para a minoria dos indicadores será necessária realização de análises laboratoriais e/ou cálculos mais elaborados.

Palavras Chaves: Gestão de Recursos Hídricos. Sistemas Agroflorestais (SAFs). Indicadores de Sustentabilidade de SAFs. Programa Reflorestar – ES.

CONSIDERAÇÕES PARA O SINGREH¹ – SÍNTESE

A recuperação da cobertura florestal é uma das principais estratégias utilizadas pelo SINGREH para conservação e gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas. Desta forma, Planos de Recursos Hídricos comumente destinam grande aporte de recursos, humanos e financeiros, para ações dessa natureza. No Espírito Santo, o Programa Reflorestar desempenha importante papel nas ações de recuperação da cobertura florestal atreladas à gestão de recursos hídricos do estado. O programa tem os SAFs como uma das suas principais modalidades de recuperação florestal, uma vez que, além de trazer ganhos relacionados aos recursos hídricos, também podem contribuir com a segurança alimentar e com o aumento da produtividade das propriedades rurais, possibilitando, desta forma, um desenvolvimento territorial mais sustentável. Tendo em vista o contexto apresentado, o presente trabalho propõe um ferramental baseado na sistematização de 98 indicadores de sustentabilidade para SAFs, os quais foram agrupados, para fins de avaliação, em um modelo conceitual, dividido em quatro dimensões da sustentabilidade (ambiental, sociocultural, econômica e político-institucional). Uma busca constante durante o desenvolvimento do modelo conceitual, foi a viabilização imediata da sua operacionalização, uma vez que o ProfÁgua tem como uma de suas perspectivas, desenvolver metodologias que ofereçam suporte ao SINGREH, para a devida gestão dos recursos hídricos em âmbito estadual ou federal. Desta forma, a maioria dos indicadores propostos são de rápida aplicação, não onerosa, e dependente, principalmente, de avaliações realizadas em vistorias e entrevistas. Espera-se que este ferramental possa contribuir para a condução dos SAFs avaliados a patamares considerados sustentáveis nas diferentes dimensões que o compõe, aumentando assim a confiabilidade dos produtores rurais nestes sistemas, permitindo o aumento de escala da sua adoção, assim como a sua devida implantação.

¹ Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

CONSIDERATIONS FOR SINGREH – SYNTHESIS

Forest restoration is one of the main strategies carried out by SINGREH aiming conservation of water resources and watershed management. Therefore, Water Resource Plans frequently allocate a considerable amount of financial and human resources to implement this strategy. In the Espírito Santo State, the Programa Reflorestar (Reforest Program) plays an important role in the actions of restoration correlated to the state's Water Resources Policy. The program is state-wide and relies on agroforestry systems to promote hydrological security through landscape restoration. Agroforestry systems are sustainable land use practices particularly important to achieve food security and generate income for farmers. In this context, this study proposes a toolset based on 98 sustainability indicators for agroforestry systems. Aiming its evaluation, in a conceptual model, the indicators have been grouped into the four pillars of sustainability (environmental, sociocultural, economic, and political-institutional). The conceptual model was developed to, invariably, allow the prompt application of the toolset. This requirement was fundamental, since the development of methodologies to support the implementation of the Federal or State's Water Resource Policies is one of the guiding principles in the ProfÁgua Program. Following this principle, most of the indicators can be quickly and easily checked, with no extra cost, during field excursions and through interviews. This toolset is expected to contribute to raise the sustainability level of agroforestry systems in its diverse dimensions, thus encouraging farmers to adopt such systems and allowing to achieve the projected outcomes.

ABSTRACT

In recent years, forest recovery has been one of the main activities in watershed management, since its use can promote environmental improvements in the hydrological cycle as well as socioeconomic enhancements thus helping in sustainable territorial development. In this context, the use of Agroforestry Systems - SAFs is one of the main forest recovery strategies, because they are considered more sustainable than others forest cover and in addition, they are an alternative to the intensive production systems. In spite of the importance of the SAFs in the forest recovery theme, in general, the studies that consider the sustainability assessment do not contemplate many aspects/factors that could influence their application by potential rural producers. Due to the benefits of these systems this work aimed at enlarging knowledge about factors associated with their sustainability, as well as to establish guidelines for the improvement of its application. Therefore, a literature review was carried out as well as an observation of the State Program for Increasing Forest Coverage - Reforestation and the State Policy for Water Resources of Espírito Santo. Then these data were related to the SAFs by the use of a technic based on the methodological framework titled "Sustainability of Agriculture and Natural Resources - SARN ", a conceptual model was developed for the systematization and evaluation of sustainability indicators for SAFs. As a result, 98 indicators were obtained and systematized in levels of descriptors, significant elements, significant categories and evaluation dimensions, the distribution by dimension were: Environmental - 40 indicators (41%); Sociocultural - 28 indicators (29%); Economic -18 indicators (18%) and Political-Institutional - 12 indicators (12%). The proposed structure for the systematization of the indicators provides a qualitative and systemic evaluation of the sustainability of the resources and the operations involved in the SAFs that subsidises guidelines for improving the use of SAFs in different situations in the watersheds. Most of the indicators are quick implementation and not onerous as well as they depend on direct visual evaluations and interviews. For the minority of the indicators more calculus and a complex laboratory analyzes will be needed.

Keywords: Water Resources Management. Sustainability Indicators of SAFs. Agroforestry Systems.

LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

APP – Área de Preservação Permanente

CAR – Cadastro Ambiental Rural

CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento

FMA – Florestas Manejáveis

LAC – Países da América Latina e Caribe

MMA – Ministério do Meio Ambiente

ONG – Organização não Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PER – Marco Metodológico – Pressão, Estado e Resposta

ProfÁgua – Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

RB/C – Razão Benefício/Custo

REC – Restauração por meio do Plantio de essência nativas

Reflorestar – Programa de Aumento da Cobertura Florestal do Estado do Espírito Santo

REG – Condução da Regeneração Natural de Espécies Florestais Nativas

SAF – Sistema Agroflorestal

SARN – Marco Metodológico – Sustentabilidade da Agricultura e Recursos Naturais

SEAG – Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca

SEAMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SSP – Sistema Silvistoril

TIR – Taxa Interna de Retorno

UICN – União Internacional para Conservação da Natureza

VPL – Valor Presente Líquido

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 – Sistemas agroflorestais: diversidade e potencial para conservação.....	25
Figura 3-2 – Ilustração da ciclagem de nutrientes advindos de partes vegetativas dos componentes arbóreos nos Sistemas Agroflorestais	27
Figura 3-3 – Influência dos SAFs na manutenção dos recursos hídricos.....	28
Figura 3-4 – Representação esquemática do Marco Metodológico PER.....	36
Figura 3-5 – Representação esquemática do Marco Metodológico MESMIS.....	36
Figura 3-6 – Representação esquemática do Marco Metodológico SARN.....	37
Figura 4-1 – Roteiro metodológico para desenvolvimento do modelo conceitual para sistematização e avaliação de Sistemas Agroflorestais.....	50
Figura 4-2 – Diagrama: Dimensões de avaliação do modelo conceitual.....	52
Figura 4-3 – Diagrama: Categorias significativas do modelo conceitual.....	54
Figura 4-4 – Diagrama: Elementos significativas do modelo conceitual.....	57
Figura 4-5 – Diagrama: Descritores do modelo conceitual.....	62
Figura 4-6 – Diagrama: apresentação de resultado hipotético da aplicação do modelo conceitual.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 3-1 – Dimensões da sustentabilidade.....	32
Quadro 3-2 – Vantagens e limitações para utilização de indicadores de sustentabilidade.....	34
Quadro 3-3 – Características intrínsecas para marcos metodológicos.....	39
Quadro 3-4 – Comparação de marcos metodológicos para sistematização de indicadores de sustentabilidade.....	40
Quadro 4-1 – Lista de fatores relacionados à SAFs levantados a partir de revisão de literatura e observações práticas do Reflorestar e da gestão Espírito-Santense de recursos hídricos.....	44
Quadro 4-2 – Principais características intrínsecas observadas nos marcos metodológicos e características intrínsecas desejáveis para o modelo em desenvolvimento.....	49
Quadro 4-3 – Elementos significativos identificados para o modelo conceitual.....	55
Quadro 4-4 – Descritores identificados e selecionados para o modelo conceitual.....	59
Quadro 4-5 – Indicadores de sustentabilidade obtidos para o modelo conceitual.....	64
Quadro 4-6 – Estrutura para aplicação da ferramenta 5W1H.....	72
Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual.....	73
Quadro 4-8 – Características intrínsecas do modelo conceitual.....	96
Quadro 4-9 – Lógica proposta para classificação dos resultados em todos os níveis de avaliação do modelo conceitual.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1 – Elementos significativos por categorias significativas.....	56
Tabela 4-2 – Número de indicadores de sustentabilidade por dimensões da sustentabilidade e categorias significativas.....	70
Tabela 4-3 – Percentagem de indicadores de sustentabilidade por dimensões da sustentabilidade e categorias significativas.....	70

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 COBERTURA FLORESTAL E RECURSOS HÍDRICOS	18
3.2 RECUPERAÇÃO FLORESTAL	19
3.2.1 RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO MUNDO	21
3.2.2 RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO BRASIL	22
3.2.3 RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO ESPÍRITO SANTO	23
3.3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS	24
3.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	30
3.5 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS	32
3.5.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS	33
3.5.2 MARCOS METODOLÓGICO PARA SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA AGROSSISTEMAS	35
4 TÉCNICA: MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS	41
4.1 ETAPA 1 - LEVANTAMENTO DE FORMA GERAL DOS FATORES RELACIONADOS À ADOÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE SAFS	42
4.2 ETAPA 2 - DEFINIÇÃO DE MARCO METODOLÓGICO PARA DESENVOLVIMENTO DE MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SAFS	47
4.2.1 ENFOQUES DA AVALIAÇÃO DO MODELO	47
4.2.2 MODELO CONCEITUAL DE PARTIDA	48
4.2.3 CARACTERÍSTICAS INTRINSECAS DESEJÁVEIS NO MODELO DE AVALIAÇÃO	48
4.2.4 MARCO METODOLOGICO: SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA E RECURSOS NATURAIS – SARN	49

4.3	ETAPA 3 - DESENVOLVIMENTO DE MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SAFs	51
4.3.1	DEFINIÇÃO DO SISTEMA.....	51
4.3.2	DEFINIÇÃO DE DIMENSÕES DE AVALIAÇÃO	51
4.3.3	IDENTIFICAÇÃO DE CATEGORIAS SIGNIFICATIVAS	52
4.3.4	IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS SIGNIFICATIVOS PARA CADA CATEGORIA.....	54
4.3.5	IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE DESCRITORES.....	58
4.3.6	DEFINIÇÃO E OBTENÇÃO DE INDICADORES	63
4.3.7	AVALIAÇÃO DE INDICADORES	72
4.3.8	PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO.....	94
4.4	ETAPA 4 – APONTAMENTO DE DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DESENVOLVIDO	95
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	99
5.1	CONCLUSÕES.....	99
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	CONSIDERAÇÕES PARA SINGREH.....	106

1. INTRODUÇÃO

Na paisagem das bacias hidrográficas a cobertura florestal é uma das principais componentes relacionadas com os recursos hídricos. A presença de cobertura florestal em áreas estratégicas pode prover às bacias hidrográficas diversos serviços ambientais, principalmente os relacionados com as funções hidrológicas, como a regularização da vazão, o controle da erosão e o controle do aporte de sedimentos nos corpos d'águas (TAMBOSI et al., 2015; TUCCI; CLARKE, 1997).

Contudo, ao longo do tempo, conforme a demanda por produtos florestais e agrícolas foi aumentando, juntamente com a expansão da infraestrutura econômica e das áreas urbanas, grandes áreas de florestas foram suprimidas (BACHA, 2004; MORAES, 2016; TAMBOSI et al., 2015; TUCCI; CLARKE, 1997). Em 2017, a Fundação SOS Mata Atlântica apontou, no seu Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (período 2015 – 2016), que devido ao manejo florestal empregado, ou por falta destes, o bioma perdeu cerca de 85% da sua cobertura florestal original (SOSMA, 2017). Essa informação vai na contramão do reconhecimento ambiental dado a esse bioma, onde o mesmo é o quinto dos 34 hotspots do planeta (MITTERMEIER et al., 2004), e considerado Reserva da Biosfera pela Unesco e Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 (CEMIN; DUCATI, 2015).

No Espírito Santo esse processo de desmatamento não foi diferente. Tendo todo seu território inserido no bioma Mata Atlântica, atualmente estima-se que o Estado tenha apenas 16% de cobertura florestal e 6,2% de áreas em estágio de regeneração natural (SEAMA, 2018). Este quantitativo reduzido de cobertura florestal impactou diretamente, e indiretamente, os recursos hídricos do Estado, contribuindo para a ocorrência de situações extremas, como cenários de enchente ou de escassez hídrica e, tendo como consequência o comprometimento da segurança hídrica no que tange alguns processos produtivos, o abastecimento público de água e os processos ecológicos envolvidos na manutenção dos cursos d'águas (MORAES et al., 2016; SEAMA, 2017; SOSSAI et al., 2012).

Tendo em vista este panorama florestal, em 2011, a partir de experiências acumuladas, o Estado do Espírito Santo criou o seu Programa de Aumento da Cobertura Florestal (Reflorestar). Fruto de um alinhamento entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e a Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento e Pesca, o Reflorestar tem como objetivo: “contribuir para regularização do ciclo hidrológico, através do aumento da cobertura florestal,

oportunizando a geração de renda aos proprietários rurais por meio da adoção de práticas amigáveis de uso dos solos” (SOSSAI et al., 2012).

Conforme consta no Planejamento Estratégico do Governo do Estado para o período de 2019 a 2022², o Reflorestar tem como meta aumentar a cobertura florestal do Estado em 160 mil hectares. Esta meta se divide em duas componentes, sendo: uma de fomento a recuperação da cobertura florestal – com a submeta de recuperar 10 mil hectares; e outra de monitoramento de 285 hectares de fragmentos florestais em estágio inicial de regeneração – com a submeta de garantir que 150 mil hectares de áreas em regeneração natural convertam-se em florestas. Ressalta-se que essas duas metas contribuem para o compromisso assumido pelo Governo do Estado em 2016 frente ao Desafio 20x20, uma iniciativa lançada por países da América Latina e Caribe (LAC), que tem como objetivo recuperar ou evitar o desmatamento em 20 milhões de hectares até o ano de 2020.

No que tange à meta de fomento a recuperação da cobertura florestal, o Reflorestar vai além dos benefícios ambientais que serão gerados a partir da recuperação florestal, pois também visa os benefícios sociais e econômicos que podem ser agregados (BENINI; ADEODATO, 2017; SEAMA, 2018; SOSSAI et al., 2012). Para tanto, o programa subsidia, tecnicamente e financeiramente, a adoção de cinco modalidades de plantios florestais, sendo duas sem expectativa de retorno financeiro – plantio de espécies florestais nativas (REC) e condução da regeneração natural de espécies florestais nativas (REG); e outras três com expectativa de retorno financeiro – sistemas agroflorestais (SAFs), sistemas silvipastoris (SSPs) e plantio de florestas manejáveis (FMA).

Conforme consta no objetivo do programa, o aumento da renda do produtor rural é um aspecto a ser oportunizado junto a recuperação florestal. Assim, existe o interesse que a adoção das três modalidades que geram retornos financeiros sobressaia-se sobre as demais, principalmente a modalidade de SAFs, isto pelo fato desta modalidade se apresentar com a maior sinergia com o desenvolvimento sustentável e, por este motivo, vem sendo destacada em diversos trabalhos de recuperação florestal, principalmente quando se trata de intervenções em pequenas e médias propriedades rurais (GUERRA, 2014; MICCOLIS et al., 2016; NEVES, 2014; SEAMA, 2018).

No Programa Reflorestar, os SAFs estão presentes em aproximadamente 35% das intervenções (envolvendo propriedade de pequena a grandes extensões) e, dado os benefícios do seu

² Informação apresentada no evento de Planejamento Estratégico do Governo do Espírito Santo em maio de 2019.

emprego, há um grande interesse tanto em se elevar esse percentual como em tornar os SAFs cada vez mais sustentáveis, considerando, dentre outros, a diversidade de sistemas e realidades territoriais espírito-santenses (ambientais, socioculturais, econômicos, políticos, institucionais, etc) possíveis. Mas, para se atingir esses objetivos, faz-se necessário, entre outros, o aprofundamento de conhecimentos sobre SAFs, em particular sobre fatores que interferem na sua adoção e devida implantação por parte dos proprietários rurais, além do estabelecimento de diretrizes voltadas para a ampliação da adoção destes sistemas.

Uma importante característica destacada na literatura encontrada sobre o Reflorestar é a premissa da voluntariedade do proprietário rural em aderi-lo, assim como de adotar quaisquer umas das modalidades oferecidas (SEAMA, 2018). Contudo, apesar das modalidades que visam ganhos financeiros, além dos ambientais (SAF, SSP e FMA), teoricamente serem as mais atrativas para adoção, atualmente representam apenas 51% das intervenções apoiadas pelo programa, levando a questionar o porquê o proprietário rural tende a preferir essas modalidades rentáveis, adotando, na maioria das vezes, as modalidades não rentáveis (REC e REG).

Cabe salientar que atualmente existe uma série de trabalhos que tratam do emprego de SAFs no Brasil, e nesses são destacados diversos fatores ambientais e socioeconômicos que são decisivos para a adoção desses sistemas (GERRA, 2014; MICCOLIS et al., 2016; MORAES, 2016; SCHEMBERGUE et al., 2017), bem como a utilização de diversos modelos para a avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs (BATISTA et al., 2017; CAMINO; MULLER, 1993; DANIEL, 2000; KEMERICH et al., 2014; LOPES; ALMEIDA, 2002; PASSOS, 2008; SANCHEZ; MATOS, 2012; VIVAN, 2004). Contudo, no geral, esses trabalhos ainda restringem seu foco de pesquisa dentro dos limites dos SAFs, não contemplando as influências externas que os acometem, assim como as externalidades que esses sistemas provocam nas paisagens das bacias hidrográficas (BONFIM, 2009; GUERRA, 2014; PASSOS, 2008).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver modelo conceitual para sistematização e avaliação de indicadores de sustentabilidade, em prol do aperfeiçoamento do emprego Sistemas Agroflorestais no contexto da gestão de recursos hídricos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo Específico 1 – Levantar de forma geral os fatores relacionados a adoção e implantação de Sistemas Agroflorestais

Objetivo Específico 2 – Desenvolver a partir dos fatores levantados e metodologia adequada, um modelo conceitual para sistematização de indicadores de sustentabilidade e avaliação da favorabilidade à adoção e adequada implantação de Sistemas Agroflorestais

Objetivo Específico 3 – Apontar diretrizes para utilização do modelo conceitual desenvolvido em prol do aperfeiçoamento do emprego de sistemas agroflorestais

3. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção será apresentada a revisão de literatura consultada para subsidiar o entendimento de alguns aspectos envolvidos na execução dos objetivos do trabalho.

3.1 COBERTURA FLORESTAL E RECURSOS HÍDRICOS

A manutenção da regularidade das vazões nos cursos d'águas é um dos principais aspectos técnicos relacionados com a gestão de recursos hídricos. Para tanto, compreender os efeitos hidrológicos que a cobertura florestal exerce sobre o regime de vazões dos cursos d'águas, tornou-se tema central em diversas pesquisas científicas ao longo dos anos.

Tucci e Clark (1997) apresentaram que, a cobertura florestal é uma das principais componentes relacionadas com o equilíbrio do fluxo de energia e volume de águas em uma paisagem rural, principalmente por este tipo de uso do solo propiciar um menor escoamento superficial³, aumentando o tempo de permanência das águas pluviais em uma bacia hidrográfica.

Salemi (2011) mostra que um dos motivos que leva a cobertura florestal a propiciar um menor escoamento superficial é a evaporação das águas interceptadas pelo dossel das florestas, ou seja, águas pluviais que não interagem diretamente com o solo. Segundo este autor, através deste fenômeno, a cobertura florestal evita que até 25% do volume das águas precipitadas em uma bacia hidrográfica atinja o solo. Giglio e Kobiyama (2013) constataram que na Mata Atlântica a interceptação é de 8,4 a 20,6% das águas pluviais. Já Tucci e Clark (1997) apontaram que na Reserva da Vale do Rio Doce, no Espírito Santo, a interceptação da cobertura florestal é da ordem de 13%.

Tucci e Clarke (1997) e Salemi (2011) apontaram, que um outro fator que leva a cobertura florestal a propiciar um menor escoamento superficial é a transpiração. Segundo esses autores, após evaporar as águas interceptadas, as florestas começam a perder umidade pela transpiração, mecanismo fisiológico em que as plantas retiram a água do solo para realizar os processos fotossintéticos.

Tucci e Clark (1997) descrevem que outro fator importante relacionado ao menor escoamento superficial em áreas florestadas é a infiltração das águas pluviais no solo. Segundo esses

³ Fluxo de água que ocorre na superfície do solo quando este se encontra saturado de umidade (VON SPERLING, 2005).

autores, tal fenômeno é favorecido pelo maior quantitativo de obstáculos naturais provenientes das estruturas vegetativas das plantas, os quais apresentam-se como barreiras naturais para o escoamento superficial. Outro ponto relevante para a contribuição da cobertura florestal para a infiltração, é o aumento da porosidade do solo devido as estruturas radiculares das árvores (FASIABEN et al., 2011; SALEMI et al., 2011)

Outro fator observado na literatura relevante para um menor escoamento superficial em áreas florestada é a posição ocupada pela cobertura florestal na paisagem. Segundo Fasiaben (2011), a cobertura florestal tem diferentes funções hidrológicas de acordo com a posição espacial que ocupa. Quando esta posição é no topo dos morros, a função destacada é de recarga de aquíferos; quando esta posição é nas encostas, a função destacada é de redução do escoamento superficial e contenção de processos erosivos; e quando esta posição está nas zonas ripárias, à função destacada é de proteção dos corpos d'água. Como essas funções são complementares, para que uma paisagem ou uma bacia hidrográfica tenha uma estrutura hídrica adequada para a provisão de água em quantidade e de qualidade, não basta apenas que tenha uma porção significativa de cobertura florestal, mas que essa cobertura esteja em locais e condições adequadas para a potencialização da prestação de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos.

3.2 RECUPERAÇÃO FLORESTAL

Apesar da importância que a cobertura florestal tem no regime de vazões dos cursos d'água e, conseqüentemente, no planejamento dos recursos hídricos, o processo de ocupação da maioria das bacias hidrográficas, é caracterizado pela falta de planejamento, levando a degradação dos recursos naturais de uma forma geral, mas principalmente da cobertura florestal. Deste cenário de degradação emerge no mundo a constatação que o estoque de serviços ambientais relacionados à cobertura florestal vem diminuindo, seja pela degradação desses ecossistemas ou pelo seu uso insustentável. Neste sentido, com vista em mitigar tal cenário, algumas iniciativas de recuperação florestal vem se desenvolvendo em âmbito global e local (MORAES, 2016). Na gestão de recursos hídricos, tais iniciativas são evidenciadas, principalmente, nos planos de bacias, uma vez que dentro dos programas denominados hidroambientais, comumente observam-se ações voltadas para essas temáticas (ANA, 2013).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a recuperação florestal está intimamente ligada à ciência da restauração ecológica. Neste contexto, baseando-se numa definição da Sociedade Internacional para Restauração Ecológica, o MMA considera que a restauração

ecológica “é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (CLEWELL et al., 2005).

Contudo, Micollis (2016) e Rodrigues (2009) descrevem que esse conceito vem evoluindo, e mais recente foi descrito pela Sociedade Internacional para Restauração Ecológica como sendo “a ciência, prática e arte de assistir e manejar à recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais”. Esse conceito de restauração se aproxima da visão de recuperação posta pela Lei Federal nº 9.985/00 (BRASIL, 2010) que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, onde em seu art. 2º, distingue, para seus fins, um ecossistema recuperado de um restaurado, como: recuperação é restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original; e restauração sendo a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.

Moares (2016) relata que a restauração de paisagens e florestas é um processo de longo prazo para recuperar funcionalidades ecológicas e melhorar o bem-estar humano em áreas desmatadas ou degradadas. Segundo o autor, refere-se à restauração, tendo em vista a busca do restabelecimento das funcionalidades ecológicas de uma dada área. Refere-se a paisagens, tendo em vista os múltiplos usos que interagem com as florestas em uma bacia hidrográfica. Refere-se a florestas, tendo em vista o manejo de componentes arbóreos quanto a sua densidade e qualidade. Por fim, requer uma visão de longo prazo para gradualmente reestabelecer as funções ecológicas e os benefícios ao bem-estar humano, apesar de alguns resultados como emprego, renda e a prestação de alguns serviços ambientais já se evidenciam de imediato.

É importante entender que não há uma fórmula pré-estabelecida para a recuperação florestal, pois cada ambiente desmatado possui sua história, estando sujeito a um conjunto de características que merecem estratégias específicas a serem empregadas. Contudo, o que se torna mais evidente na discussão sobre recuperação florestal, é a importância do bem-estar humano como resultado dos seus processos (MICCOLIS et al., 2016).

Nas paisagens rurais, a recuperação florestal tem um grande potencial para expansão, uma vez que pode trazer benefícios econômicos ainda ignorados pelos produtores rurais e pela sociedade em geral (MORAES, 2016). Segundo Brancalion (2012), a partir de um replanejamento do uso do solo da propriedade, áreas degradadas poderiam ser usadas para a produção de espécies

florestais visando à produção renovável de produtos madeireiros e não madeireiros. O rendimento da recuperação com fins econômicos em geral é bem maior quando comparado ao rendimento de algumas práticas comumente utilizadas nas propriedades rurais, como, por exemplo, a pecuária extensiva.

Da mesma forma que diversos autores apresentam um cenário de degradação, onde aproximadamente 30% da cobertura florestal do planeta foram completamente desmatados e outros 20% degradados, sendo que atualmente 24% das emissões de gases do efeito estufa global estão relacionadas a este cenário, a recuperação florestal também se apresenta como uma oportunidade de não somente reestabelecer padrões aceitáveis para fornecimentos de serviços ambientais, como a regulação dos recursos hídricos, mas também de impulsionar economias e gerar empregos, contribuindo com a segurança alimentar, com o aumento da produtividade das propriedades rurais e com a segurança hídrica (AMARAL et al., 2011; BENINI; ADEODATO, 2017; MORAES, 2016; PAGIOLA et., 2013).

3.2.1 RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO MUNDO

Segundo alguns autores existe uma tendência positiva para a recuperação florestal no planeta (AMARAL; et al., 2011; BENINI; ADEODATO, 2017; BRANCALION et al., 2012; MORAES, 2016). A Parceria Global pela Restauração de Paisagens e Florestas estimou a existência de dois bilhões de hectares de terras degradadas em todo o mundo, oportunizando ações de recuperação florestal.

Envidando a atenção global para a temática florestal e de recursos hídricos, em 2015, após um acúmulo de discussões, os países participantes da Septuagésima Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, tiveram a oportunidade de pactuar uma nova agenda de desenvolvimento para o planeta, intitulada de Agenda 2030. Esta agenda traz um grande desafio global dividido em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, sendo que estes orientarão as políticas dos países optantes pela agenda até o ano de 2030. A questão florestal vem destacada no Objetivo 15 - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (UNITED NATIONS, 2015). Destaca-se que dentro deste objetivo as águas interiores estão associadas aos ecossistemas terrestres.

Paralelamente à discussão da Agenda 2030, outros acordos internacionais buscam viabilizar e organizar os resultados obtidos através da recuperação florestal. Dentre esses podemos citar o

Desafio de Bonn, lançado em 2011 pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) e o governo alemão, onde se estabeleceu a meta ambiciosa de recuperar 350 milhões de hectares no planeta até 2030; e a Iniciativa 20x20 criada em 2014 e liderada por países da América Latina e Caribe, onde a mesma evidencia esforços para recuperar 20 milhões de hectares de florestas da América Latina e do Caribe até 2020 (AMARAL et al., 2011; MORAES, 2016).

Buscando convergência com as diretrizes e metas para recuperação florestal pactuadas em níveis globais, alguns projetos, programas e políticas, desenvolvidos em níveis locais, vêm envidando recursos para temática de recuperação florestal (AMARAL, et al., 2011; BENINI; ADEODATO, 2017; BONFIM, 2009; MORAES, 2016; PAGIOLA et al., 2013). Observa-se na maioria dessas ações locais, que uma nova visão para recuperação florestal vem se impondo, onde os benefícios gerados a partir da recuperação florestal podem ir além da geração de serviços ambientais, os quais nem sempre podem ser valorados e comercializados (BACHA, 2004); mas também ir de encontro a questões desenvolvimentistas, onde a recuperação da cobertura florestal pode impulsionar economias, principalmente através do aumento e da estabilidade produtiva das propriedades rurais (BENINI; ADEODATO, 2017; MORAES, 2016).

3.2.2 RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO BRASIL

No Brasil, essa visão de desenvolvimento frente às oportunidades advindas da recuperação florestal tornou-se mais evidente e tangível, a partir da promulgação do Novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.561/12 (BRASIL, 2012). Apesar de ser visto por alguns autores como um retrocesso que flexibiliza a obrigação legal de proprietários rurais para recuperação de suas áreas de preservação permanente, comprometendo a prestação de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos (TAMBOSI et al., 2015), para outros autores a lei cria uma série de instrumentos e mecanismos que ajudam a viabilizar seu cumprimento (MORAES, 2016).

Ainda recente no Brasil, em 2017, foi criada a Política Nacional de Recomposição de Vegetação Nativa. O objetivo desta política é de articular, integrar e promover ações indutoras da recuperação da cobertura florestal, além de contribuir para a regularização ambiental das propriedades rurais. Dentre as suas medidas, foi proposta a criação do Plano Nacional de Recuperação Florestal, o qual deve listar os benefícios econômicos, sociais e ambientais da

recuperação florestal, assim como apresentar estratégias para motivar a sua implementação no horizonte de aproximadamente 20 anos (BENINI; ADEODATO, 2017).

O Brasil exerce um papel de destaque nas discussões realizadas sobre a importância das florestas no mundo, ora pela grande área de florestas conservadas que o país tem, ora pela oportunidade de recuperação florestal de grandes áreas desmatadas, principalmente as consideradas como passivo ambiental (BENINI; ADEODATO, 2017; MORAES, 2016). Frente a esse cenário de acordos internacionais, o Brasil assumiu o compromisso de contabilizar, no período entre 2005 a 2030, 12 milhões de hectares de florestas recuperadas, além de 4 milhões de hectares de sistemas agrícolas integrados, combinando lavoura, pecuária e florestas (AMARAL et al., 2011).

3.2.3 RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO ESPÍRITO SANTO

Entre 2003 e 2011, foram desenvolvidos no Espírito Santo, sob diferentes abordagens, projetos que tinham como uma das suas atividades a recuperação florestal em áreas estratégicas para os recursos hídricos (SOSSAI, 2012). Alguns desses projetos abordavam a conservação e recuperação dos serviços ambientais (SOSSAI et al., 2012; PAGIOLA et al, 2013), outros abordavam o planejamento da propriedade e a geração de renda (BONFIM, 2009; SOSSAI et al., 2012; PAGIOLA et al., 2013). Apesar da maioria destes projetos serem geridos pelo governo do estado, as execuções não eram articuladas entre si, dificultando medir resultados, assim como ganhar a escala necessária para promover uma mudança de cenário em nível estadual (SOSSAI et al., 2012).

A partir de 2011, embasado nas lições aprendidas durante a execução de projetos afins com a recuperação florestal e atento às novas diretrizes para o desenvolvimento sustentável e as oportunidades advindas da recuperação florestal, o Estado do Espírito Santo criou o Programa Reflorestar.

Desde sua criação, o Programa Reflorestar vem executando suas metas transversalmente a diferentes políticas. Um dos exemplos é a contribuição do programa para execução da Política Florestal do Estado, onde o Reflorestar contribui com a execução dos Cadastros Ambientais Rurais - CAR e viabiliza, em muitos casos, o Programa de Recuperação Ambiental – PRA para as áreas de passivo ambiental, principalmente, as relacionadas os recursos hídricos. Podemos citar também a relação do Programa com a Política de Estadual de Recursos Hídricos, onde o

Reflorestar contribuiu para execução do Programa de Recuperação de Nascente e APPs do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (ANA, 2013; MORAES, 2016).

Atualmente o Reflorestar tem como meta aumentar a cobertura florestal do Espírito Santo em 160 mil hectares até 2022. Esta meta se divide em duas componentes, sendo uma de fomento a recuperação da cobertura florestal, em que a sub meta é recuperar 10 mil hectares e outra de monitoramento de 285 hectares de remanescentes florestais em estágios iniciais de regeneração, atrelada a campanhas de fiscalização, sendo a sub meta garantir que 150 mil hectares de áreas em regeneração natural convertam-se em florestas.

3.3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Sistemas agroflorestais são uma forma de cultivo da terra que vem sendo utilizada à milênios, principalmente pelas populações tradicionais, viabilizando atualmente o sustento de aproximadamente 1,5 bilhões de pessoas (MICOLLIS et al, 2016).

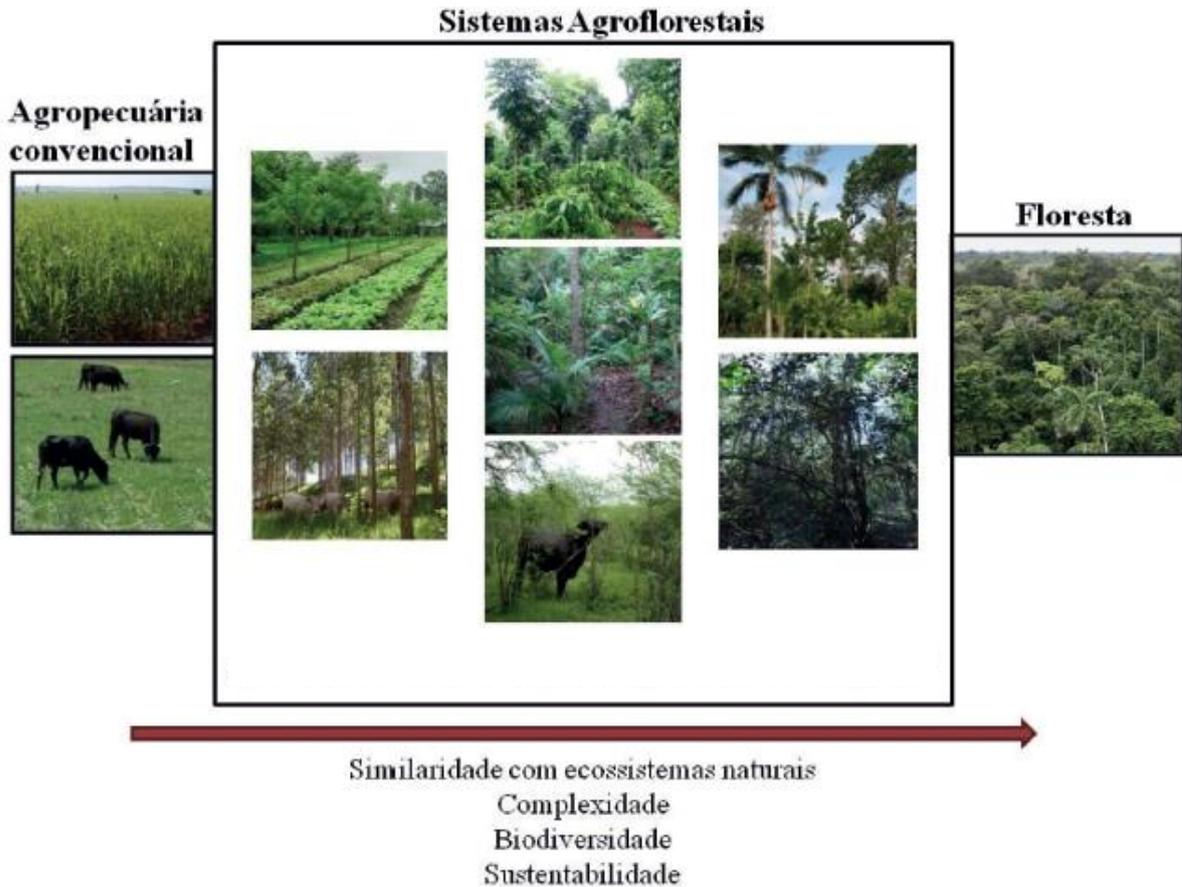
Segundo Bene e Beall (1977), SAFs são uma forma de “manejo sustentável da terra que busca aumentar a produção de forma geral, combinando culturas agrícolas com árvores e plantas da floresta e/ou animais, simultânea ou sequencialmente, e aplica práticas de gestão que são compatíveis com os padrões culturais da população local”. Uma definição mais operacional foi proposta por Lundgren e Raintree (1983), os quais apontaram que, para ser considerado um SAF, o plantio deve ter duas ou mais espécies de plantas lenhosas, sendo pelo menos uma perene, render no mínimo dois produtos, ter um ciclo maior que um ano e ser mais complexo que um sistema de monocultura.

A partir destas definições, pode-se inferir que os SAF's 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 (GERRA, 2014; MICCOLIS et al., 2016; MORAES, 2016; NEVES, 2014; SCHEMBERGUE et al., 2017).

Alguns SAFs se apresentam simplesmente como um consorcio de espécies, cujo paradigma que fundamenta seu arranjo e manejo é o mesmo da monocultura, o da competição, sendo essencialmente uma combinação pensada para aproveitar melhor os fatores de produção. Por outro lado, existem SAFs mais complexos, que utilizam outro paradigma para fundamentar seu arranjo e manejo, sendo estes calcados nos processos ecológicos observados nas florestas

naturais (PENEIREIRO, 2003). Na Figura 3-1, apresentada por Martins (2013), observa-se a existência de uma ampla heterogeneidade de modelos de SAFs, compondo um gradiente de variação em termos de sua complexidade, biodiversidade, aproximação da sustentabilidade e similaridade com ecossistemas naturais.

Figura 3-1 – Sistemas agroflorestais: diversidade e potencial para conservação



Fonte: Martins (2013)

Os SAFs podem ser caracterizados a partir da sua estrutura, ou seja, pela natureza e arranjo dos componentes; a partir da sua temporalidade, ou seja, se os ciclos dos componentes são simultâneos ou sequenciais; a partir da sua base funcional, isto é, pela diversidade de bens e serviços que produz; e pela sua base socioeconômica, ou seja, pela escala de produção e nível tecnológico que abrange (MACDICKEN; VERGARA, 1990).

Em termos ambientais, devido a utilização de espécies arbóreas, os SAFs podem ser utilizados para recuperação da cobertura florestal em áreas degradadas. Segundo Miccolis (2016), quanto mais complexos forem os manejos desses sistemas, mais serviços ambientais eles produzirão,

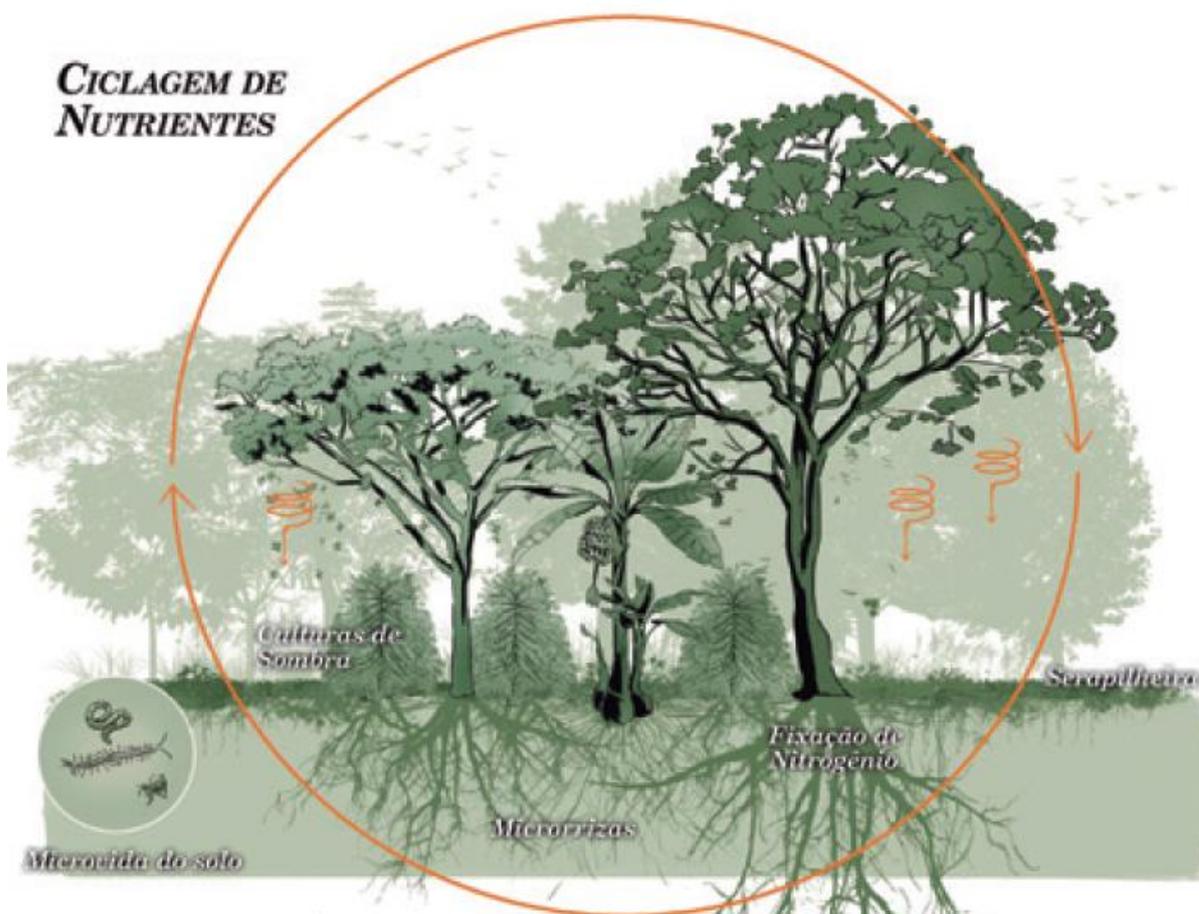
visto que desta forma se assemelham aos ecossistemas naturais, principalmente em termos de seus processos e funções. Em se tratando de serviços ambientais, os SAFs ajudam no combate à desertificação, na conservação do solo, na recuperação da fertilidade e estrutura do solo, na produção de sombreamento e criação de microclimas, no aumento da produtividade animal devido as melhores condições de criação e qualidade nutricional das pastagens; na criação corredores ecológicos, no favorecimento do aumento da biodiversidade, na disponibilidade de agentes polinizadores, na regulação de águas pluviais e melhoria da qualidade das águas, na mitigação e adaptação as mudanças climáticas (MICOLLIS et al., 2016, PAGIOLA et al., 2013; MORAES, 2016; BENINI; ADEODALTO, 2017).

O papel dos sistemas agroflorestais na manutenção e melhoria do solo é amplamente conhecido na literatura, principalmente devido ao uso de espécies geradoras de biomassa com alta capacidade de disponibilização de nutrientes. Os SAFs podem proporcionar a recuperação de áreas onde o solo está com baixa fertilidade, pois disponibilizam quantidade substancial de matéria orgânica, promovendo a ciclagem de nutrientes e reduzem o risco de erosão do solo e desmoronamentos (MICOLLIS et al., 2016; SALEMI, 2011). Na Figura 3-2 é ilustrado a ciclagem dos nutrientes em SAFs.

No que tange os recursos hídricos, a utilização de SAFs pode gerar impactos positivos sobre as propriedades hídricas do solo, uma vez que a ampla cobertura de espécies arbóreas favorece a infiltração da água precipitada, influenciando na contenção de processos erosivos e na recarga das águas subterrâneas. Os SAFs implantados nas proximidades de rios e córregos, como forma de proteção, podem reduzir significativamente os sedimentos e poluentes carreados para os corpos hídricos (GUERRA, 2014; MICOLLIS et al., 2016). A Figura 3-3, apresenta a influência dos SAFs na manutenção dos recursos hídricos (MICOLLIS et al., 2016).

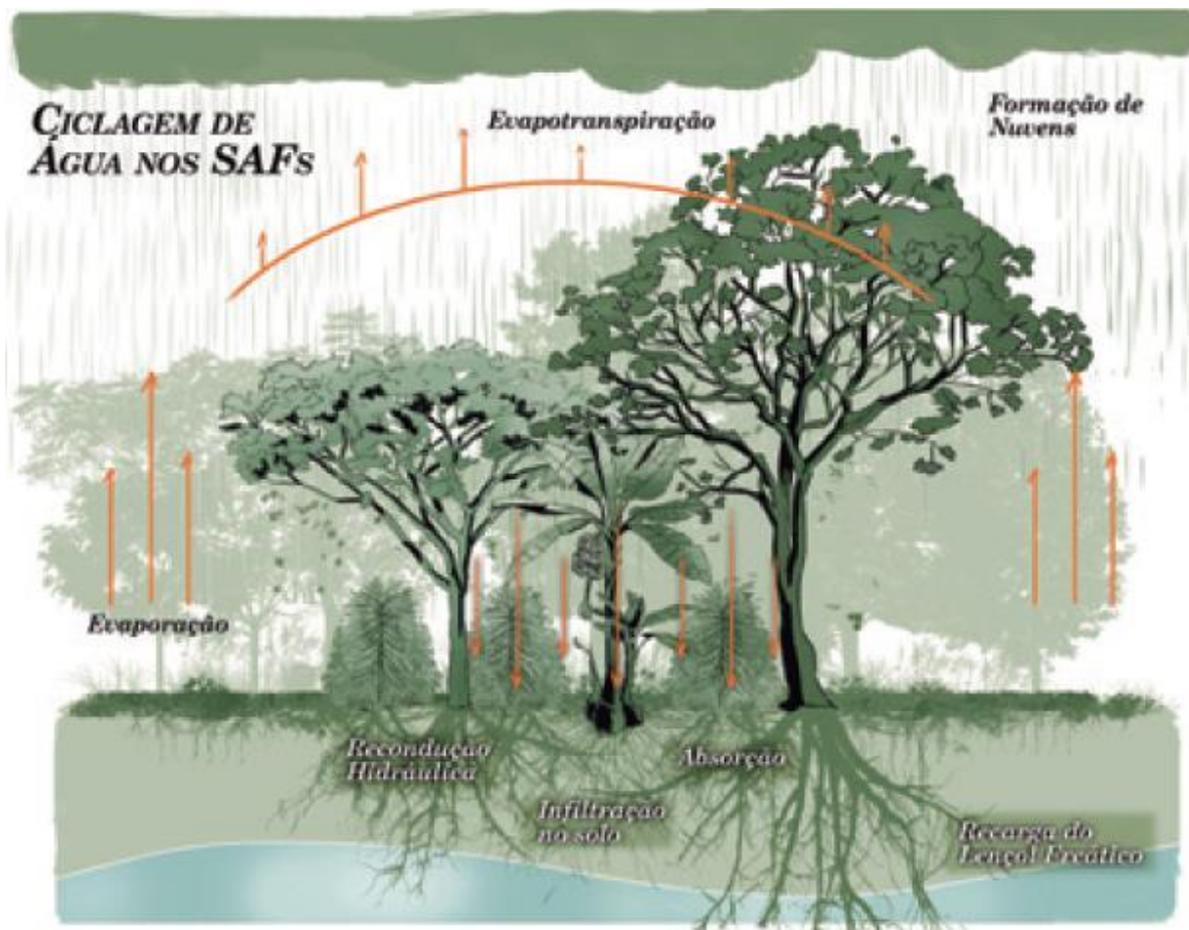
Além dos aspectos ambientais, destaca-se que em termos econômicos, os SAFs possibilitam ao produtor rural menores instabilidades e riscos frente as variações do mercado financeiro, uma vez que a diversificação da produção nestes sistemas, possibilita a quebra da sazonalidade produtiva, permitindo uma comercialização constante durante o tempo (BENINI; ADEODATO, 2017; MICOLLIS et al., 2016; MORAES, 2016; NEVES, 2014; SCHEMBERGUE et al., 2017).

Figura 3-2 – Ilustração da ciclagem de nutrientes advindos de partes vegetativas dos componentes arbóreos nos Sistemas Agroflorestais



Fonte: Miccolis (2016)

Figura 3-3 – Influência dos SAFs na manutenção dos recursos hídricos



Fonte: Miccolis (2016)

Os SAFs também apresentam vantagens no que tange aos produtos e serviços ambientais gerados a partir do seu funcionamento, os quais contribuem para reduzir a necessidade de investimentos em insumos e, ainda, minimizam a dependência do sistema por recursos externos. Os produtos e serviços em questão são: ciclagem de nutrientes, proteção contra erosão, aproveitamento da luminosidade e do solo, autoprodução de insumos, e a manutenção e/ou criação de condições e meios adequados à reprodução de espécies que influenciam diretamente na produtividade e eficiência dos SAFs (PASSOS, 2008).

Uma das principais características dos SAFs, que os tornam uma das principais alternativas à produção intensiva e, desta forma, estratégicos para projetos e programas de desenvolvimento rural, é a diversidade de componentes em um único sistema, a qual propicia o alcance de bons níveis de sustentabilidade em todas as dimensões que o compõe, tais como: sustentabilidade agrônômica, devido à redução de riscos de pragas, doenças e devido a uma melhor ciclagem de

nutrientes; sustentabilidade econômica, em consequência da diversificação de mercados e serviços; sustentabilidade social, em virtude da diversificação das fontes de renda; e sustentabilidade ecológica, em decorrência da melhoria no balanço hidrológico, conservação do solo e condições para a biodiversidade (PASSOS, 2008).

Segundo Macedo (2001), os SAFs podem contribuir para fixação do homem no campo devido ao aumento da demanda de mão-de-obra, uma vez que a sua distribuição fica mais uniforme durante o ano, já que os tratos culturais e colheita ocorrem em épocas distintas e diferem entre as várias culturas implantadas. O mesmo autor ainda descreve que os SAFs podem melhorar as condições de vida no campo, uma vez que a diversidade de produção (produtos agrícolas, florestais e animais) reduz a vulnerabilidade e dependência do produtor rural, diversifica suas fontes de renda em termos de produtos e possibilita que a mesma seja mantida com menores flutuações ao longo do ano. Os SAFs também podem servir para suprir as necessidades básicas de famílias rurais com o provimento de serviços e produtos para o consumo humano.

Diversos autores apontam que mesmo diante das potencialidades desse tipo de sistema, tanto em termos de conservação de recursos naturais quanto de aumento de produtividade e geração de renda, a adoção de SAF's ainda é muito incipiente no Brasil. Bonfim (2009) levantou que, dos anos 80 até o período dos seus estudos, foram desenvolvidas algumas experiências de implantação de SAFs por Organizações não Governamentais - ONGs, organizações de pesquisas e extensão e escolas agrícolas e iniciativa privada, porém poucas foram monitoradas e avaliadas quanto à sua adequação técnica, viabilidade econômica e benefícios socioambientais.

A literatura que trata da adoção de SAF's no Brasil destaca diversas condicionantes ambientais e socioeconômicas que são decisivas para a adoção desses sistemas (GERRA, 2014; MICCOLIS et al., 2016; MORAES, 2016; SCHEMBERGUE et al., 2017), das quais destacam-se:

- O baixo acesso à assistência técnica devido ao baixo efetivo de extensionistas públicos. Além de que os poucos extensionistas em serviço, em geral, não possuem capacitação suficiente para orientar sobre a aplicação de princípios agroecológicos e sobre a restauração com sistemas agroflorestais;

- Os sistemas produtivos recomendados, muitas vezes são baseados em pacotes tecnológicos que podem estar desalinhados com a vocação e às condições do produtor para implementá-los;
- Poucas linhas de crédito rural para sistemas agroflorestais e agroecológicos. Mesmo havendo algumas linhas de crédito, elas ainda são pouco acessadas, pois ainda há falha na divulgação para os produtores rurais, assim como existem poucos técnicos com experiência e conhecimento suficiente para assessorar na elaboração de projetos de SAFs;
- Pouco conhecimento, por parte dos consumidores, sobre os produtos agroflorestais, agroecológicos e agroextrativistas e sua origem;
- A baixa qualificação técnica e administrativa das famílias, associações e cooperativas para realizar planejamento, organização da produção e gestão do beneficiamento, bem como da comercialização;
- A falta de desenvolvimento de mercados específicos e um desconhecimento generalizado dos benefícios dos SAFs pela sociedade consumidora.

3.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

A partir das reuniões sobre meio ambiente realizadas pela Organização das Nações Unidas - ONU no ano de 1972, em Estocolmo, o desenvolvimento sustentável foi um dos principais temas discutidos por gestores ambientais e acadêmicos (DANIEL, 2000). Em 1980 a UICN, através da publicação do documento “Estratégias de Conservação do Mundo” (UICN, 1980), apontou que para um desenvolvimento ser considerado sustentável, devem ser considerados fatores referentes às dimensões social e ecológica, bem como fatores econômicos, recursos vivos e não-vivos e as vantagens de curto e longo prazos de ações alternativas (VAN BELLEN, 2004). Contudo, somente em 1987 que a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (CMMAD), emitiu a primeira definição concisa sobre o termo, sendo: "É o desenvolvimento que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem

comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades" (CMMAD, 1987).

Para subsidiar as discussões acerca do desenvolvimento sustentável, também se fez necessário debater o termo sustentabilidade. Conway (1986), descreveu sustentabilidade como sendo a habilidade de um sistema em manter sua produtividade quando este encontra-se sujeito a um intenso esforço e alterações. Contudo, Lopes (2001) pressupõe que apesar de existirem inúmeras definições para sustentabilidade, ocorre uma dificuldade intrínseca para proposição de uma definição concisa para o termo, uma vez que de acordo com os objetivos a serem alcançados por um sistema, a sustentabilidade pode ser observada por diversos pontos de vista. Van Bellen (2004) ressalta que as definições e ferramentas relacionadas à sustentabilidade devem ser apropriadas, tomando como princípio a premissa de que não se conhece totalmente como um dado sistema funciona; de forma geral, sabe-se que o sistema interage entre diferentes dimensões, mas não se conhece especificamente como se dão essas interações.

A sustentabilidade é um conceito que pode ser aplicado a qualquer sistema operado pelo homem, e sua avaliação pode receber diferentes enfoques, a depender do nível de estudo e do ambiente em questão (DANIEL, 2000). Dentro desta perspectiva dinâmica, fundamentada em um processo continuamente em mudança, Passos (2008) aponta que o conceito de sustentabilidade consensualmente é definido como multidimensional. No Quadro 3-1 foram sistematizadas as proposições de Montibeller (2004) sobre as dimensões da sustentabilidade, levantadas a partir dos requisitos postos por Sachs (1993). Para esta sistematização, propõe que a sustentabilidade seja composta por cinco dimensões de avaliação: social, econômica, ecológica, espacial e cultural.

Outros autores também contribuíram para proposição de dimensões de avaliação da sustentabilidade. Moura (2002) ao observar diversos trabalhos sobre o tema, propôs a composição de cinco dimensões da sustentabilidade: sociocultural, técnico-agrônômica, econômica, ecológica e político-institucional. Camino e Muller (1993), afirmam ser necessário contemplar como dimensão de avaliação a democracia, a solidariedade e a ética.

Passos (2008) pressupõe que a sustentabilidade de um sistema, no qual se envolva seres humanos, está atrelada à capacidade deste sistema em promover o uso racional e equitativo dos seus recursos; garantindo a disponibilidade desses para as gerações futuras. Moura (2002) afirma que a promoção da sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social de forma conjunta é condição precípua para a geração do desenvolvimento no longo prazo.

Quadro 3-1 – Dimensões da sustentabilidade

DIMENSÃO	COMPONENTES	OBJETIVOS
SUSTENTABILIDADE SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Criação de postos de trabalho que permitam a obtenção de renda individual adequada (à melhor condição de vida; à maior qualificação profissional). ▪ Produção de bens dirigida prioritariamente às necessidades básicas sociais. 	REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES SOCIAIS
SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fluxo permanente de investimentos públicos e privados (estes últimos com especial destaque para o cooperativismo). ▪ Manejo eficiente dos recursos. ▪ Absorção, pela empresa, dos custos ambientais. ▪ Endogeneização: contar com suas próprias forças. 	AUMENTO DA PRODUÇÃO E DA RIQUEZA SOCIAL, SEM DEPENDÊNCIA EXTERNA
SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produzir respeitando os ciclos ecológicos dos ecossistemas. ▪ Prudência no uso de recursos naturais não renováveis ▪ Prioridade à produção de biomassa e à industrialização de insumos naturais renováveis. ▪ Redução da intensidade energética e aumento da conservação de energia. ▪ Tecnologias e processos produtivos de baixo índice de resíduos. ▪ Cuidados ambientais. 	MELHORIA DA QUALIDADE DO MEIO AMBIENTE E PRESERVAÇÃO DAS FONTES DE RECURSOS ENERGÉTICOS E NATURAIS PARA AS PRÓXIMAS GERAÇÕES
SUSTENTABILIDADE ESPACIAL/ GEOGRÁFICA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconcentração espacial (de atividades; de população). ▪ Desconcentração/democratização do poder local e regional. ▪ Relação cidade/campo equilibrada (benefícios centripetos). 	EVITAR EXCESSO DE AGLOMERAÇÕES
SUSTENTABILIDADE CULTURAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soluções adaptadas a cada ecossistema. ▪ Respeito à formação cultural comunitária. 	EVITAR CONFLITOS CULTURAIS COM POTENCIAL REGRESSIVO

Fonte: Montibeller (2004)

3.5 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Por não contemplarem os princípios básicos da sustentabilidade, os modelos intensivos de produção primária são considerados não-sustentáveis. Dentre os modelos alternativos sustentáveis e de princípios agroecológicos destacam-se os sistemas agroflorestais. Esta

tecnologia, dentre outras, segundo Kaimowitz (1996), gera um agroecossistema produtivo menos dependente de recursos externos, além de satisfazer requisitos ambientais. Segundo Torquebiau (1989), o atendimento de muitos desses requisitos ocorre em função do uso de recursos endógenos e de práticas de manejo que favorecem uma forma de produção combinada. Sands e Podmore (1997) apontam que a sustentabilidade atrelada ao desenvolvimento de SAFs está relacionada com o atendimento dos seguintes aspectos:

- Incremento da produtividade salvaguardando a produtividade inerente do solo, por meio da manutenção da matéria orgânica, das rotações de culturas e da ciclagem de nutrientes;
- Prevenção/minimização da degradação ambiental, protegendo águas superficiais e subterrâneas ou eliminando o uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos;
- Assegurar a capacidade para produzir indefinidamente, minimizando as perdas de solo, reduzindo o uso de recursos advindos de outros sistemas;
- Manter a diversidade genética;
- Manter a rentabilidade e a estrutura das comunidades.

3.5.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS

De forma geral, a proposição de indicadores de sustentabilidade é relevante para o processo de gestão, na medida em que estes buscam retratar a realidade de uma maneira científica, destinada a orientar a formulação de diretrizes e ações (VAN BELLEN, 2004). 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.

Apesar de alguns trabalhos abordarem o emprego de indicadores de sustentabilidade em SAFs (BATISTA et al., 2017; DANIEL, 2000; KEMERICH et al., 2014; LOPES;ALMEIDA, 2002; PASSOS, 2008; SANCHEZ;MATOS, 2012; VIVAN, 2004), estes se apresentam, ora de forma generalizada, propondo metodologias para apontamento desses indicadores, ora de forma restritivas, já propondo um conjunto fechado desses indicadores. Contudo, ressalta-se que a

grande parte destes trabalhos não alcançam a compreensão deste tema no contexto das multiplicidades territoriais presentes nas bacias hidrográficas.

Alguns autores relevaram a utilização de indicadores de sustentabilidade para sistemas complexos como os SAFs. Segundo esses autores, a agregação de fatores em um único indicador ou 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). Desta forma, em função das simplificações que são efetuadas na aplicação dos indicadores, sempre é levantada alguma controvérsia técnica/científica acerca da sua utilização. As eventuais perdas de informação e/ou a não observância de alguns fatores tem constituído um entrave à adoção de forma generalizada e consensual dos indicadores (KEMERICH et al., 2014). No Quadro 3-2 é apresentada a sistematização realizada por Kemerich (2014) sobre as vantagens e limitações para utilização de indicadores de sustentabilidade.

Quadro 3-2 – Vantagens e limitações para utilização de indicadores de sustentabilidade

Vantagens	Limitações
Possibilidade de avaliação dos níveis de desenvolvimento sustentável	Inexistência de informações base
Capacidade de sintetizar a informação técnico/científico	Dificuldades da definição das expressões matemáticas que melhor traduzem os parâmetros selecionados
Facilidade de transmitir a informação	Perda de informações nos processos de agregação de dados
Servir de instrumento de apoio à decisão em processos de gestão ambiental	Uso de diferentes critérios na definição dos limites de variação do índice em relação às imposições estabelecidas
Capacidade de apontar tendências	Ausência de critérios robustos para seleção de alguns indicadores
Possibilidade de comparação de padrões ou metas pré-definidas	Dificuldades na aplicação em determinadas áreas como no ordenamento do território e da paisagem.

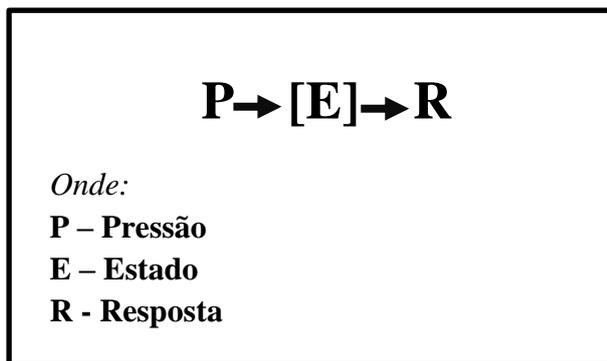
FONTE: Adaptado de Kemerich (2014)

3.5.2 MARCOS METODOLÓGICO PARA SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA AGROSSISTEMAS

Sanchez e Matos (2012) descrevem marcos metodológicos como sendo um desenvolvimento teórico que propõem estruturas analíticas, ou modelos conceituais, capazes de fundamentar o processo de análise da sustentabilidade de um determinado sistema, incluindo a seleção, arranjo e interpretação dos indicadores, assim como a organização dos dados e a comunicação dos resultados finais. Para tanto, tais marcos, além de constituírem a base metodológica para guiar o processo de análise da sustentabilidade, também propiciam a geração de resultados que permitem orientar, ou reorientar, o desenvolvimento de projetos, políticas e programas. Segundo esses autores, qualquer marco metodológico parte de modelos conceituais já estabelecidos, os quais facilitam uma primeira aproximação do modelo conceitual em desenvolvimento. Kammerbauer (2001) classificou os marcos metodológicos quanto aos modelos de partida da seguinte forma:

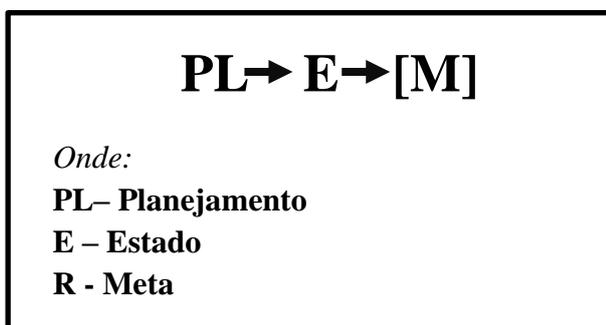
- 1) Marcos analíticos: baseados em modelos causais, permite avaliações analíticas, as quais procuram identificar as relações de causa (pressão) e efeito (resposta) do sistema avaliado (estado). Tais avaliações são em função do estado atual do sistema, o qual se tratando de agrossistemas, está vinculado à dimensão ambiental, comportando os recursos naturais necessários para produção e assimilação dos dejetos da produção e do consumo. Para este tipo de marco, destaca-se, a limitação de não computar na sua avaliação a existência de fatores exógenos, sejam esses relacionados a recursos ou operações de outros sistemas, os quais possam exercer influência sobre o sistema em avaliação. Na Figura 3-4, como exemplo deste tipo de marco, é apresentado de forma esquemática, o marco metodológico Pressão – Estado – Resposta - PER desenvolvido pela OCDE em 1993 (SANCHEZ; MATOS, 2012).

Figura 3-4 – Representação esquemática do Marco Metodológico PER



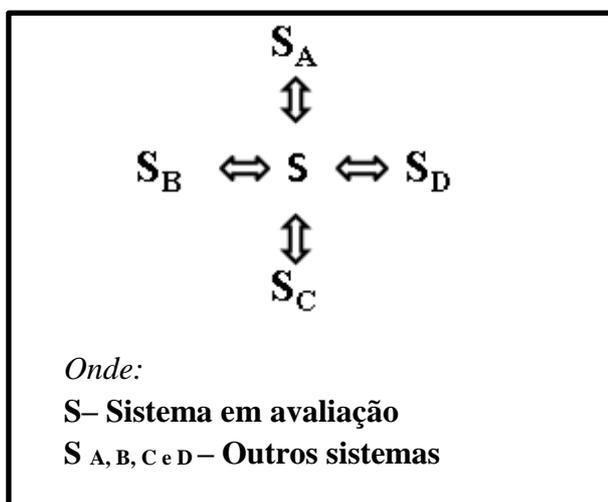
- 2) Marcos normativos: baseados em modelos hierárquicos, permite avaliações da implementação de um planejamento em função do alcance de metas ou objetivos. Tais avaliações são em função do estado atual do sistema, o qual deve estar dividido nas possíveis dimensões da sustentabilidade. Para este tipo de marco destaca-se a sua característica de construção participativa, uma vez que são desenvolvidos para monitoramento de projetos, programas ou políticas, os quais geralmente são planejados de forma participativa, permitindo um maior intercâmbio de informações entre os atores envolvidos. Junto com os marcos analíticos, os marcos normativos são os mais empregados para avaliação de agrossistemas. Como exemplo deste marco, na Figura 3-5 é apresentado esquematicamente o Marco MESMIS desenvolvido por Masera (1999).

Figura 3-5 – Representação esquemática do Marco Metodológico MESMIS



3) Marcos sistêmicos: baseados em modelos sistêmicos, permite avaliações dinâmicas em função das relações sistêmicas dos recursos e operações internas ao sistema, assim como em outros sistemas que o influenciam. Para este tipo de marco, o sistema socioeconômico é interpretado como parte integrante do ecossistema, em que as regras ecológicas são determinantes para as regras econômicas e sociais. Outra característica importante para este tipo de marco é o reconhecimento de suas limitações quanto as incertezas atinentes ao entendimento completo das inter-relações dos fatores endógenos ou exógenos ao sistema. Tal incerteza leva à proposição de regras práticas, priorizando a identificação dos fatores de caráter fundamental para interpretação dos agrossistemas. Tendo em vista a complexidade de mensuração dos agrossistemas, o resultado do enfoque sistêmico destes marcos gera, majoritariamente, indicadores qualitativos que posteriormente pode serem interpretados de forma mais sintéticas, como por exemplo a pegada ecológica (WACKERNAGEL; REES, 1996). Na Figura 3-6, como exemplo deste tipo de marco metodológico é apresentado o Marco Sustentabilidade da Agricultura e Recursos Naturais – SARN, desenvolvido por Camino e Muller (1993).

Figura 3-6 – Representação esquemática do Marco Metodológico SARN



Dhakai (2002) destacou que os marcos metodológicos, além de serem classificados segundo o modelo de partida, também apresentam características intrínsecas que permitem sua posterior diferenciação. Passos (2008) apresenta as seguintes características desejáveis para um modelo conceitual para sistematização e avaliação de indicadores de sustentabilidade em SAFs:

- a) Quanto aos pressupostos - partir de uma noção clara de sustentabilidade, considerando os princípios e as exigências da mesma, e representar um equilíbrio entre os interesses ambientais, econômicos e sociais;
- b) Quanto à metodologia - apresentar um enfoque sistêmico, quantificar fenômenos complexos, contemplar as inter-relações entre os indicadores e atentar para os atores envolvidos na questão;
- c) Quanto à validade - possibilitar a comparação entre si, ser de fácil interpretação, apresentar limites óbvios que distingam o sustentável do insustentável, ser objetivo e capaz de medir alterações nos sistemas e, por fim, estar contextualizados em relação ao local, ao investigador e ao público a quem interessam as informações;
- d) Quanto à relevância - apresentar relevância para o público alvo e para políticas públicas, ser capaz de relacionar elementos e processos dos agroecossistemas, ser confiável analiticamente, atender aos objetivos do processo de monitoramento, ser capaz de mostrar tendências no longo prazo e ser replicável.
- e) Quanto à viabilidade – possibilitar facilidade na obtenção de dados, ser de fácil mensuração e rápida determinação/interpretação, apresentar um custo de implementação viável;
- f) Quanto à comunicação de informação - simplificar informações permitindo a comunicação entre os diversos atores envolvidos no processo, ser de fácil compreensão para as pessoas comuns, gerar valores de referência para comparações.

Sanchez e Matos (2012) também apresentaram algumas destas características intrínsecas referentes aos modelos conceituais, sendo: a categorização por dimensões de avaliação da sustentabilidade, período de avaliação, escala geográfica de avaliação, participação de agentes no processo de seleção dos indicadores e exposição dos resultados. No Quadro 3-3 estão sistematizadas e descritas as características propostas por Sanchez e Matos (2012).

Quadro 3-3 – Características intrínsecas para marcos metodológicos

Características intrínsecas aos modelos de sistematização e avaliação de SAFs	Descrição das características intrínsecas
Dimensões da sustentabilidade consideradas	econômica, social, ambiental e institucional
Período de avaliação	antes (ex-ante) ou após (ex-post) a implantação do sistema
Escala geográfica de avaliação	nação, região, estado, município, região hidrográfica, propriedade rural e sistema agrário
Participação de agentes no processo de seleção dos indicadores	seleção participativa (de baixo para cima) ou seleção não participativa (de cima para baixo)
Exposição dos resultados	geração de índices para conjunto de indicadores e geração de indicadores independentes.

Fonte: Adaptado de Sanchez e Matos (2012)

No Quadro 3-4 é apresentado uma comparação realizada por Sanchez e Matos (2012), onde foram considerados os principais marcos metodológicos para desenvolvimento de modelo conceitual para avaliação de indicadores de sustentabilidade da agricultura empregados até o período dos seus estudos.

Quadro 3-4 – Comparação de marcos metodológicos para sistematização de indicadores de sustentabilidade

MARCO	ENFOQUE	DIMENSÃO AVALIADA	AVALIAÇÃO	ESCALA DE ANÁLISE	SELEÇÃO DE INDICAD.	INTEGRAÇÃO (OBTENÇÃO DE ÍNDICES)	AVALIADORES	GRAU DE UTILIZAÇÃO E PRINCIPAIS APLICAÇÕES EMPÍRICAS NA AGRICULTURA (Escala Internacional e Nacional)
FESLM (1993)	Normativo (Objetivos)	*Ambiental (principalmente) Econômica Social	<i>ex-post</i>	Nacional	<i>Top-down</i>	Não integra (porém de fácil integração)	Consultor externo Agentes locais	I: Alto (Garneda & Dumanski, 1994; Latham, 1994; Hamblin <i>et al.</i> , 1996; Gomez <i>et al.</i> , 1996; Vanloon <i>et al.</i> , 2005). N: Desconhecido
SARN (1993)	Sistêmico	Econôm., Amb. e Social	<i>ex-post</i>	Nacional Regional	<i>Top-down</i>	Não integra	Consultor externo	I: Baixo (Camino & Müller, 1993). N: Muito baixo (Marzall, 1999).
PER e DPSIR (1994 e 1995)	Analfítico (Causal)	*Ambiental (principalmente)	<i>ex-post</i>	Internacional Nacional Regional Bacias hidro.	<i>Top-down</i>	Não integra (uso de gráficos de radar)	Consultor externo	I: Alto: OCDE (OCDE, 1999a, 1999b e 2001), Projeto IRENA (AEA, 2005 e 2006) e Método RISE (Hani <i>et al.</i> , 2007). N: Médio (Passos, 2008; IBGE, 2010).
MESMIS (1999)	Normativo (Objetivos)	Econômica Ambiental Social	<i>ex-post</i> <i>ex-ante</i>	Sist. Agrário Estabel.Agr.	<i>Bottom-up</i>	Não integra (uso de gráficos de radar)	Consultor externo Diversos agentes	I: Muito alto, principalmente em pequenas comunidades rurais da América Latina (Speelman <i>et al.</i> , 2007). N: Baixo (Verona, 2008).
IDEA (2000)	Normativo (Objetivos)	Econômica Ambiental Social	<i>ex-post</i>	Sist. Agrário Estabel.Agr.	<i>Bottom-up</i>	Não integra (mas a análise de resultados se faz de forma integrada)	Consultor externo Agentes locais	I: Alto (Vilain, 2008). N: Baixo, principalmente adaptações realizadas pela EMBRAPA Agrobiologia (Jesus, 2003; Vieira, 2005; Júnior, 2009).
DASHBOARD (2000)	Sistêmico	Econômica Ambiental Social	<i>ex-post</i>	Global Nacional Regional	<i>Top-down</i>	Integra (uso de gráficos de pizza)	Consultor externo	I: Baixo: Trisorio (2004) e Projeto INSURE (Caratti <i>et al.</i> , 2005). N: Desconhecido.
APOIA – NovoRural (2003)	Sistêmico	Econômica Ambiental Social Institucional	<i>ex-post</i>	Estabel.Agr.	<i>Top-down</i> <i>Bottom-up</i>	Integra (uso de gráficos de radar)	Consultor externo Agentes locais	I: Incipiente, colaboração EMBRAPA Meio Ambiente e Governo do Uruguai (Rodrigues & Moreira-Viñas, 2007). N: Médio (Rodrigues <i>et al.</i> , 2008; Pereira <i>et al.</i> , 2010).
SAFE (2007)	Normativo (Hierarquias) Sistêmico	Econômica Ambiental Social	<i>ex-post</i>	Sist. Agrário Estabel.Agr.	<i>Top-down</i> <i>Bottom-up</i>	Integra (uso de gráficos de radar ou índices)	Consultor externo Agentes locais	I: Baixo, marco muito recente (Gómez-Limón & Sánchez-Fernández, 2010). N: Incipiente (Fernandez-Sanchez, G. <i>et al.</i> , 2011; Matos, 2012).

Fonte: Sanchez e Matos (2012)

4 TÉCNICA: MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Esta técnica⁴ apresenta um roteiro metodológico baseado em 4 etapas, as quais orientam o levantamento de fatores relacionados ao SAFs, a definição de um marco metodológico⁵ para subsidiar a sistematização, a escolha e a avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs.

Etapa 1 - Levantamento de forma geral dos fatores relacionados à adoção e implementação de SAFs

Etapa 2 - Definição de marco metodológico para desenvolvimento de modelo conceitual para sistematização e avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs

Etapa 3 - Desenvolvimento de modelo conceitual para sistematização e avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs;

Etapa 4 – Apontamento de diretrizes para utilização na prática do modelo conceitual desenvolvido.

A etapa 1 está relacionada com o objetivo específico 1: “Levantar de forma geral os fatores relacionados a adoção e implantação de SAFs”. Nesta etapa buscou-se explorar de forma geral os SAFs com vista em embasar as discussões do trabalho. As etapas 2 e 3 estão relacionadas com o objetivo específico 2: “Desenvolver a partir dos fatores levantados e metodologia adequada, um modelo conceitual para sistematização de indicadores de sustentabilidade e avaliação da favorabilidade à adoção e adequada implantação de SAFs”. Nestas etapas foi definido o marco metodológico que forneceu o roteiro para desenvolvimento do modelo

⁴ Aqui, técnica é um conjunto de procedimentos que tem como fim chegar a um resultado, tendo como fator importante a criatividade. Em que procedimento é entendido como o 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, 2018).

⁵ Marco Metodológico - 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). Observação: no presente trabalho, a referida análise é da sustentabilidade de SAFs.

conceitual para avaliação da sustentabilidade de SAFs e, a partir do marco metodológico, foi desenvolvido o modelo conceitual capaz de auxiliar na tomada de decisão acerca do emprego de um dado SAF considerando o contexto territorial o qual se insere, tendo como referência para sua aplicabilidade o Programa Reflorestar e a gestão de recursos hídricos. A etapa 4 está relacionada com o objetivo específico 4: “Apontar diretrizes para utilização do modelo conceitual desenvolvido em prol do aperfeiçoamento do emprego dos sistemas agroflorestais”. Nesta etapa criou-se algumas diretrizes que permitem a utilização imediata do modelo conceitual desenvolvido.

4.1 ETAPA 1 - LEVANTAMENTO DE FORMA GERAL DOS FATORES RELACIONADOS À ADOÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE SAFS

Buscando subsidiar as percepções iniciais para o desenvolvimento do trabalho, foi realizada uma revisão de literatura, do tipo narrativa, para levantar fatores relacionados aos SAFs, principalmente aqueles associados à sua adoção e devida implantação. Este tipo de revisão tem como principal característica a amplitude da pesquisa e se apresenta como apropriada para descrever e discutir o desenvolvimento ou o estado da arte de um determinado tema sob o ponto de vista teórico ou contextual (ROTHER, 2007).

Além dos subsídios obtidos a partir da revisão de literatura, para fins deste trabalho, também buscou-se levantar fatores práticos concernentes aos SAFs, uma vez que estes são fundamentais para o entendimento das operações inerentes a esses sistemas, principalmente aquelas relacionadas a sua gestão. Para tanto, a partir de vivências práticas na operacionalização do Programa Reflorestar, foi levantado fatores de caráter práticos, os quais perpassam por questões técnicas relacionadas aos SAFs, por questões de extensão rural relacionadas ao desenvolvimento territorial e, por questões institucionais relacionadas ao fomento econômico de cadeias produtivas.

Ainda dentro dos fatores levantados, além da revisão de literatura, este trabalho também observou os fatores relacionados aos SAFs no contexto da gestão Espírito-Santense de recursos hídricos, principalmente no que se refere ao planejamento de bacias/regiões hidrográficas quanto aos programas hidroambientais de recuperação florestal, nos quais estes sistemas se apresentam como alternativas técnica para a recuperação e regularização de funções hidrológicas e como possíveis vetores de desenvolvimento territorial.

Por fim, considerou-se neste momento que, quanto mais amplo fosse o levantamento dos fatores relacionados aos SAFs, maior seria o referencial para proposição do modelo em desenvolvimento. Como resultado do levantamento, produziu-se o Quadro 4-1, o qual relaciona 102 fatores e, para cada um deles, algumas referências bibliográficas. Cabe ressaltar, que durante o desenvolvimento do modelo conceitual, alguns dos fatores foram apropriados na parte de sistematização do modelo e outros foram apropriados como indicadores ou como referência para avaliação destes.

Quadro 4-1 – Lista de fatores relacionados à SAFs levantados a partir de revisão de literatura e observações práticas do Reflorestar e da gestão Espírito-Santense de recursos hídricos

Id	Fatores relacionados aos SAFs	Referência bibliográfica (*)
1	agregação ao valor da produção	(a), (b), (c), (d), (l), (m)
2	amenização efeitos de eventos extremos	(a), (j)
3	áreas prioritárias para conservação	(a), (k), (o)
4	aumento produção animal	(a),(i)
5	beleza cênica	(a), (h)
6	beneficiamento dos produtos	(a), (b), (l)
7	Biodiversidade	(a), (c), (g), (i), (o)
8	Biomassa	(a), (c), (g), (i)
9	cadastro ambiental rural	(b), (m), (o)
10	ciclagem de nutrientes	(a), (i)
11	ciclos de vida das espécies	(a), (c), (g), (o)
12	cobertura do solo	(a), (f), (j), (o)
13	conservação da biodiversidade	(a), (i)
14	conservação do solo	(a), (f), (i), (j), (n), (o)
15	conservação dos recursos hídricos	(a), (d), (f), (h), (j), (n), (o)
16	controle de assoreamento	(a), (f), (j), (n), (o)
17	controle de erosão	(a), (f), (j), (n), (o)
18	credito rural	(a), (b), (c), (d), (l), (o)
19	criação de zonas de amortecimento	(a)
20	declividade – topografia	(a), (g), (n), (o)
21	demanda de mercado	(a), (b), (c), (e), (m)
22	diminuição da pressão em florestas naturais	(a), (d)
23	dinâmica de ocupação da propriedade	(a)
24	direção predominante do vento	(a)
25	disponibilidade de insumos	(a), (m)
26	disponibilidade de assistência técnica	(a), (f), (m), (o)
27	distância dos mercados	(a)
28	distribuição das espécies (arranjo espacial)	(a), (e), (f), (g), (i), (o)
29	distribuição temporal da precipitação	(a)
30	diversidade de renda	(a), (b), (c), (d), (f), (i), (o)
31	diversificação da paisagem	(a), (d), (n)
32	diversificação da produção	(a), (b), (d), (f), (i), (o)
33	ecossistema natural da área	(a), (g), (l)
34	edificações/benfeitorias disponíveis	(a), (d)
35	energia elétrica perto da área de intervenção	(a)
36	enriquecimento da área de plantio	(a), (g), (o)
37	escala da produção	(a), (b), (k), (m), (o)
38	espécies eficientes	(a)

Quadro 4-1 – Lista de fatores relacionados à SAFs levantados a partir de revisão de literatura e observações práticas do Reflorestar e da gestão Espírito-Santense de recursos hídricos (Continuação)

Id	Fatores relacionados aos SAFs	Referência bibliográfica*
39	estratos florestais (estrutura vertical)	(a), (g), (o)
40	existência de fonte local de nutrientes	(a)
41	experiências inspiradoras locais	(a)
42	facilidade de acesso a área plantio	(a)
43	fertilidade do solo	(a), (c), (f), (g), (i), (o)
44	finalidade da restauração	(a), (d), (g), (o)
45	fisiologia das espécies	(a), (g)
46	fontes locais de propágulos naturais	(a), (g), (k), (o)
47	fortalecimento organização social	(m)
48	função ecológica da área	(a), (d), (g)
49	Gênero	(a), (o)
50	gestão econômica da propriedade	(a), (b), (e), (l)
51	hidrografia	(n), (o)
52	história da área	(a), (g)
53	horizonte de planejamento	(a), (g), (o)
54	incidência solar	(a), (g)
55	inclusão do produtor no planejamento	(a), (o)
56	infiltração de água no solo	(a), (f), (g), (j), (n), (o)
57	informações disponíveis	(a), (g)
58	infraestrutura para escoamento dos produtos	(a), (m)
59	intensidade do manejo	(a), (g), (o)
60	investimento inicial	(a), (c), (h), (l), (o)
61	Irrigação	(a), (f), (g)
62	manejo compatível com padrões locais	(a), (d), (o)
63	manejo de pragas e doenças	(a)
64	mão de obra (disponibilidade)	(a), (c), (g), (o)
65	mão de obra (tipo)	(a), (c)
66	Mecanização	(a), (g)
67	variação de mercado	(a), (b)
68	Microclimas	(a), (d), (g), (h)
69	modo de vida atual do produtor	(a)
70	mudanças climáticas	(a), (h), (m)
71	normas fiscais e sanitárias	(a)
72	padrão e qualidade	(a), (b), (m)
73	paisagem regional	(a), (d), (g), (n), (o)
74	percepção ambiental do produtor	(a), (o)
75	percepção empresarial do produtor	(a), (b), (l), (o)
76	planejamento integral da propriedade	(a), (o)

Quadro 4-1 – Lista de fatores relacionados à SAFs levantados a partir de revisão de literatura e observações práticas do Reflorestar e da gestão Espírito-Santense de recursos hídricos (Continuação)

Id	Fatores relacionados aos SAFs	Referência bibliográfica*
77	políticas públicas de incentivo	(a), (b), (h), (k), (m), (o)
78	populações tradicionais	(a)
79	práticas produtivas	(a), (c), (g), (o)
80	Precipitação (quantidade)	(a), (j), (n)
81	promoção de corredores ecológicos	(a), (d) (o)
82	propriedades do solo (estrutura física)	(a), (c), (f), (j), (n), (o)
83	proximidade da residência	(a)
84	qualidade da assistência técnica	(a), (f), (m), (o)
85	qualidade do manejo	(a)
86	quantidade de espécies	(a), (c), (f), (g), (o)
87	recarga das águas subterrâneas	(a), (f), (j), (n)
88	regeneração natural	(a), (d), (g), (k), (o)
89	regularização ambiental da propriedade	(a), (b), (m), (o)
90	regularização de vazão	(a), (f), (j), (n), (o)
91	regularização fundiária da propriedade	(a), (m), (o)
92	relação custo benefício da restauração	(a), (b), (c), (h)
93	segurança alimentar familiar	(a), (m)
94	segurança jurídica dada pela nova lei florestal	(a), (b), (m), (o)
95	tamanho da área de plantio	(a), (g), (o)
96	taxa de retorno do investimento	(a), (b)
97	umidade do solo	(a), (j), (n)
98	utilização de animais	(a), (b), (c), (k), (m), (o)
99	utilização de APP	(a), (b), (d), (f), (m), (o)
100	vocação agrícola das bacias/regiões	(a)
101	vocação agrícola do sitio produtivo	(a), (o)
102	vocação do produtor para agricultura	(a), (o)
(*) Referências:		
(a) – Miccolis (2016) (b) – Benini e Adeodato (2017) (c) – Daniel (2000) (d) – Moraes (2016) (e) – Bonfim (2009) (f) – Gerra (2014) (g) – Rodrigues (2009)		(h) – Pagiola (2013) (i) – Ranieri e Martins (2013) (j) – Salemi (2011) (k) – SEAMA (2018) (l) – Brancalion (2011) (m) – Soares (2013) (n) – Tambosi (2015) (o) – NGPR (2018) ⁶

⁶ Observações realizadas a partir da vivência prática no Núcleo de Gestão do Programa Reflorestar (NGPR) na operacionalização do Programa Reflorestar.

4.2 ETAPA 2 - DEFINIÇÃO DE MARCO METODOLÓGICO PARA DESENVOLVIMENTO DE MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SAFS

Para a execução desta etapa, foram definidos, a partir dos trabalhos desenvolvidos por Passos (2008) e Sanchez e Matos (2012), critérios para a escolha do marco metodológico que orienta o desenvolvimento do modelo conceitual para sistematização e avaliação de indicadores de sustentabilidade em SAFs. A seguir, são apresentados e discutidos os referidos critérios:

- ✓ Enfoque da avaliação do modelo;
- ✓ Modelo conceitual de partida para avaliação;
- ✓ Características intrínsecas a serem observadas no modelo de avaliação.

4.2.1 ENFOQUES DA AVALIAÇÃO DO MODELO

Os enfoques da avaliação do modelo conceitual podem ter diferentes motivações. Pode estar relacionado à necessidade de se avaliar pontualmente uma pressão sofrida por um dado ambiente, à necessidade de se avaliar o alcance de metas ou objetivos de um planejamento ou, ainda, à necessidade de se avaliar continuamente o funcionamento de um dado sistema. Considerando o exposto, os enfoques da avaliação do modelo conceitual desenvolvido, foram idealizados a partir de uma lacuna de conhecimento levantada pela SEAMA durante a operacionalização do Programa Reflorestar, a qual perpassa pelas seguintes questões centrais:

- a) Como ampliar a adoção de SAFs no âmbito do Programa Reflorestar?
- b) Como orientar a devida implantação dos SAFs?
- c) Como avaliar o desempenho pós implantação dos SAFs?

A partir destas questões, definiu-se que os enfoques do modelo conceitual deveriam ser: avaliação, de forma sistêmica, da sustentabilidade de SAFs e, a partir dos resultados obtidos, subsidiar à proposição de diretrizes para o aperfeiçoamento do emprego destes sistemas, principalmente no que tange à sua adoção, implantação e procedimentos de monitoramento.

4.2.2 MODELO CONCEITUAL DE PARTIDA

Segundo Sanchez e Matos (2012), qualquer marco metodológico parte de modelos conceituais já estabelecidos, os quais facilitam uma primeira aproximação do modelo conceitual em desenvolvimento. Considerando os tipos de marcos metodológicos apontados pelo trabalho de Kammerbauer (2001) e apresentados no capítulo de revisão de literatura deste trabalho e, considerando os enfoques escolhidos no capítulo anterior para a avaliação do modelo conceitual em desenvolvimento, definiu-se que o comportamento de partida do marco metodológico deveria se orientar por um modelo do tipo sistêmico, uma vez que o funcionamento dos SAFs sempre promove mudanças na base de seus recursos (endógenos ou exógenos), assim como qualquer alteração na base de seus recursos também implica em mudanças no seu funcionamento (operações do sistema ou operações de outros sistemas).

4.2.3 CARACTERÍSTICAS INTRINSECAS DESEJÁVEIS NO MODELO DE AVALIAÇÃO

Considerando as descrições dadas por Sanchez e Matos (2012) para as possíveis características intrínsecas que um dado modelo conceitual pode apresentar para sistematizar e avaliar a sustentabilidade em SAFs (dimensões da sustentabilidade, período de avaliação, escala geográfica de avaliação, participação de agentes no processo de seleção dos indicadores e exposição dos resultados), foram propostas no Quadro 4-2 as características desejáveis para o modelo em desenvolvimento.

Quadro 4-2 – Principais características intrínsecas observadas nos marcos metodológicos e características intrínsecas desejáveis para o modelo em desenvolvimento

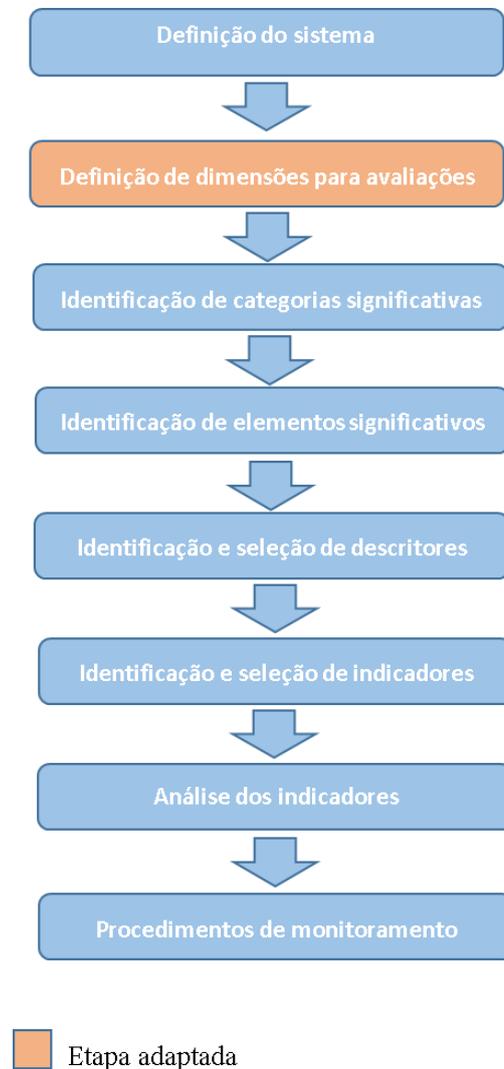
Características intrínsecas aos modelos de sistematização e avaliação de SAFs	Descrição gerais para cada característica intrínsecas	Descrição das características intrínsecas desejáveis do modelo em desenvolvimento
Dimensões da sustentabilidade consideradas	econômica, social, ambiental e institucional	econômica, social, ambiental e institucional
Período de avaliação	antes (ex-ante) ou após (ex-post) a implantação do sistema	antes (ex-ante) ou após (ex-post) a implantação do sistema
Escala geográfica de avaliação	nação, região, estado, município, região hidrográfica, propriedade rural e sistema agrário	região hidrográfica, propriedade rural e sistema agrário
Participação de agentes no processo de seleção dos indicadores	seleção participativa (de baixo para cima) ou seleção não participativa (de cima para baixo)	Seleção não participativa
Exposição dos resultados	geração de índices para conjunto de indicadores e geração de indicadores independentes.	geração de indicadores independentes.

Fonte: Adaptado de Sanchez e Matos (2012)

4.2.4 MARCO METODOLOGICO: SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA E RECURSOS NATURAIS – SARN

Considerando os critérios apresentados, foi escolhido o marco metodológico “Sustentabilidade da Agricultura e Recursos Naturais – SARN”, desenvolvido por Camino e Muller (1993), como referência principal do roteiro para desenvolvimento do modelo conceitual para sistematização e avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs. Na Figura 4-1 está apresentado o roteiro proposto pelo Marco SARN, acrescido da etapa de definição de dimensões de avaliação previamente à etapa de identificação de categorias significativas, uma vez que na estrutura de desenvolvimento proposto por Camino e Muller (1993) esta definição de dimensões já ocorre, contudo não está descrito no roteiro original.

Figura 4-1 – Roteiro metodológico para desenvolvimento do modelo conceitual para sistematização e avaliação de Sistemas Agroflorestais



Fonte: Adaptado de Camino e Muller (1993)

4.3 ETAPA 3 - DESENVOLVIMENTO DE MODELO CONCEITUAL PARA SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SAFs

Na sequência, apresentam-se os resultados e discussões obtidos a partir da execução do roteiro metodológico proposto, com vistas ao desenvolvimento do modelo conceitual.

4.3.1 DEFINIÇÃO DO SISTEMA

Sistemas são formados por um ou mais fatores (elementos), estruturalmente conectados e interdependentes (TEDESCO, 2009). Sistemas são dados por dois tipos de características: a estrutural e a funcional (ROSNAY, 1993). Desta forma, a definição do sistema a ser avaliado implica não somente na delimitação espacial do sistema em avaliação, mas também em toda caracterização deste, identificando sua estrutura (elementos físicos, biológicos e socioeconômicos), seus limites e as interações existentes entre os seus subsistemas e elementos internos e entre o próprio sistema e o meio externo (PASSOS, 2008).

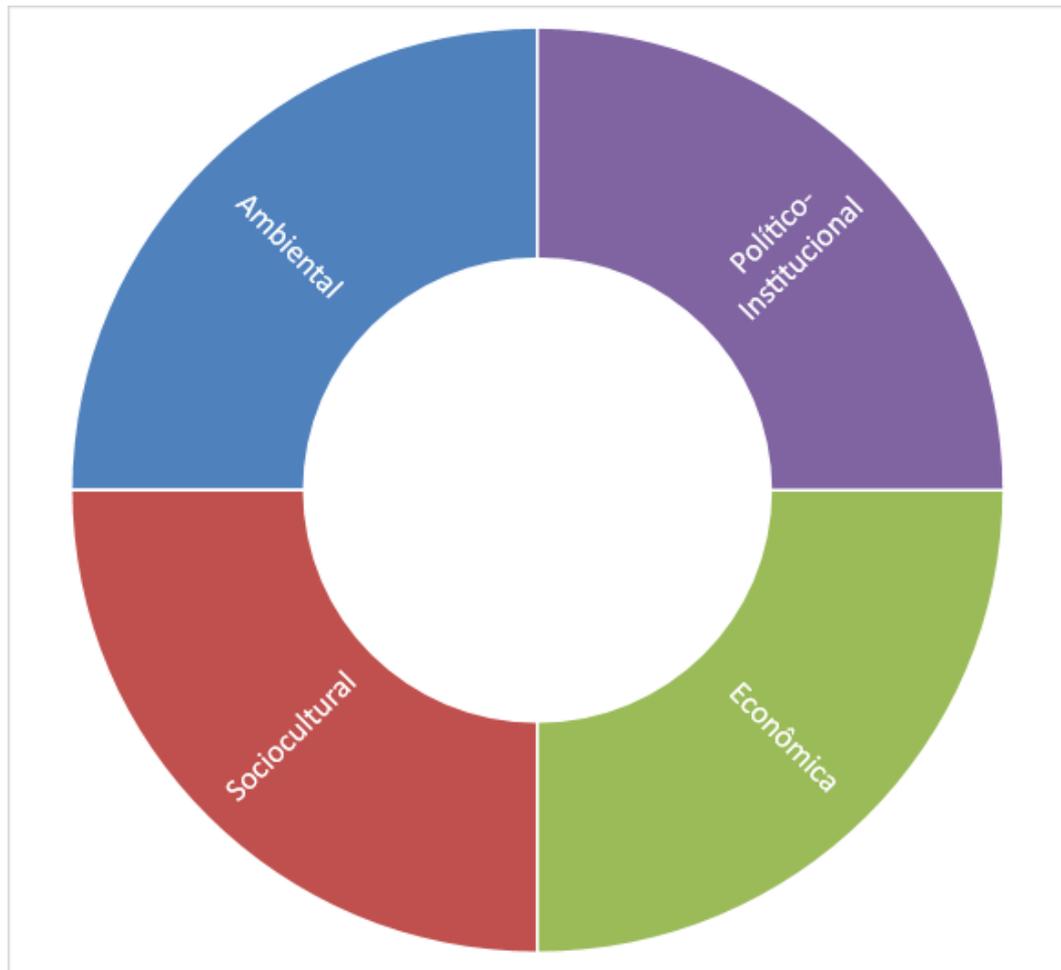
4.3.2 DEFINIÇÃO DE DIMENSÕES DE AVALIAÇÃO

A sustentabilidade consensualmente é definida como multidimensional (PASSOS, 2008), sendo que, minimamente, para a sua avaliação deva-se contemplar as dimensões ambiental, social e econômica (DANIEL, 2000; MOURA, 2002). Montibeller (2004) considerando os requisitos de sustentabilidade sugeridos por Sachs (1993), propôs, além das dimensões já citadas, a ecológica, a espacial e a cultural. Contribuindo com a proposição de dimensões, Moura (2002) propôs as seguintes composições: sociocultural, técnico-agronômica, econômica e político-institucional. Por fim, entende-se que a promoção da sustentabilidade deve ocorrer de forma conjunta em todas as dimensões escolhidas para sua avaliação, sendo essa uma condição base para o desenvolvimento sustentável a longo prazo (PASSOS, 2008).

A partir das definições apresentadas, definiu-se como dimensões de avaliação para o modelo conceitual em desenvolvimento, as composições sugeridas por Moura (2002), adaptando a nomenclatura da dimensão técnico-agronômica à nomenclatura da

dimensão ambiental, que no contexto da avaliação da sustentabilidade de SAFs resultou em ambiental, sociocultural, econômica e político-institucional (Figura 4-2).

Figura 4-2 – Diagrama: Dimensões de avaliação do modelo conceitual



4.3.3 IDENTIFICAÇÃO DE CATEGORIAS SIGNIFICATIVAS

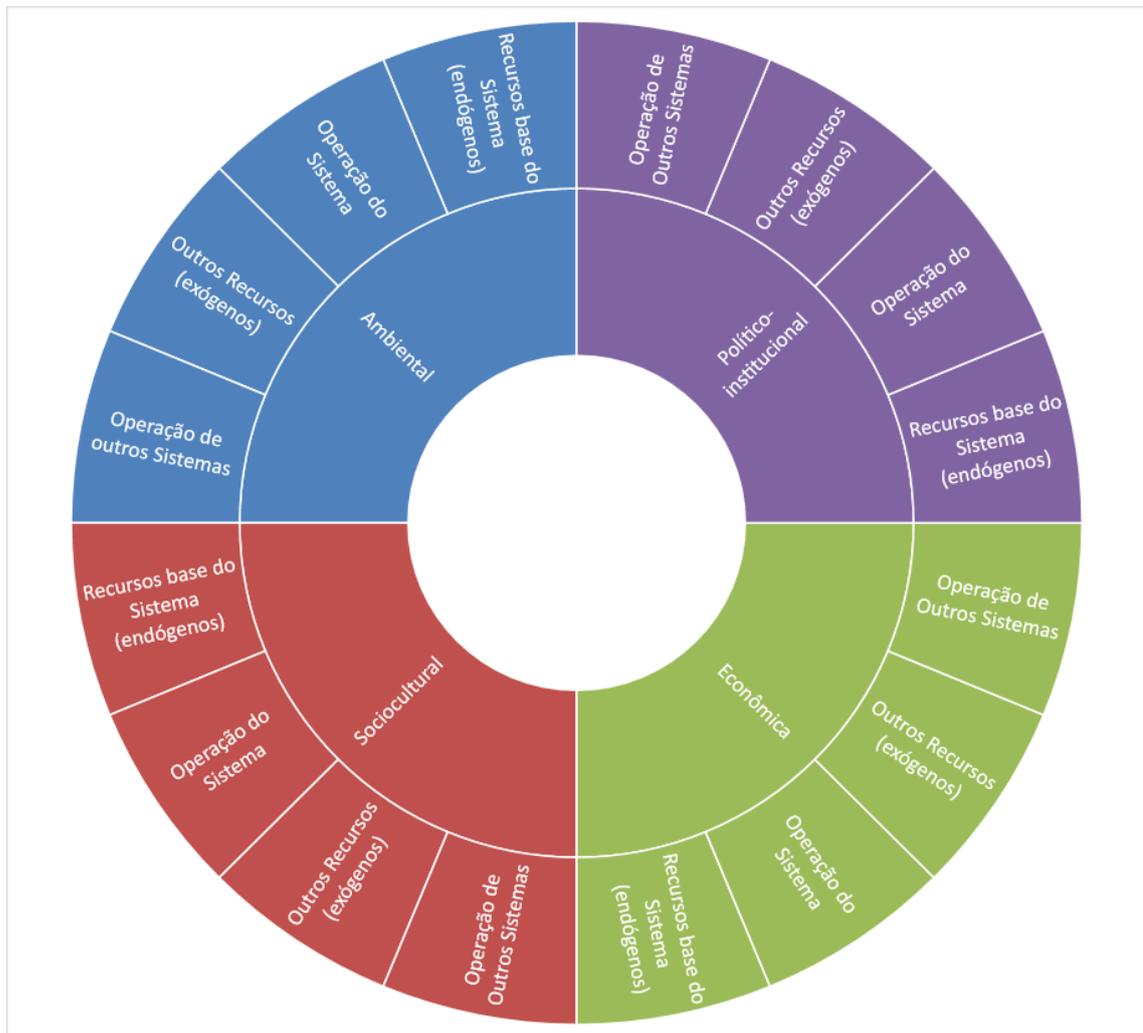
Categoria é um aspecto do sistema, significativo do ponto de vista da sustentabilidade. Tal aspecto pode estar ligado aos recursos do sistema, ou ainda, estar ligado as operações necessárias para o funcionamento do sistema (CAMINO; MULLER, 1993).

Segundo Camino e Muller (1993), para qualquer sistema, e em qualquer nível de organização ou agregação podem ser utilizadas as seguintes categorias:

- a) Recursos endógenos: é a base de recursos do sistema, e os indicadores desta categoria devem indicar como o funcionamento do sistema afeta a base desses recursos;
- b) Operação do sistema: são as atividades necessárias à exequibilidade do sistema, e os indicadores desta categoria devem indicar se o manejo e sua performance são compatíveis com as exigências da sustentabilidade;
- c) Recursos exógenos: são os recursos de outros sistemas, os quais influenciam no sistema em avaliação, os indicadores desta categoria devem indicar como o funcionamento do sistema em avaliação afeta os recursos de outros sistemas, podendo ser estes recursos de entrada ou de saída.
- d) Operação dos sistemas exógenos: são as atividades exógenas necessárias à exequibilidade do sistema, e os indicadores desta categoria devem indicar se o manejo ou a performance destas atividades são compatíveis com as exigências da sustentabilidade.

Este é o nível da estrutura de sistematização do modelo conceitual, o qual reflete a avaliação da sustentabilidade quanto aos recursos do sistema e, também, quanto as operações necessárias para o seu funcionamento. Ainda, é neste nível que são vinculados os recursos de outros sistemas e as suas operações, como fatores influenciadores na sustentabilidade do sistema em avaliação. Ainda cabe ressaltar que, a categorização proposta para este nível de avaliação é comum para todas as dimensões de avaliação, permitindo, desta forma, a comparação do nível de sustentabilidade entre as dimensões que compõe o modelo conceitual, e, conseqüentemente, podendo apontar quais dimensões demandam maior atenção. Na Figura 4-3 é apresentado as categorias significativas do modelo em desenvolvimento.

Figura 4-3 – Diagrama: Categorias significativas do modelo conceitual



4.3.4 IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS SIGNIFICATIVOS PARA CADA CATEGORIA

Elemento é uma parte da categoria, significativo do ponto de vista da sustentabilidade. O conjunto de elementos proposto para cada categoria, deve, em suma, conseguir representar os recursos base do sistema, assim como as operações necessárias para o seu funcionamento (CAMINO; MULLER, 1993).

No que tange o modelo conceitual proposto neste trabalho, os elementos significativos foram identificados a partir do trabalho de Camino e Muller (1993), o qual, como visto acima, serviu de referência para o estabelecimento do marco metodológico utilizado no presente estudo. Além dos elementos identificados no trabalho citado, também buscou-se na lista apresentada no Quadro 4-1, todos os fatores que poderiam ser apropriados

como elementos significativos, tendo como resultado os elementos apresentados no Quadro 4-3 e ilustrados na Figura 4-4.

Quadro 4-3 – Elementos significativos identificados para o modelo conceitual

Dimensões	Categorias	Elementos
Ambiental	Recursos-base do sistema (endógenos)	Água (*)
		Solo (*)
		Biodiversidade
	Operação do sistema	Manejo ambiental (*)
		Manejo silvicultural (*)
		Rendimento da operação do sistema (*)
	Outros recursos (exógenos)	Água (*)
		Solo (*)
		Biodiversidade
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas (*)
Sociocultural	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos sociais (*)
		Patrimônio sociocultural
	Operação do sistema	Manejo sociocultural (*)
		Rendimento da operação do sistema (*)
	Outros recursos (exógenos)	Recursos sociais (*)
		Patrimônio sociocultural
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas (*)
Econômica	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos econômicos
	Operação do sistema	Manejo econômico (*)
		Rendimento da operação do sistema (*)
	Outros recursos (exógenos)	Recursos econômicos
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas (*)
Político-institucional	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos institucionais
	Operação do sistema	Manejo e rendimento institucional
	Outros recursos (exógenos)	Recursos institucionais
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento institucional dos sistemas exógenos
(*) Elementos originários do marco metodológico SARN (CAMINO; MULLER, 1993)		

Foram identificados 26 elementos significativos, distribuídos da seguinte forma:

- Quanto às dimensões de avaliação - A dimensão que mais comportou elementos significativos foi a Ambiental, respondendo por 38% (10 elementos), seguida da sociocultural 27% (7 elementos). As dimensões econômica e político-institucional comportaram 19% (5 elementos) e 15% (4 elementos) respectivamente.
- Quanto às categorias de avaliação – Conforme apresentado no Tabela 4-1 as categorias inerentes aos recursos do sistema, foram as que mais comportaram elementos significativos, sendo 14 elementos (54%), já as categorias inerentes as operações do sistema, comportaram 12 elementos (46%).

Tabela 4-1 – Elementos significativos por categorias significativas

Categorias significativas	nº elementos	% categoria
Operação do Sistema	8	31
Recursos base do Sistema (endógenos)	7	27
Outros Recursos (exógenos)	7	27
Operação de outros Sistemas	4	15
Total	26	100

Figura 4-4 – Diagrama: Elementos significativos do modelo conceitual



Destaca-se que no âmbito deste trabalho, considerou-se a indicação de elementos significativos para categoria “Operação de Outros Sistemas”, possibilitando que nas etapas posteriores, sejam apontados descritores e indicadores para esta categoria. Tal fato geralmente não é observado nos trabalhos desta natureza. Por exemplo, Passos (2008), após uma ampla avaliação de modelos conceituais para avaliação de agrossistemas, concluiu que a maioria dos trabalhos avaliados (98%) se limitavam a realizar avaliações somente dentro dos próprios limites do sistema. Este mesmo autor, ainda aponta, que uma das principais causas desta lacuna, é o fato de o tomador de decisão, geralmente, não ter condições de influenciar em outros sistemas. Contudo, considerando que a escala de planejamento dos recursos hídricos é a região/bacia hidrográfica, para este trabalho considerou que o tomador de decisão é um ator de

influência regional, podendo abranger um ou mais estados, municípios, associações, consórcios, organizações não governamentais, dentre outros. Assim, buscou-se, minimamente, iniciar discussões sobre esta categoria, uma vez que, sistematicamente, seus elementos influenciam ou são influenciados pelo sistema em avaliação.

Tendo em vista o exposto acima, para viabilizar a composição da categoria “operações de outros sistemas”, adota-se nesse trabalho a sugestão feita por Camino e Muller (1993), na qual agrupa-se o “manejo de outros sistemas” e “rendimento de outros sistemas” em uma só representação de elementos significativos.

4.3.5 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE DESCRITORES

Descritores são características significativas de um elemento, estão subordinados aos principais atributos da sustentabilidade de um sistema, assim como a sua escala de avaliação. Os descritores devem ser os mais sensíveis possíveis quanto a variações do sistema, uma vez que a sustentabilidade é aferida a partir da avaliação do impacto que um indicador aplica sobre ele. Isso significa que, se um dado descritor recebeu influência positiva da operação do sistema, ele tende a ser sustentável, e vice-versa. Para cada descritor relevante deve-se definir pelo menos um indicador (TOQUEBIAU, 1989).

No que tange o modelo conceitual proposto, os descritores obtidos, tiveram como principais referências os trabalhos Daniel (2000), Passos (2008) e, Sanchez e Matos (2012), os quais discutiram mais especificamente sobre o tema de sustentabilidade em SAFs. Além dos descritores obtidos nos trabalhos citados, buscou-se identificar na lista apresentada no Quadro 4-1, todos os fatores que poderiam ser apropriados como descritores, tendo como resultado os descritores apresentados no Quadro 4-4 e ilustrados na Figura 4-5.

Quadro 4-4 – Descritores identificados e selecionados para o modelo conceitual

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores
Ambiental	Recursos-base do sistema (endógenos)	Água	quantidade
			qualidade
		Solo	estrutura
			fertilidade
		Biodiversidade	estrutura
			diversidade
	Operação do sistema	Manejo ambiental	manejo do solo
			manejo da água
		Manejo silvicultural	tratos silviculturais
			práticas silviculturais
		Rendimento da operação do sistema	produtividade
	regularização vazão		
	Outros recursos (exógenos)	Água	quantidade
			qualidade
		Solo	estrutura
fertilidade			
Biodiversidade		alteração de habitats (vegetação)	
		alteração de habitats (fauna)	
Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	manejo do solo	
		manejo da água	

Quadro 4-4 – Descritores identificados e selecionados para o modelo conceitual em desenvolvimento (Continuação)

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores	
Sociocultural	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos sociais	recursos humanos organizações sociais	
		Patrimônio sociocultural	patrimônio turístico patrimônio cultural	
	Operação do sistema	Manejo sociocultural	sistema de informação/gestão capacidade produtiva (rec. hum.)	
		Rendimento da operação do sistema	empregos relações humanas	
	Outros recursos (exógenos)	Recursos sociais	recursos humanos Organizações sociais	
		Patrimônio sociocultural	patrimônio cultural patrimônio turístico	
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	serviços públicos empregos	
	Econômica	Recursos base do sistema (endógenos)	Recursos econômicos	investimento benfeitorias/equipamentos
			Operação do sistema	fluxo de caixa produtividade
		Rendimento da operação do sistema	rentabilidade	
Outros recursos (exógenos)		Recursos econômicos	crédito infraestrutura rural regional	
		Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	comercialização agregação de valor

Quadro 4-4 – Descritores identificados e selecionados para o modelo conceitual em desenvolvimento (Continuação)

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores
Político-institucional	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos institucionais	segurança jurídica
			políticas de incentivo para SAFs
	Operação do sistema	Manejo e rendimento institucional	regularização fundiária
			regularização ambiental
	Outros recursos (exógenos)	Recursos institucionais	outras políticas de incentivo
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento de outros sistemas	assistência técnica

Figura 4-5 – Diagrama: Descritores do modelo conceitual



Este nível de avaliação marca a sistematização base do modelo conceitual, ou seja, a estrutura base para organização dos indicadores de sustentabilidade. Desta forma, independente das características do indicador, ou do conjunto de indicadores, assim como o seu grau de detalhamento, este nível de avaliação poderá assimilar as variações resultantes do funcionamento do sistema, podendo estas variações ocorrer no âmbito das suas operações ou na base de seus recursos.

4.3.6 DEFINIÇÃO E OBTENÇÃO DE INDICADORES

Indicador é uma medida do efeito do funcionamento do sistema sob um dado descritor (TORQUEBIAN, 1989). Daniel (2000) observando o desenvolvimento do Projeto Estadual de Metas e Indicadores Ambientais da Universidade da Flórida, sugeriu alguns critérios para seleção de indicadores, sendo:

- a) Critérios essenciais – critérios que um indicador tem que atender (relevância, representatividade, escala apropriada, qualidade dos dados, mensurabilidade, importância e suporte às decisões)
- b) Critérios preferenciais – critérios que um indicador pode atender (sensibilidade, resultabilidade, custo, integrabilidade, compreensibilidade, previsibilidade ou tendência).

Assim como para obtenção dos descritores na seção anterior, no modelo conceitual desenvolvido, os indicadores propostos tiveram como principais referências os trabalhos de Daniel (2000), Passos (2008) e, Sanchez e Matos (2012). Além dos indicadores obtidos nos trabalhos citados, buscou-se identificar na lista apresentada no Quadro 4-1, todos os fatores que poderiam ser apropriados como indicadores, tendo como resultado os indicadores apresentados no Quadro 4-5.

Quadro 4-5 – Indicadores de sustentabilidade obtidos para o modelo conceitual

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores	Indicadores	id
Ambiental	Recursos-base do sistema (endógenos)	Água	quantidade	vazão disponível na área em avaliação (m³/s)	01
				relação entre vazão em uso e vazão disponível	02
			qualidade	eutrofização nos reservatórios ou cursos d'água relacionados diretamente com o sistema (sim/não)	03
				Índice de Qualidade de Água – IQA dos reservatórios ou cursos d'água relacionados diretamente com o sistema	04
		Solo	estrutura	processos erosivos - laminar, sulcos, voçorocas (sim/não)	05
				classificação do solo	06
			fertilidade	nível de acidez (pH)	07
				teor de matéria orgânica (%)	08
		Biodiversidade	estrutura	apresenta todos estratos florestais (baixo, médio, alto) (sim/não)	09
				sistema complexo (sim/não)	10
			diversidade	número de espécies	11
				espécies raras (sim/não)	12
	Operação do sistema	Manejo ambiental	manejo do solo	utiliza alguma prática mecânica de conservação de solo (sim/não)	13
				utiliza alguma prática vegetativa de conservação de solo (sim/não)	14
			manejo da água	existe infraestrutura de reservaçãõ hídrica (sim/não)	15
				utiliza algum método para orientação do uso racional da água (sim/não)	16
		Manejo silvicultural	tratos silviculturais	número de componentes arbóreos com necessidade intensiva de tratos silviculturais	17
				sistema com algum grau de mecanização para tratos silviculturais (sim/não)	18
			práticas silviculturais	sistema orgânico (sim/não)	19
				sistema utiliza conceitos de sucessão ecológica (sim/não)	20

Quadro 4-5 – Indicadores de sustentabilidade obtidos para o modelo conceitual (Continuação)

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores	Indicadores	id
Ambiental	Operação do Sistema	Rendimento da operação do sistema	produtividade	estimativa de incremento da componente florestal (m ³ /ha/ano)	21
				estimativa de incremento de biomassa (m ³ /ha/ano)	22
			regularização vazão	as práticas de uso da água contribuem para a disponibilidade hídrica (sim/não)	23
				incremento de água na área em avaliação a partir da operação do sistema (m ³ /s)	24
	Outros recursos (exógenos)	Água	quantidade	assoreamento dos reservatórios ou cursos d'águas jusante ao sistema (sim/não)	25
				disponibilidade hídrica a jusante do sistema (m ³ /s)	26
			qualidade	eutrofização nos reservatórios ou cursos d'águas jusantes ao sistema (sim/não)	27
				Índice de Qualidade de Água – IQA nos reservatórios ou cursos d'água à jusantes ao sistema	28
		Solo	estrutura	processos erosivos - laminar, sulcos, voçorocas de áreas confrontantes ao sistema (sim/não)	29
				classificação do solo das áreas confrontantes ao sistema	30
			fertilidade	nível de acidez (pH) das áreas confrontantes ao sistema	31
				teor de matéria orgânica (%) das áreas confrontantes ao sistema	32
		Biodiversidade	alteração de habitats (vegetação)	produção de propágulos que podem afetar a estrutura dendrométrica de outros sistemas (sim/não)	33
				produção de propágulos que podem afetar a fitossociologia de outros sistemas (sim/não)	34
			alteração de habitats (fauna)	sistema funciona como corredor ecológico (sim/não)	35
				sistema permite abrigo para fauna (sim/não)	36

Quadro 4-5 – Indicadores de sustentabilidade obtidos para o modelo conceitual (Continuação)

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores	Indicadores	id
Ambiental	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	manejo do solo	são empregadas práticas mecânicas de conservação de solo nas áreas confrontantes ao sistema (sim/não)	37
				são empregadas práticas vegetativas de conservação de solo nas áreas confrontantes ao sistema (sim/não)	38
			manejo da água	infraestrutura hídrica a montante contribui para regularização da vazão disponível para o sistema (sim/não)	39
				as práticas de uso da água a montante ao sistema contribuem para a disponibilidade hídrica (sim/não)	40
Sociocultural	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos sociais	recursos humanos	base da mão-de-obra é familiar (sim/não)	41
				mão-de-obra capacitada (sim/não)	42
			organizações sociais	existe na bacia em avaliação alguma organização social relacionada com o setor agrário instituída formalmente (sim/não)	43
				produtos do sistema inserido na operação de alguma organização social da bacia em avaliação (sim/não)	44
		Patrimônio sociocultural	patrimônio turístico	bacia em avaliação apresenta relevância turística (sim/não)	45
				produtos do sistema inserido no contexto turístico da bacia em avaliação (sim/não)	46
			patrimônio cultural	bacia em avaliação possui características culturais marcantes (sim/não)	47
				produtos do sistema inserido no contexto cultural da bacia em avaliação (sim/não)	48
	Operação do sistema	Manejo sociocultural	sistema de informação/gestão	dados e sistema de informações adequados para uso em processos decisórios (sim/não)	49
				dados e sistema de informações possibilitam a geração de conhecimento (sim/não)	50
			capacidade produtiva	força de trabalho disponível é suficiente (sim/não)	51
				emprega no sistema o máximo da força de trabalho disponível (sim/não)	52

Quadro 4-5 – Indicadores de sustentabilidade obtidos para o modelo conceitual (Continuação)

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores	Indicadores	id
Sociocultural	Operação do sistema	Rendimento da operação do sistema	empregos	média anual de postos de trabalhos diretos e formais oferecidos a partir do funcionamento do sistema na bacia em avaliação	53
				média anual de postos de trabalhos diretos, formais e fixos oferecidos a partir do funcionamento do sistema na bacia em avaliação	54
			relações humanas	sistema promove equidade social (sim/não)	55
				sistema promove inclusão social (sim/não)	56
	Outros Recursos (exógenos)	Recursos sociais	recursos humanos	utiliza força de trabalho de outras bacias/regiões hidrográficas (sim/não)	57
				estimula o desenvolvimento/aperfeiçoamento de força de trabalho em outras bacias (sim/não)	58
			organização social	existe em outras bacias/regiões hidrográficas alguma organização social relacionada com o setor agrário formalmente instituída (sim/não)	59
				sistema inserido na operação de alguma organização social de outras bacias (sim/não)	60
		Patrimônio sociocultural	patrimônio cultural	o patrimônio cultural de outras bacias/regiões hidrográficas agrega valores aos produtos do sistema (sim/não)	61
				operação do sistema afeta a qualidade do patrimônio cultural de outras bacias (sim/não)	62
			patrimônio turístico	o patrimônio turístico de outras bacias/regiões hidrográficas agrega valores aos produtos do sistema (sim/não)	63
				operação do sistema afeta a qualidade do patrimônio turístico de outras bacias (sim/não)	64
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	serviços públicos	propriedade acessa água, energia, saneamento e coleta de lixo (sim/não)	65
				na bacia em avaliação, é disponibilizado saúde básica, educação básica e segurança no campo (sim/não)	66
		empregos	taxa de desemprego na bacia em análise (%)	67	
			razão entre empregos gerados e o total de empregos em outras bacias/regiões hidrográficas (%)	68	

Quadro 4-5 – Indicadores de sustentabilidade obtidos para o modelo conceitual (Continuação)

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores	Indicadores	id
Econômica	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos econômicos	investimento	disponibilidade de recursos próprios para implantação do sistema (sim/não)	69
				disponibilidade de recursos próprios para custear a operação do sistema (sim/não)	70
		benefícios/equipamentos	benefícios para operação do sistema ou beneficiamento dos produtos (sim/não)	71	
			equipamentos para operação do sistema ou beneficiamento dos produtos (sim/não)	72	
	Operação do sistema	Manejo econômico	fluxo de caixa	PayBack - tempo de retorno do investimento (anos)	73
				Valor Presente Líquido - VPL positivo (ano)	74
		produtividade	compatibilizada com a demanda na bacia em avaliação (sim/não)	75	
			compatibilizada com a demanda em outras bacias/regiões hidrográficas (sim/não)	76	
	Rendimento da operação do sistema	rentabilidade	razão benefício/custo (RB/C)	77	
			taxa interna de retorno - TIR (%)	78	
	Outros recursos (exógenos)	Recursos econômicos	crédito	capitação de recursos por financiamento para viabilizar a implantação do sistema (sim/não)	79
				capitação de recursos a fundo perdido para viabilizar a implantação do sistema (sim/não)	80
infraestrutura rural regional		estradas de rodagem viáveis durante todo período de operação do sistema (sim/não)	81		
		acesso a entrepostos comerciais ou central de abastecimento regional (sim/não)	82		

Quadro 4-5 – Indicadores de sustentabilidade obtidos para o modelo conceitual (Continuação)

Dimensões	Categorias	Elementos	Descritores	Indicadores	id
Econômica	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento da operação de outros sistemas	comercialização	venda da produção é direto ao consumidor final (sim/não)	83
				existe equidade na distribuição da renda na cadeia produtiva em que o sistema se insere (sim/não)	84
			agregação de valor	mercado consumidor agrega valores monetários aos valores socioculturais do sistema (sim/não)	85
				existe agregação de valores provenientes de certificações ou beneficiamento dos produtos do sistema (sim/não)	86
Político-institucional	Recursos-base do sistema (endógenos)	Recursos institucionais	segurança jurídica	operação do sistema é regulada por alguma legislação específica (sim/não)	87
				produção do sistema é regulada por alguma legislação específica (sim/não)	88
			políticas de incentivo	existem políticas específicas de incentivo a implantação do sistema (sim/não)	89
				existem políticas agrárias convergentes com o sistema (sim/não)	90
	Operação do sistema	Manejo e rendimento institucional	regularização fundiária	propriedade possui Cadastro Ambiental Rural - CAR (sim/não)	91
				propriedade possui Projeto de Adequação Ambiental - PRA (sim/não)	92
			regularização ambiental	sistema necessita de licenciamento ambiental e/ou outorga pelo uso da água (sim/não)	93
				o sistema já se encontra regular caso necessite de licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água (sim/não)	94
	Outros recursos (exógenos)	Recursos institucionais	outras políticas de incentivo	existem políticas de qualquer natureza convergentes com a implantação e/ou operação do sistema (sim/não)	95
				existem políticas de qualquer natureza convergentes com a comercialização dos produtos do sistema (sim/não)	96
	Operação de outros sistemas	Manejo e rendimento dos sistemas exógenos	assistência técnica	acesso a assistência técnica gratuita (sim/não)	97
				assistência técnica é especializada (sim/não)	98

A Tabela 4-2 apresenta quantitativos extraídos do Quadro 4-5, trazendo o número de indicadores de sustentabilidade por dimensão da sustentabilidade e categorias significativas.

Tabela 4-2 – 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

A Tabela 4-3 apresenta quantitativos extraídos do Quadro 4-5, trazendo o percentual de indicadores de sustentabilidade por dimensão da sustentabilidade e categorias significativas.

Tabela 4-3 – Percentagem de indicadores de sustentabilidade por dimensões da sustentabilidade e categorias significativas

Dimensões da sustentabilidade	Categorias Significativas				Total
	Operação de outros Sistemas	Operação do Sistema	Outros Recursos (exógenos)	Recursos base do Sistema (endógenos)	
Ambiental	29	40	46	43	41
Econômica	29	20	15	14	18
Político-institucional	14	13	8	14	12
Sociocultural	29	27	31	29	29
Total 1 (%)	100	100	100	100	100

A dimensão que mais comportou indicadores foi a ambiental, sendo responsável por 41% dos 98 indicadores sistematizados. Tal resultado já era esperado, uma vez que as questões técnica-agronômicas referentes aos SAFs fazem parte desta dimensão, e de um

modo geral, estas já foram amplamente estudadas pelas Ciências Agrárias (PASSOS, 2008).

Observa-se que a sistematização dos indicadores entre as categorias de operações do sistema e as categorias de recursos do sistema apresentou relativo equilíbrio na distribuição, uma vez que respondem por 45% e 55% respectivamente dos 98 indicadores sistematizados. No trabalho desenvolvido por Passos (2008), o qual comparou 14 modelos conceituais para avaliação e sistematização de indicadores de sustentabilidade para agrossistemas, esses índices eram 29,6% e 70,4% respectivamente. Tal diferença deve-se, principalmente, pela indicação neste trabalho de indicadores para a categoria “operações de outros sistemas”, a qual responde por 14% do total de indicadores sistematizados.

Considerando as recomendações de Camino e Muller (1993) de que o número de indicadores não deve ser exaustivo e que devem referir-se apenas às categorias e elementos mais significativos, os resultados no Quadro 4-5 apresentam-se muito amplos. No entanto, esse número elevado de indicadores engloba grande parte do que é possível de ser avaliado em termos de sustentabilidade de sistemas agroflorestais. A partir dessa relação, tem-se a oportunidade de se escolher apenas alguns indicadores que, segundo critérios específicos, sejam suficientes para a avaliação da sustentabilidade do SAF em apreço.

Vale ressaltar que não está no escopo do presente trabalho possíveis discussões sobre atribuição de pesos aos indicadores. A relação apresentada no 4-5 pode ser tomada como base de referência para aplicação a qualquer sistema agroflorestral, dando suporte aos tomadores de decisão quando da sua implantação e monitoramento quanto à sua sustentabilidade, que poderão trabalhar com um número de indicadores significativos da forma mais parcimoniosa possível, conforme recomendam Camino e Muller (1993). Caberá aos profissionais envolvidos no processo de definição dos indicadores a seleção daqueles entendidos como mais apropriados entre os apresentados no Quadro 4-5 ou mesmo, adicionalmente, provenientes de outras fontes.

4.3.7 AVALIAÇÃO DE INDICADORES

Segundo o proposto por Camino e Muller (1993), esta fase é realizada a partir do emprego das seguintes avaliações: (a) significado do indicador; (b) o que, como, onde e quando medir; (c) insumos necessários para o cálculo; (d) limitações do indicador; (e) valores limites do indicador e (f) apresentação e interpretação dos resultados.

Para o desenvolvimento desta etapa, considerando a necessidade de qualificar cada indicador, principalmente quanto ao seu uso, uma vez que o modelo conceitual será aplicado por um profissional que não participou do seu desenvolvimento, aplicou-se individualmente a cada indicador sistematizado a ferramenta 5W1H de gestão da qualidade, a qual tem sido utilizada para melhorias contínuas de processos na gestão empresarial. Analogamente ao proposto por Camino e Muller (1993) sua aplicação se baseia no direcionamento das seguintes questões à temática em avaliação: O quê? (What?); Onde? (Where?); Quem? (Who?); Quando? (When?); Por quê? (Why?); e Como? (How?).

No Quadro 4-6 é apresentada uma matriz elaborada para orientar a aplicação da ferramenta 5W1H nesta etapa do marco metodológico.

Quadro 4-6 – Estrutura para aplicação da ferramenta 5W1H

onde?	o quê?	quando?	quem?	como?	por quê?	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
escala dos dados do indicador	objetivo ou finalidade do indicador	Período para obtenção de dados para o indicador	Responsável pela obtenção de dados para o indicador	Forma de obtenção de dados para o indicador	Correlação do indicador com o sistema	referências qualitativas e/ou quantitativas para avaliações dos indicadores	apresentação e interpretação das avaliações dos indicadores

Fonte: Adaptado de Tedesco (2009)

No Quadro 4-7 foi sintetizado o resultado da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade sistematizados nas etapas anteriores, a partir da orientação dada pela estrutura apresentada no Quadro 4-6.

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação quanto a sustentabilidade
1	vazão disponível na área em avaliação (m³/s)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a vazão disponível na área em avaliação	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta a disponibilidade de água para o sistema e a necessidades de intervenções	vazão estimada disponível para área em avaliação (m³/s)	a depender da necessidade das culturas
2	vazão outorgável para o sistema (m³/s)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a vazão outorgável para o sistema	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta a disponibilidade real de água para o sistema e a necessidades de intervenções	balanço hídrico entre vazão outorgável e demanda do sistema é positivo	favorável - sim não favorável - não
3	eutrofização nos reservatórios ou cursos d'água relacionados diretamente com o sistema (sim/não)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar existência de eutrofização	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	aponta a existência de desequilíbrio biótico o qual interfere na qualidade da água para o sistema	curios d'água ou reservatórios relacionados diretamente com o sistema e observados na vistoria apresentam minimamente acúmulo de plantas aquáticas	favorável - sim não favorável - não
4	Índice de Qualidade de Água - IQA	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a qualidade da água disponível para o sistema	atemporal	avaliador externo - laboratório/pesquisa	avaliação laboratorial	apresenta a qualidade da água disponível para o sistema	índices de 37 a 100 - favorável índices de 0 a 36 - não favorável	favorável - 37 - 100 não favorável - 0 a 36
5	processos erosivos - laminar, sulcos, voçorocas (sim/não)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a degradação da estrutura do solo	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	afeta a estrutura do solo e aponta a necessidade de intervenção	área do sistema apresenta processos erosivos (laminar, sulcos, voçoroca) os quais interferem na estrutura do solo onde o sistema vai ser implantado	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
6	classificação do solo	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar a estrutura do solo	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/ avaliação visual	apresenta a estrutura física do solo e aponta a necessidade de intervenção	classificação do solo segundo o SBCS	a depender da necessidade das culturas
7	nível de acidez (pH)	sistema/propriedade	indicar necessidade de correção de pH	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação laboratorial	apresenta o nível de acidez do solo e aponta a necessidade de correção	pH do solo	a depender da necessidade das culturas
8	teor de matéria orgânica (%)	sistema/propriedade	indicar teor de matéria orgânica no solo	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação laboratorial	apresenta a disponibilidade de nutrientes no solo e aponta a necessidade e de correção	% matéria orgânica do solo	a depender da necessidade das culturas
9	apresenta todos estratos florestais (baixo, médio, alto) (sim/não)	sistema	indicar capacidade de aproveitamento da luz	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	afeta o desenvolvimento das espécies vegetais e aponta a necessidade de intervenção	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	favorável - sim não favorável - não
10	sistema complexo (sim/não)	sistema	indicar distribuição dos indivíduos dentro do sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	afeta o desenvolvimento das espécies vegetais e influencia no manejo do sistema	distribuição aleatória dos indivíduos no sistema	favorável - não não favorável - sim
11	número de espécies.	sistema	indicar a diversidade florística do sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	apresenta a diversidade do sistema, o qual relaciona-se com o potencial de multi-produção	acima de 30 espécies o sistema apresenta-se com uma diversidade inicial aceitável	a depender da legislação local
12	espécies raras (sim/não)	sistema	indicar a relevância da diversidade florística do sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	releva a importância da diversidade florística do sistema	sistema apresenta espécies classificadas como raras	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
13	utiliza alguma prática mecânica de conservação de solo (sim/não)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se o manejo do solo, tem ou tende a sustentabilidade	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	apresenta se o manejo do solo tem potencial (prática) para ser sustentável	existência mínima de práticas mecânicas na área em avaliação, tais como: caixas secas, barraginhas e terraceamento	favorável - sim não favorável - não
14	utiliza alguma prática vegetativa de conservação de solo (sim/não)	sistema/propriedade	indicar se o manejo do solo, é ou tende a sustentabilidade	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	apresenta se o manejo do solo tem potencial (prática) para ser sustentável	existência mínima de práticas vegetativas na área em avaliação, tais como: plantios em curvas de níveis, plantios adensados, plantio intercalados, plantios com práticas suscesionais	favorável - sim não favorável - não
15	existe infraestrutura de reservação hídrica (sim/não)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se o manejo da água, é ou tende a sustentabilidade	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/ avaliação visual	apresenta se o manejo da água tem potencial (prática) para ser sustentável	existência mínima de infraestruturas de reservação hídrica na área em avaliação, tais como: barramentos que regulam ou não a vazão, tanques, tanques lonados, barramento subterrâneo	favorável - sim não favorável - não
16	utiliza algum método para orientação do uso racional da água (sim/não)	sistema/propriedade	indicar se o manejo da água, é tende a sustentabilidade	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	apresenta se o manejo da água tem potencial (prática) para ser sustentável	existência mínima de método para orientação do uso racional da água	favorável - sim não favorável - não
17	número de componentes arbóreos com necessidade intensiva de tratamentos silviculturais	sistema	indicar a intensidade de tratamentos silviculturais	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	apresenta a necessidade de tratamentos silviculturais, interferindo no planejamento	a depender das necessidades das culturas do sistema	a depender da necessidade das culturas

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
18	sistema com algum grau de mecanização para tratos silviculturais (sim/não)	sistema	indicar a facilidade/viabilidade de execução dos tratos silviculturais	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual/entrevista	interfere na execução dos tratos silviculturais	disponibilidade mínima de utilização de mecanização para realizar as práticas silviculturais necessárias para implantação, desenvolvimento ou exploração do sistema	favorável - sim não favorável - não
19	sistema orgânico (sim/não)	sistema	indicar a intensidade de adubação no sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual/entrevista	interfere na qualidade e intensidade da mão-de-obra. Tem relação com a agregação de valores	sistema todo orgânico	favorável - não não favorável - sim
20	sistema utiliza conceitos de sucessão ecológica (sim/não)	sistema	indicar a intensidade de práticas silviculturais	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual/entrevista	interfere na qualidade e intensidade da mão-de-obra	sistema apresenta todos estratos florestais e sub-bosque com o mínimo de diversidade	favorável - sim não favorável - não
21	estimativa de incremento florestal (m³/ha/ano)	sistema	indicar se o incremento florestal é compatível com outras formas de produção	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	apresenta se a produção no sistema em questão está compatível com outros modelos de produção	incremento de 80% das diferentes culturas do sistema é maior/igual que o incremento destas culturas em monocultura	favorável - sim não favorável - não
22	estimativa de incremento de biomassa (m³/há/ano)	sistema	indicar se o incremento de biomassa é compatível com outras formas de produção	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	apresenta se a produção no sistema em questão está compatível com outros modelos de produção	incremento de biomassa do sistema é maior que a média do incremento de monoculturas florestais	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
23	as práticas de uso da água contribuem para a disponibilidade hídrica (sim/não)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se a operação do sistema contribui para a disponibilidade hídrica	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/avaliação visual	apresenta se a operação do sistema contribui positivamente na disponibilidade hídrica do manancial em avaliação	vazão a jusante do sistema é maior que a vazão a montante	favorável - balanço positivo não favorável - balanço negativo
24	incremento de água na área em avaliação a partir da operação do sistema (m³/s)	sistema/propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se a operação do sistema contribui para a disponibilidade hídrica	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	apresenta se a operação do sistema contribui positivamente na disponibilidade hídrica do manancial em avaliação	quantidade de incremento de água no manancial a partir da operação do sistema (m³)	favorável - ocorre incremento não favorável - não ocorre incremento
25	assoreamento dos reservatórios ou cursos d'água jusante ao sistema (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar existência de assoreamento influenciado pelo sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/avaliação visual	afeta a disponibilidade hídrica no manancial em avaliação e aponta a necessidade de intervenção	cursos d'água ou reservatórios observados a jusante do sistema apresentam minimamente acúmulos de sedimentos, os quais interferem na vazão ou altura da lâmina d'água	favorável - sim não favorável - não
26	disponibilidade hídrica a jusante do sistema (m³/s)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a disponibilidade hídrica a jusante do sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	apresenta a disponibilidade de água a jusante do sistema	vazão a jusante do sistema é maior/igual a vazão a montante	favorável - balanço positivo não favorável - balanço negativo
27	eutrofização nos reservatórios ou cursos d'água jusantes ao sistema (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar existência de eutrofização jusante ao sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	apresenta a existência de desequilíbrio biótico o qual interfere na qualidade da água jusante ao sistema	cursos d'água ou reservatórios observados a jusante ao sistema na vistoria apresentam minimamente acúmulos de macrofitas aquáticas	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
28	Índice de Qualidade de Água - IQA	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a qualidade da água jusante ao sistema	atemporal	avaliador externo - laboratório/pesquisa	avaliação laboratorial	apresenta a qualidade da água a jusante do sistema	índices de 37 a 100 - favorável índices de 0 a 36 - não favorável	favorável - 37 - 100 não favorável - 0 a 36
29	processos erosivos - laminar, sulcos, voçorocas de áreas confrontantes ao sistema (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a degradação da estrutura do solo nas áreas confrontantes ao sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	afeta a estrutura do solo das áreas confrontantes ao sistema e aponta a necessidade de intervenção	área confrontantes ao sistema apresenta processos erosivos (laminar, sulcos, voçoroca) os quais interferem na estrutura do solo da propriedade ou bacia/região	favorável - sim não favorável - não
30	classificação do solo das áreas confrontantes ao sistema	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar a estrutura do solo	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/avaliação visual	apresenta a estrutura física do solo das áreas confrontantes ao sistema e aponta a necessidade de intervenção	classificação do solo segundo o SBCS	a depender da necessidade das culturas
31	nível de acidez (pH)	sistema/propriedade	indicar necessidade de correção de pH nas áreas confrontantes ao sistema	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação laboratorial	apresenta o nível de acidez do solo das áreas confrontantes ao sistema e aponta a necessidade de correção	pH do solo	a depender da necessidade das culturas
32	teor de matéria orgânica (%)	sistema/propriedade	indicar teor de matéria orgânica no solo das áreas confrontantes ao sistema	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação laboratorial	apresenta a disponibilidade de nutrientes no solo nas áreas confrontantes ao sistema e aponta a necessidade e de correção	% de matéria orgânica no sistema	a depender da necessidade das culturas

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
33	produção de propágulos que podem afetar a estrutura dendrométrica de outros sistemas (sim/não)	sistema	indicar o potencial do sistema em causar desequilíbrio ambiental em outros sistemas	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	afeta a estrutura dendrométrica de sistemas confrontantes, podendo incorrer em desequilíbrio ambiental	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	favorável - sim não favorável - não
34	produção de propágulos que podem afetar a fitossociologia de outros sistemas (sim/não)	sistema	indicar o potencial do sistema em causar desequilíbrio ambiental em outros sistemas	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	afeta a estrutura fitossociológica de sistemas confrontantes, podendo incorrer em desequilíbrio ambiental	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	favorável - sim não favorável - não
35	sistema funciona como corredor ecológico (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar o potencial do sistema em favorecer a fauna de outros sistemas	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	aponta se o sistema favorece o fluxo gênico (fauna e flora), incorrendo em maior diversidade	o sistema interliga fragmentos florestais	favorável - sim não favorável - não
36	sistema permite abrigo para fauna (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar o potencial do sistema em favorecer a fauna de outros sistemas	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	aponta se o sistema possibilita o abrigo de fauna, favorecendo a sua permanência e locomoção, viabilizando um fluxo gênico	o sistema permite abrigo de fauna	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
37	são empregados práticas mecânicas de conservação de solo nas áreas confrontantes ao sistema (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se a operação de outros sistemas confrontantes tem ou tende a sustentabilidade	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	apresenta se o manejo do solo das áreas confrontantes tem potencial para ser sustentável, uma vez que a degradação destes podem influenciar o desempenho do sistema	existência mínima de práticas mecânicas nas áreas confrontantes a área em avaliação, tais como: caixas secas, barraginhas e terraceamento	favorável - sim não favorável - não
38	são empregados práticas vegetativas de conservação de solo nas áreas confrontantes ao sistema (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se a operação de outros sistemas confrontantes tem ou tende a sustentabilidade	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual	apresenta se o manejo do solo das áreas confrontantes tem potencial para ser sustentável, uma vez que a degradação destes podem influenciar o desempenho do sistema	existência mínima de práticas vegetativas na área em avaliação, tais como: plantios em curvas de níveis, plantios adensados, plantio intercalados, plantios com práticas suscesionais	favorável - sim não favorável - não
39	infraestrutura hídrica a montante contribui para regularização da vazão entrada no sistema (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se o manejo da água a montante do sistema, é ou tende a sustentabilidade	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/ avaliação visual/ entrevista	apresenta se o manejo da água a montante tem potencial (prática) para ser sustentável, uma vez que o sistema em avaliação pode ser influenciado	existência mínima de infraestruturas de reservação hídrica a montante da área em avaliação, tais como: barramentos que regulam ou não a vazão, tanques, tanques lonados, barramento subterrâneo	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
40	as práticas de uso da água a montante ao sistema contribuem para a disponibilidade hídrica (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se o manejo da água a montante do sistema, é ou tende a sustentabilidade	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/avaliação visual/entrevista	apresenta se o manejo da água a montante tem potencial (prática) para ser sustentável, uma vez que o sistema em avaliação pode ser influenciado	existência mínima de método para orientação do uso racional da água a montante da área em avaliação	favorável - sim não favorável - não
41	base da mão-de-obra é familiar (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a disponibilidade de mão-de-obra	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	apresenta se a mão-de-obra é disponível ao longo do tempo	mão-de-obra é de base familiar	favorável - sim não favorável - não
42	mão-de-obra capacitada (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a capacitação da mão-de-obra quanto as operações do sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	apresenta se a mão-de-obra disponível é capacitada para execução das atividades afins com o sistema em avaliação	algum dos executores das atividades inerentes ao sistema em avaliação possui conhecimentos técnicos que favoreça o sucesso da implantação, gestão ou exploração	favorável - sim não favorável - não
43	existe na bacia/região hidrográfica em avaliação alguma organização social relacionada com o setor agrário instituída formalmente (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar o potencial de atuação da sociedade civil de forma organizada na bacia/região hidrográfica em	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta a capacidade organizacional da região, a qual pode favorecer a operação do sistema	organização(es) social (is) relacionada (s) com o setor agrário instituída (s) formalmente na bacia/região	favorável - sim não favorável - não
44	sistema inserido na operação de alguma organização social da bacia/região hidrográfica em avaliação (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema insere-se dentro de uma cadeia produtiva ou organizacional já existente	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial de absorção dos produtos oriundos do sistema nas cadeias organizacionais e produtivas da região	sistema insere-se em alguma parte do negócio/operação de alguma organização atuante na bacia/região hidrográfica em avaliação onde o mesmo está ou será	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
45	bacia/região hidrográfica em avaliação apresenta relevância turística (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a potencial relevância turística da bacia/região hidrográfica em avaliação	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial turístico da região que pode ser agregado ao desenvolvimento das cadeias produtivas regionais	bacia/região hidrográfica em avaliação com alguma relevância turística	favorável - sim não favorável - não
46	sistema inserido no contexto turístico da bacia/região hidrográfica em avaliação (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema insere-se dentro do contexto turístico da bacia/região hidrográfica em avaliação	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial de absorção dos produtos oriundos do sistema nas cadeias produtivas relacionadas com o turismo regional	sistema insere-se em algum contexto turístico da bacia/região hidrográfica em avaliação	favorável - sim não favorável - não
47	bacia/região hidrográfica em avaliação apresenta características culturais marcantes (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a potencial relevância das características culturais da bacia/região hidrográfica em	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial cultural da região que pode ser agregado ao desenvolvimento das cadeias produtivas regionais	bacia/região hidrográfica em avaliação com alguma característica cultural marcante/relevante	favorável - sim não favorável - não
48	sistema inserido no contexto cultural da bacia/região hidrográfica em avaliação (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema insere-se dentro do contexto cultural da bacia/região hidrográfica em avaliação	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial de absorção dos produtos oriundos do sistema nas cadeias produtivas relacionadas com a cultura regional	sistema insere-se em algum contexto cultural da bacia/região hidrográfica em avaliação	favorável - sim não favorável - não
49	dados e sistema de informações adequados para uso em processo decisório (sim/não)	sistema/propriedade	indicar se existe dados e sistemas de informações que auxiliam na gestão do sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta o potencial/capacidade de gestão do sistema em avaliação	existem dados e/ou sistema de informações adequados para uso em processo decisório quanto a operação do sistema	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
50	dados e sistema de informações possibilitam a geração de conhecimento (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a capacidade do sistema de informações de gerar conhecimento que possa favorecer a gestão	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta o potencial/capacidade de gestão do sistema em avaliação	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	favorável - sim não favorável - não
51	força de trabalho disponível é suficiente (sim/não)	sistema/propriedade	indicar o potencial de trabalho disponível para operação do sistema	entrevista/vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta a disponibilidade potencial de força de trabalho disponível para o sistema em avaliação	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	favorável - sim não favorável - não
52	emprega o máximo da força de trabalho disponível no sistema (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a pressão da operação do sistema na disponibilidade de força de trabalho	entrevista/vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta a pressão que a operação do sistema exerce sobre a disponibilidade de força de trabalho	utilização de mais de 80% da força de trabalho disponível no sistema	favorável - não não favorável - sim
53	média anual de postos de trabalhos diretos e formais oferecidos a partir da operação do sistema na bacia/região hidrográfica em	bacia/região hidrográfica	indicar a geração de empregos diretos a partir da operação do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta a relevância do sistema para o desenvolvimento local no que tange a geração de oportunidades e renda	o sistema gera minimamente postos de trabalho a partir da sua operação	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
54	média anual de postos de trabalhos diretos, formais e fixos oferecidos a partir do desenvolvimento do sistema na bacia/região hidrográfica	bacia/região hidrográfica	indicar a geração de empregos diretos e fixos a partir da operação do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta a relevância do sistema para o desenvolvimento local no que tange a geração de oportunidades e renda	o sistema gera minimamente postos de trabalho a partir da sua operação	favorável - sim não favorável - não
55	sistema promove equidade social (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema promove a equidade social a partir da sua operação	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se o sistema possibilita oportunidades e direitos a todos membros da sociedade cujo o mesmo tem algum grau de relação	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	favorável - não não favorável - sim
56	sistema promove inclusão social (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema promove inclusão social a partir da sua operação	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se o sistema possibilita oportunidades e direitos a todos membros da sociedade cujo os quais possam ser inclusos na sua operação	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	favorável - sim não favorável - não
57	utiliza força de trabalho de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se a operação do sistema absorve força de trabalho de outras bacia/região hidrográficas/região	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta a relevância do sistema para o desenvolvimento regional no que tange a geração de oportunidade e renda	o sistema gera minimamente postos de trabalho em outras bacia/região hidrográficas/região	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
58	estimula o desenvolvimento/aperfeiçoamento de força de trabalho em outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se a o sistema estimula o desenvolvimento/aperfeiçoamento de força de trabalho em outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta a relevância do sistema para o desenvolvimento regional no que tange a geração de oportunidade e renda	ocorrem capacitações afins com a implantação e operação do sistema em outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica estimuladas/induzidas pela cadeia produtiva	favorável - sim não favorável - não
59	existe (m) em outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica organização(es) social (is) relacionada (s) com o setor agrário formalmente instituída (s) (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar o potencial de atuação da sociedade cível de forma organizada em outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta a capacidade organizacional de outras bacia/região hidrográfica a qual pode favorecer a operação do sistema	organização(es) social (is) relacionada (s) com o setor agrário instituída (s) formalmente em outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica que possam relacionar-se	favorável - sim não favorável - não
60	sistema inserido na operação de alguma organização (es) social (is) da região (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema insere-se dentro de uma cadeia produtiva ou organizacional já existente	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial de absorção dos produtos oriundos do sistema nas cadeias organizacionais e produtivas de outras bacia/região	sistema insere-se em alguma parte do negócio/operação de alguma (s) organização(es) social (is) de outras	favorável - sim não favorável - não
61	o patrimônio cultural de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica agrega valores aos produtos do sistema (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a potencial relevância das características culturais de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica que	visita	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial cultural de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica que pode ser agregado ao desenvolvimento das cadeias produtivas em	outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica que possa se relacionar com o sistema possui alguma característica cultural marcante/relevante	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
62	operação do sistema afeta a qualidade do patrimônio cultural da região (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema insere-se dentro do contexto cultural de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial de absorção dos produtos oriundos do sistema nas cadeias produtivas relacionadas com a cultura da bacia/região hidrográfica em avaliação	sistema insere-se em algum contexto cultural de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica	favorável - sim não favorável - não
63	o patrimônio turístico de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica agrega valores aos produtos do sistema (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a potencial relevância das características turísticas de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica que	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial turístico de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica que pode de ser agregado ao desenvolvimento das	outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica que possa se relacionar com o sistema possui alguma característica turística marcante/relevante	favorável - sim não favorável - não
64	operação do sistema afeta a qualidade do patrimônio turístico de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se o sistema insere-se dentro do contexto turístico de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial de absorção dos produtos oriundos do sistema nas cadeias produtivas relacionadas com o turismo de outras	sistema insere-se em algum contexto turístico de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica	favorável - sim não favorável - não
65	acesso a água, energia, saneamento, coleta de lixo (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se os responsáveis pelo sistema são assistidos por serviços públicos	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se os sistemas públicos promovem condições favoráveis para o desenvolvimento pessoal dos responsáveis pelo sistema	responsáveis pelo sistema tem acesso a água, energia, saneamento, coleta de lixo	favorável - sim não favorável - não
66	acesso a saúde básica, educação básica, segurança no campo (sim/não)	propriedade/bacia/região hidrográfica	indicar se os responsáveis pelo sistema são assistidos por serviços públicos	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se os sistemas públicos promovem condições favoráveis para o desenvolvimento pessoal dos responsáveis pelo sistema	responsáveis pelo sistema tem acesso a saúde básica, educação básica, segurança no campo	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
67	taxa de desemprego na bacia/região hidrográfica em avaliação (%)	bacia/região hidrográfica	indicar a potencial disponibilidade de força de trabalho na bacia/região hidrográfica em avaliação	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta a potencial disponibilidade de força de trabalho na bacia/região hidrográfica em avaliação que pode ser agregada às	taxa de desemprego na bacia/região hidrográfica em avaliação	a depender da bacia/região hidrográfica/região em avaliação
68	razão de empregos sistema/empregos total da bacia/região hidrográfica	bacia/região hidrográfica	indicar a contribuição do sistema para o desenvolvimento regional quanto a questão: empregos formais	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta a contribuição do sistema para o desenvolvimento da bacia/região hidrográfica/região hidrográfica quanto a questão: emprego	razão entre empregos formais gerados a partir das operações do sistema e empregos formais de forma geral na bacia/região hidrográfica/região	favorável - acima de 1 não favorável - abaixo de 1
69	disponibilidade de recursos próprios para implantação do sistema (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a disponibilidade financeira para implantação do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se o sistema tem sustentabilidade/viabilidade e financeira para a sua implantação	os responsáveis pelo sistema possuem capacidade de investimento para implantação do sistema até o fluxo de caixa referente ao negocio ficar positivo (VPL positivo)	favorável - sim não favorável - não
70	disponibilidade de recursos próprios para custear a operação do sistema (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a disponibilidade financeira para operação do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se o sistema tem sustentabilidade/viabilidade e financeira para a sua operação	os responsáveis pelo sistema possuem capacidade de investimento para operação do sistema até o fluxo de caixa referente ao negocio ficar positivo (VPL positivo)	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
71	benefitorias para operação do sistema ou beneficiamento dos produtos (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a disponibilidade estrutural para implantação e operação do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual/entrevista	aponta a disponibilidade estrutural para implantação e operação do sistema	existem minimamente benfeitorias que favoreçam a implantação ou operação do sistema	favorável - sim não favorável - não
72	equipamentos para operação do sistema ou beneficiamento dos produtos (sim/não)	sistema/propriedade	indicar a potencial mecanização para implantação e operação do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual/entrevista	aponta a potencial mecanização para implantação e operação do sistema	existem minimamente equipamentos/maquinários que favoreçam a implantação ou operação do sistema	favorável - sim não favorável - não
73	PayBack - tempo de retorno do investimento (anos)	sistema	indicar o tempo total de retorno do investimento no sistema	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta o tempo total de retorno total do investimento	tempo de retorno de todo recurso financeiro mensurável corrigido	a depender da capacidade de investimento e fluxo de caixa do sistema
74	Valor Presente Líquido - VPL positivo (ano)	sistema	indicar quando o fluxo de caixa fica positivo em valores presentes	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta em quanto tempo o fluxo de caixa do sistema ficara positivo em valores presentes	tempo (ano) em que o VPL = 0	a depender da capacidade de investimento e fluxo de caixa do sistema
75	compatibilizada com a demanda na bacia/região hidrográfica/região hidrográfica em avaliação (sim/não)	sistema	indicar se a produtividade do sistema está compatibilizada com a demanda dos produtos no mercado da bacia/região	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a produtividade poderá ser absorvida pelo mercado da bacia/região hidrográfica/região hidrográfica em avaliação	mercado da bacia/região hidrográfica/região hidrográfica em avaliação tem capacidade de absorver os produtos gerados a partir da	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
76	compatibilizada com a demanda em outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica/região hidrográficas (sim/não)	sistema	indicar se a produtividade do sistema está compatibilizada com a demanda dos produtos no mercado de outras bacia/região hidrográfica/região	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a produtividade poderá ser absorvida pelo mercado de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica	mercado de outras bacia/região hidrográficas/região hidrográfica tem capacidade de absorver os produtos gerados a parti da operação do sistema	favorável - sim não favorável - não
77	razão benefício/custo (RB/C)	sistema	indicar quantas unidades de capital recebido como benefício são obtidas para cada unidade de investimento	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta a eficiência econômico-financeira da operação do sistema	razão entre unidades de capital recebido/unidades de capital de investimento maior que 1	favorável - sim não favorável - não
78	taxa interna de retorno - TIR (%)	sistema	indicar a taxa de retorno ao final dos ciclos de operações do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta se a taxa de retorno do investimento ao final do tempo é atrativa	TIR maior que o rendimento de uma aplicação de baixo risco	favorável - sim não favorável - não
79	tomada de recursos por financiamento para viabilizar a implantação do sistema (sim/não)	sistema	indicar a disponibilidade financeira para implantação do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se o sistema tem sustentabilidade/viabilidade e financeira para a sua implantação	para viabilizar a implantação do sistema se faz necessário a tomada de crédito com entidades financeiras	favorável - não não favorável - sim
80	tomada de recursos a fundo perdido para viabilizar a implantação do sistema (sim/não)	sistema	indicar a disponibilidade financeira para operação do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se o sistema tem sustentabilidade/viabilidade e financeira para a sua operação	para viabilizar a operação do sistema se faz necessário a tomada de crédito com entidades financeiras	favorável - não não favorável - sim

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
81	estradas de rodagem viáveis durante todo período de operação do sistema (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a capacidade de escoamento da produção do sistema	vistoria	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação visual/ entrevista	aponta o potencial de agregação de valores aos custos de produção devido a logística envolvida no escoamento da produção	estradas de rodagem viáveis durante o ano todo período de operação do sistema	favorável - sim não favorável - não
82	acesso a entrepostos comerciais ou central de abastecimento regional - ceasa (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a capacidade de escoamento da produção do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta o potencial de agregação de valores aos custos de produção devido a logística envolvida no escoamento da produção	acesso a entrepostos comerciais ou central de abastecimento regional - ceasa	favorável - sim não favorável - não
83	venda da produção é direto ao consumidor final (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se existe entremercados	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se a operação do sistema produz o máximo de lucro possível ao proprietário/investidor	as vendas dos produtos do sistema são realizadas aos consumidores finais	favorável - sim não favorável - não
84	existe equidade na distribuição da renda na cadeia produtiva em que o sistema se insere (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar se a cadeia produtiva em que o sistema se insere tem características sustentáveis	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	entrevista	aponta se a cadeia produtiva em que o sistema se insere tende a sustentabilidade	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	favorável - não não favorável - sim
85	mercado consumidor agrega valores monetários aos valores socioculturais do sistema (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a disposição do mercado em valorizar monetariamente as características socioculturais do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se existe o reconhecimento monetário por parte do mercado das características socioculturais dos produtos e da operação do sistema	na composição dos preços de vendas dos produtos são considerados os valores socioculturais do sistema	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
86	existe agregação de valores provenientes de certificações ou beneficiamento dos produtos do sistema (sim/não)	bacia/região hidrográfica	indicar a disposição do mercado em valorizar monetariamente as certificações ou beneficiamentos dos produtos do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se existe o reconhecimento monetário por parte do mercado das operações de certificação e beneficiamento dos produtos do sistema	na composição dos preços de vendas dos produtos são considerados as certificações e beneficiamentos do sistema	favorável - sim não favorável - não
87	operação do sistema é regulamentada por alguma legislação específica (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar se existem legislações específicas que favoreçam a regulamentação da operação do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a operação do sistema é regulamentada por legislação específica, fornecendo uma maior segurança jurídica ao proprietário/investidor	existe alguma legislação específica sobre a regulamentação do sistema que favorece a sua operação	favorável - sim não favorável - não
88	produção do sistema é regulamentada por alguma legislação específica (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar se existem legislações específicas que favoreçam a regulamentação da produção do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a produção do sistema é regulamentada por legislação específica, fornecendo uma maior segurança jurídica ao proprietário/investidor	existe alguma legislação específica sobre a regulamentação do sistema que favorece a sua a comercialização da produção	favorável - sim não favorável - não
89	existem políticas específicas para incentivo a implantação do sistema (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar se existem políticas específicas que incentivem a implantação do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a implantação do sistema é incentivada por políticas específicas, fornecendo uma maior segurança jurídica e comercial ao proprietário/investidor	existe alguma política específica que incentive a implantação do sistema	favorável - sim não favorável - não
90	existem políticas agrárias convergente com o sistema (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar se existem políticas do setor agrário convergente com a operação ou implantação do sistema	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a implantação do sistema é incentivada por políticas do setor agrário, fornecendo uma maior segurança jurídica e comercial ao proprietário/investidor	existe alguma política do setor agrário que incentive a implantação ou operação do sistema	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
91	propriedade possui Cadastro Ambiental Rural - CAR (sim/não)	propriedade	indicar se a propriedade possui CAR	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a propriedade possui o CAR, permitindo assim que o proprietário/investidor acesse políticas públicas e/ou benefícios do setor privado	propriedade possui CAR homologado	favorável - sim não favorável - não
92	propriedade possui Projeto de Adequação Ambiental - PRA (sim/não)	propriedade	indicar se a propriedade possui ou é dispensada do PRA	vistoria/entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a propriedade possui ou é dispensada do PRA, permitindo assim que o proprietário/investidor acesse políticas públicas e/ou benefícios do setor privado	propriedade possui ou é dispensada do PRA	favorável - sim não favorável - não
93	licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água (sim/não)	sistema/propriedade	indicar se a implantação ou operação do sistema necessita de licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta se a implantação ou operação do sistema necessita de licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água, instrumentos que controlam o uso adequado de seus recursos de base	a implantação ou operação do sistema necessita de licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água	favorável - sim não favorável - não
94	o sistema já encontra se regular caso necessite de licenciamento ambiental ou outorga pelo uso da água (sim/não)	sistema/propriedade	indicar se o sistema já se encontra regular quanto os instrumentos de gestão ambiental	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se o sistema está regular quanto aos instrumentos de gestão ambiental, fato que indica que os padrões de uso dos recursos naturais tendem a serem sustentáveis	sistema está regular quanto aos instrumento de gestão ambiental	favorável - sim não favorável - não

Quadro 4-7 – Sintetização da aplicação da ferramenta 5W1H nos indicadores de sustentabilidade do modelo conceitual (continuação)

id	indicador	onde? escala	o que? objetivo	quando? período para obtenção	quem? responsável pela obtenção	como? forma de obtenção	porque? finalidade	parâmetros para avaliação	interpretação da avaliação
95	existem políticas de qualquer natureza convergente com implantação e/ou operação do sistema (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar se existem políticas de qualquer natureza que incentivem a implantação e/ou a operação do sistema	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta se a implantação e/ou operação do sistema é incentivada por políticas de qualquer natureza, fornecendo uma maior segurança jurídica ao proprietário/investidor	existe alguma política de qualquer natureza que incentive a implantação e/ou operação do sistema	favorável - sim não favorável - não
96	existem políticas de qualquer natureza convergente com a comercialização dos produtos do sistema (sim/não)	sistema/propriedade/ bacia/região hidrográfica	indicar se existem políticas de qualquer natureza que favoreçam a comercialização dos produtos do sistema	atemporal	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados	aponta se a comercialização dos produtos do sistema é favorecida por políticas de qualquer natureza, fornecendo uma maior segurança comercial ao proprietário/investidor	existe alguma política de qualquer natureza que favoreça a comercialização dos produtos do sistema	favorável - sim não favorável - não
97	acesso a assistência técnica gratuita (sim/não)	sistema/propriedade	indicar se a assistência técnica disponível é gratuita	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a assistência técnica disponível é gratuita, favorecendo o acesso ao conhecimento técnico necessário para o sucesso do sistema	assistência técnica disponível é gratuita	favorável - sim não favorável - não
98	assistência técnica é especializada (sim/não)	sistema/propriedade	indicar se a assistência técnica disponível é especializada para orientação da implantação e/ou operação do sistema	entrevista	avaliador externo - gestor/pesquisador	avaliação de dados/entrevista	aponta se a assistência técnica disponível é especializada para orientar a implantação e operação do sistema, permitindo que o conhecimento técnico empregado seja mais eficiente para favorecer o sucesso do sistema	assistência técnica disponível é especializada quanto a implantação e/ou operação do sistema	favorável - sim não favorável - não

Após a sistematização e avaliação dos indicadores de sustentabilidade, observou-se que o quantitativo de indicadores relacionados às escalas de bacia, propriedade e sistemas apresentou uma distribuição equilibrada, comportando respectivamente 56, 52 e 58 indicadores de sustentabilidade.

Constatou-se que 53 indicadores, ou seja, 54% do total, podem obter seus dados a partir de “avaliações de dados”, sendo estas operações de cálculos simples, apropriação de dados pré-existentes e operações de cálculos complexos, como por exemplo: calcular a vazão de referência para um dado ponto, ou ainda, calcular a taxa interna de retorno para avaliar a rentabilidade de um dado SAF.

Outras constatações foram que 56 indicadores, ou seja, 57% do total, podem obter seus dados a partir de entrevistas e 30 indicadores, ou seja, 30% do total, podem obter seus dados a partir de avaliações visuais (vistorias). Ressalta-se que apenas 20 indicadores, ou seja, 20% do total, não estão vinculados a ações de vistorias ou entrevistas.

4.3.8 PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO

Esses procedimentos podem ser descritos para cada indicador selecionado ou para um conjunto de indicadores. Os procedimentos devem possibilitar a mensuração dos indicadores, qualitativamente e/ou quantitativamente, além de apresentar os resultados quanto a avaliação da sustentabilidade dos sistemas.

A partir da análise realizada na etapa anterior, observou-se que 77 indicadores, ou seja, 79% do total, são classificados como qualitativo. Para as avaliações qualitativas foram empregados indicadores em forma de questões, cujas repostas, dentro da dicotomia “sim” ou “não”, apontam se o indicador tende a sustentabilidade ou não. Tal tendência depende das características que pressupõem a sustentabilidade para o elemento vinculado ao indicador, ou conjunto de indicadores avaliados. Já os 21 indicadores restantes, ou seja, 21% do total, foram classificados como quali-quantitativos, os quais empregam algum tipo de cálculo atinente à mensuração do indicador, que posteriormente será parametrizado quanto à sua tendência à sustentabilidade, conforme descrições apontadas no Quadro 4-7.

Considerando as possíveis interpretações quanto as avaliações apresentadas no Quadro 4-7, cada indicador poderá apresentar dois resultados possíveis quanto a sua tendência

à sustentabilidade, podendo ser “favorável” ou “não favorável”. Após realizar as avaliações dos indicadores quanto as suas tendências à sustentabilidade, torna-se viável avaliar de forma qualitativa e sistêmica, a partir das alterações apontadas nos descritores, a tendência à sustentabilidade dos elementos significativos, das categorias significativas e das dimensões de avaliação, os quais representam os diferentes níveis de avaliação do modelo conceitual.

4.4 ETAPA 4 – APONTAMENTO DE DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DESENVOLVIDO

O modelo conceitual desenvolvido pode ser entendido como a sistematização apresentada no diagrama da Figura 4-5 (página 62), somada à matriz de avaliação dos indicadores de sustentabilidade apresentada no Quadro 4-7 (páginas 73 a 93). A partir da constituição deste ferramental, apontam-se as seguintes diretrizes para sua utilização:

1º - Embora o desenvolvimento do modelo conceitual tenha utilizado como referência prática a execução do Programa Reflorestar e a gestão Espírito-Santense dos recursos hídricos, também foi realizada uma ampla revisão de literatura sobre outros modelos para avaliação de agrossistemas, permitindo o estabelecimento de um conjunto de indicadores, passíveis de serem utilizados para avaliação qualitativa da sustentabilidade em qualquer sistema agroflorestal;

2º - O número elevado de indicadores no modelo conceitual engloba grande parte do que é possível de ser avaliado, qualitativamente, em termos de sustentabilidade em sistemas agroflorestais. Contudo, o usuário do modelo conceitual terá a possibilidade de escolher apenas os indicadores que, segundo critérios específicos e determinados de acordo com as suas próprias necessidades, sejam suficientes para a avaliação da sustentabilidade de um dado SAF, atentando-se que para cada descritor, minimamente, deverá ser apresentado pelo menos um indicador de sustentabilidade;

3º - 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. No Quadro 4-8, adiante, são apresentadas as características intrínsecas do modelo conceitual desenvolvido;

4º - Como forma de apresentar e interpretar os resultados obtidos a partir da utilização do modelo conceitual, sugere-se a utilização de um diagrama que viabilize apresentar a sistematização hierárquica proposta, no qual se possa referenciar todos indicadores sistematizados, assim como a classificação quanto sua favorabilidade à sustentabilidade. Para tanto, propõe-se a lógica apresentada no Quadro 4-9, o qual é auto-interpretativo, para classificar os resultados obtidos em todos os níveis de avaliação. Como resultado, após as avaliações e classificações, espera-se a apresentação de um diagrama conforme exemplo hipotético apresentado na Figura 4-6.

Quadro 4-8 – Características intrínsecas do modelo conceitual

Características intrínsecas aos modelos de sistematização e avaliação de SAFs	Descrição das características intrínsecas do modelo desenvolvido
Dimensões da sustentabilidade consideradas	econômica, sociocultural, ambiental e político - institucional
Período de avaliação	antes (ex-ante) ou após (ex-post) a implantação do sistema
Escala Geográfica de Avaliação	região hidrográfica, propriedade rural e sistema agrário
Participação de agentes no processo de seleção dos indicadores	Sem participação
Exposição dos resultados	geração de indicadores independentes.

Quadro 4-9 – Lógica proposta para classificação dos resultados em todos os níveis de avaliação do modelo conceitual

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” do Quadro 4-7	

Figura 4-6 – Diagrama: apresentação de resultado hipotético da aplicação do modelo conceitual



Observa-se que após a aplicação da avaliação dos indicadores propostos no modelo conceitual, torna-se possível evidenciar quais aspectos/fatores, assim como quais dimensões da sustentabilidade do SAF avaliado devem ser alvo de mais atenção.

No exemplo hipotético apresentado, observa-se que a dimensão “Sociocultural” é que requer mais esforços para tender a sustentabilidade, assim como também, observa-se que a dimensão “Econômica” é a que necessita menos esforços para atingir a classificação de sustentável, considerando as premissas do modelo conceitual desenvolvido.

Outro ponto relevante observado após a aplicação hipotética do modelo conceitual, foi a utilização de apenas duas escalas qualitativas para classificar a favorabilidade à sustentabilidade (favorável e não favorável), gerando 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.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A seguir são apresentadas as principais conclusões resultantes do desenvolvimento do trabalho, bem como as recomendações para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

5.1 CONCLUSÕES

Na literatura, acerca de indicadores de sustentabilidade para avaliação de SAFs, observa-se uma multiplicidade de possibilidades metodológicas e abordagens para tratar da temática. Esta diversidade de possibilidades, além de fornecer um amplo espectro de alternativas metodológica para estabelecimento de modelos de avaliação de sustentabilidade, também gera limitações para a replicação destas metodologias em distintas realidades, exigindo, na maioria das vezes, adaptações para adotá-las.

Os critérios propostos no Capítulo 4.2 (página 47) para definição do marco metodológico utilizado neste trabalho possibilitaram definir, mais apropriadamente, a metodologia utilizada no desenvolvimento do modelo conceitual para avaliação da favorabilidade à adoção e devida implantação de SAFs.

De forma prática, o modelo conceitual desenvolvido, a partir da metodologia proposta, propicia uma avaliação sistêmica e qualitativa da favorabilidade à sustentabilidade dos recursos e das operações referentes aos SAFs, podendo, desta forma, subsidiar o apontamento de diretrizes para aperfeiçoamento do seu emprego nas diferentes realidades das bacias/regiões hidrográficas.

Um aspecto relevante do modelo conceitual desenvolvido é a viabilidade imediata de sua operacionalização (na adoção, implementação ou monitoramento de SAFs), mesmo que de forma qualitativa, uma vez que foram propostos indicadores que necessitam, em sua maioria, apenas de avaliações visuais diretas e entrevistas para fornecer as informações necessárias para as avaliações de sustentabilidade.

Outro aspecto de destaque quanto à utilização prática do modelo conceitual desenvolvido refere-se à possibilidade de apresentação dos resultados das avaliações de forma gráfica, como à empregada na Figura 4-6 (página 97), que permite visualizar os fatores/aspectos, assim como as dimensões da sustentabilidade que requerem mais atenção dos tomadores de decisão.

Para esta primeira versão do modelo, foi proposto um amplo quantitativo de indicadores, dando a possibilidade dos avaliadores em utilizar a totalidade destes, ou optar pela definição e utilização de uma quantidade menor de indicadores, de acordo com a sua necessidade.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Apresentam-se, a seguir, algumas recomendações para o desenvolvimento de trabalhos futuros no tema SAFs no contexto da integração entre as Políticas de Recursos Hídricos e Florestal:

- A aplicação experimental do modelo conceitual proposto, ainda como etapa integrante do seu próprio processo de desenvolvimento/aperfeiçoamento, através de análises de aplicabilidade e sensibilidade dos indicadores de sustentabilidade de SAFs empregados;
- O estabelecimento de Índices de Sustentabilidade para SAFs, tomando-se por base o modelo conceitual desenvolvido e considerando, entre outras as possibilidades de aplicação, suporte a análises de favorabilidade à adoção de SAFs ou de sustentabilidade de sistemas implantados ou com potencial de implantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. D.; CORDEIRO, L. A. M.; GALERANI, P. R. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1266–1274, 2011.
- ANA. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce**. Brasília. Agência Nacional das Águas. 2013.
- AVILA, M. **Sustainability and agroforestry**. In **Viewpoints and issues on agroforestry and sustainability**. Nairobi, ICRAF. 1989.
- BACHA, C. J. C. O uso de recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras: uma visão histórica e parcial de um processo de desenvolvimento. **Estudos Econômicos**, v. 34, n. 2, p. 393–426, 2004.
- BATISTA, A. A. **Technical Note Verena Investment Tool: Valuing Reforestation whit Native Tree Species and Agroforestry Systems**. December, p. 1–48. 2017.
- BENE, J. G.; BEALL, H.W.; CÔTÉ, A. **Trees, food, and people: land management in the tropics**. International Development Research Centre. 52 p. 1977.
- BENINI, R. M.; ADEODATO, S. **Economia da restauração florestal**. São Paulo. The Nature Consevancy. 2017.
- 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.
- BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; STRASSBURG, B. B. N.; RODRIGUES, R. R. Finding the money for tropical forest restoration. **Unasyuva**, v. 63, n. 239, p. 41–50, 2012.
- BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e. VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2012.
- CAMINO, V. R; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores**. San José: Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura/Projeto, 1993.

CARVALHO, J. M.; CURI, W. W. F.; CARVALHO, K. M. A.; CURI, R. C. Proposta e validação de indicadores hidro ambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 2, 2011.

CEMIN, G.; DUCATI, J. R. Modelos Estocásticos Aplicados À Avaliação Dinâmica Da Paisagem Florestal De Remanescentes De Mata Atlântica No Município De Caxias Do Sul-Rs. **Revista Árvore**, v. 39, n. 6, p. 1019–1030, 2015.

CREWELL, A.; RIEGER, J.; MUNRO, J. **Diretrizes para desenvolver e gerenciar projetos de restauração ecológica**. p. 19. 2005.

DANIEL, O. Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais. **Revista Árvore**, v. 25, p. 123, 2000.

DHAKAL, S. **Report on Indicator related research for Kitakyushu Initiative**. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) - Ministry of the Environment, Tóquio. 2002.

ESPÍRITO SANTO. **Programa Reflorestar**. SEAMA 2018. Disponível em <<https://seama.es.gov.br/programa-reflorestar>>. Acesso em 01 jun.2019.

ESPÍRITO SANTO. **Espírito Santo anuncia adesão a desafio internacional em prol das florestas**. SEAMA 2016. Disponível em <<https://iema.es.gov.br/es-anuncia-adesao-a-desafio-internacional-em>>. Acesso em 01 jun.2019.

FASIABEN, M. C. R.; ROMEIRO, A. R.; PERES, F. C.; MAIA, A. G. Impacto econômico da reserva legal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 4, p. 1051–1096, 2011.

GIGLIO, J. N.; KOBIYAMA, M. Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras. RBRH - **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, p. 297–317, 2013.

GUERRA, S. C. S. **Subsídio ao aprimoramento do manejo da irrigação de sistemas agroflorestais em situação de escassez**. 2014. Dissertação de Mestrado. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

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

KAMMERBAUER, J. Las dimensiones de la sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. **Interciencia**. Caracas. Venezuela, 2001.

KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria, v. 13, n. 5, p. 3723–3736, 2014.

LOPES, S. B.; ALMEIDA, J. **Metodologia Para Análise Comparativa De Sustentabilidade em Sistemas Agroflorestais**. p. 1–29. 2002.

LUNDGREN, B.O.; RAIN TREE, J. B. **Sustained Agroforestry**. In: **NESTEL, Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia**, The Hague, ISNAR. 1983.

MACEDO, M. N. C. **Avaliação do programa de sistemas agroflorestais em comunidade seringueira do município de Epitaciolândia - AC.** 112 f. 2001. Tese Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2001.

MACDICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. **Agroforestry: classification and management.** New York: John Wiley & Sons, 382p. 1990.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ, S. **Sostenibilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS.** Mundi-Prensa, México. 1999.

MARTINS, T. P. **Sistemas agroflorestais como alternativa para recomposição e uso sustentável das reservas legais.** 2013. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2013.

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

MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOUREX, J.; FONSECA, G.A.B. **Hot spots revisited.** México, CEMEX, 2004. 392p. 2004.

MONTIBELLER, G. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias.** Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina-UFCS. 2004.

MORAES, M. A. **Forest Landscape Restoration in Brazil.** Brasília. UICN. 2016.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fomicultores de Agudo-RS.** 2002. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento Rural. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural, FRGS. Porto Alegre.

NEVES, P. D. M. Sistemas Agroflorestais Como Fomento Para a Segurança Alimentar E Nutricional. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 41, n. 2, p. 404–421, 2014.

PASSOS, H. D. B. **Indicadores de sustentabilidade: uma discussão teórico-metodológica aplicada a sistemas agroflorestais no Sul da Bahia.** 2008. Dissertação de Mestrado. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade de Santa Cruz, Bahia.

PAGIOLA, S.; GLEHN, H. C. VON; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil.** São Paulo. SMA/CBRN. 2013.

PENEIREIRO, F. M. **Fundamentos da agrofloresta sucessional.** Artigo apresentado no II Simpósio sobre Agroflorestas Sucessionais, em Sergipe. 2003. Disponível em: <<https://agrofloresta.net/2010/07/fundamentos-da-agrofloresta-sucessional/>> Acesso em 01 jun de 2019.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ. Instituto BioAtlântica. 2009.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente.** Tradução Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do desenvolvimento administrativo. 1993.

SALEMI, L. F.; GROppo, J. D.; TREVISAN, R.; MORAES, J. M.; LIMA, W. P.; MARTINELLI, L. A. Aspectos hidrológicos da recuperação florestal de áreas de preservação permanente ao longo dos corpos de água. **Revista do Instituto Florestal**, v. 23, n. 1, p. 69–80, 2011.

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.

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**, v. 55, n. 1, p. 9–30, 2017.

SEAMA. **Avaliação das oportunidades da restauração de paisagens e florestal para o Estado do Espírito santo.** Brasil. 2018.

SEAMA. **Atlas da mata atlântica do estado do Espírito Santo – Período 2007-2008/2012-2015.** Cariacica. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2018.

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.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista Enfermagem**. São Paulo, v. 20, n. 2, 2007.

SOARES-FILHO, B. S. **Impacto da revisão do Código Florestal: como viabilizar o grande desafio adiante? Desenvolvimento sustentável - Subsecretaria/SAE**, p. 28. 2013.

SOSSAI, M. F.; AGUIAR, M. A.; TEIXEIRA, C. P.; NOVELLI, F. Z.; CERQUEIRA, A. F.; ANHERT, F. Políticas públicas do estado do Espírito Santo para adequação ambiental e socioeconômica de propriedades rurais como estratégia de ampliação da cobertura florestal. **Informe Agropecuário**, p 7-13, 2012.

SOSMA E INPE. Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica – Período 2015 – 2016.** São Paulo. Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto de Pesquisas Espaciais. 2014.

TAMBOSI, L. R. et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151–162, 2015.

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.** 2009. Dissertação de Mestrado. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

TORQUEBIAU, E. **Sustainability indicators in agroforestry: The example of homegardens.** In **Views and issues on agroforestry ant sustainability.** Nairobi, Kenya, ICAAF. 1989.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto Das Mudanças Da Cobertura Vegetal No Escoamento: Revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, p. 135–152, 1997.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. **General Assembly Resolution 70/1, 25 September 2015**, v. 16301, p. 1–40, 2015.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. Cadernos **EBAPE.BR**, v. 2, n. 1, p. 01–14, 2004.

VIVAN, J. L. Sistemas Agroflorestais Em Rede Na Mata Atlântica. **Development**, p. 1–7, 2004.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 2005. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.

WACKERNAGEL, M.; REES, W.E. **Our ecological footprint: reducing impact on earth**. New Society, Philadelphia, 1996.

CONSIDERAÇÕES PARA SINGREH

O presente trabalho foi fundamentado na estreita relação existente, nas paisagens rurais, entre a cobertura florestal e componentes do ciclo hidrológico e, desta forma, na importância que esta temática tem dentro do planejamento e da gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas. Neste contexto, atualmente, observa-se que comumente as atividades relacionadas a manutenção ou recuperação florestal, são integrantes das ações previstas nos Planos de Recursos Hídricos, conhecidos também como Planos de Bacias, mais precisamente no rol dos projetos/programas denominados hidroambientais. E, devido à sua importância, são responsáveis por um grande dispêndio de recursos, sejam estes humanos ou financeiros. Atualmente o Espírito Santo tem estabelecido 10 Planos de Recursos Hídricos no âmbito de Comitês de Bacias Hidrográficas estaduais, num universo de 14 CBHs, fato que reafirma a importância da referida temática discutida neste trabalho no contexto da gestão Espírito-Santense dos recursos hídricos.

Um outro ponto a ser destacado nesta seção, é o fato que atualmente a recuperação florestal vem se apresentado como uma oportunidade de não somente reestabelecer padrões aceitáveis para fornecimentos de serviços ambientais, como a regularização de componentes do ciclo hidrológico (ex.: vazões), mas também de viabilizar o desenvolvimento territorial, contribuindo com a segurança alimentar, com o aumento da produtividade das propriedades rurais e com a segurança hídrica.

Neste contexto, desde 2011, o Estado do Espírito Santo criou o Programa de Aumento da Cobertura Florestal (Reflorestar) com o objetivo de “Contribuir para regularização do ciclo hidrológico, através do aumento da cobertura florestal, oportunizando a geração de renda aos proprietários rurais por meio da adoção de práticas amigáveis de uso dos solos”.

Desde sua criação, o Reflorestar envida esforços para executar suas metas transversalmente à gestão de recursos hídricos, podendo citar como exemplo a parceria do Programa com a Agência de Bacia do Rio Doce para execução do Programa de Recuperação de Nascente e Áreas de Preservação Permanente – APPs, constante no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce, o qual viabilizou a implantação de aproximadamente 1000 hectares de recuperação florestal em 500 propriedades rurais. Ainda dentro desta perspectiva da relação estratégica com os a gestão de recursos hídricos do estado, um dos fatores mais relevantes para a priorização de áreas (territórios) para atuação do Programa, é a existência de estruturas para

captação e tratamento de água para o abastecimento humano, sendo este um dos fatores mais relevantes no processo de priorização das áreas de atuação do Reflorestar.

Para os próximos 4 anos, período entre 2019 e 2022, o Reflorestar tem a meta de recuperar 10 mil hectares de cobertura florestal, principalmente em áreas estratégicas para os recursos hídricos. Para tanto, o programa subsidiará, tecnicamente e financeiramente, a adoção de cinco modalidades de aumento da cobertura florestal, tendo os Sistemas Agroflorestais – SAFs como uma das suas principais estratégias, uma vez que esta modalidade é considerada por diversos especialistas como sendo a mais sinérgica com os objetivos do desenvolvimento sustentável.

A partir desta breve contextualização, evidencia-se que a disponibilização de uma técnica capaz de auxiliar nas avaliações de favorabilidade à adoção, à devida implantação e posteriormente ao processo de monitoramento deste sistemas, se apresenta como algo estratégico para a operação do Programa por parte dos seus técnicos, assim como para a apropriação dos conhecimentos referentes aos SAFs por parte dos proprietários rurais. Cabe ressaltar que em 2016, ainda na fase de concepção deste trabalho, a referida técnica já era demandada, uma vez àquela época havia sido levantado junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) as seguintes questões centrais quanto a operacionalização do Reflorestar: a) como ampliar a adoção de SAFs no âmbito do Programa? b) como orientar a devida implantação dos SAFs? c) como avaliar o desempenho pós implantação dos Sistemas?

Em resposta à estas questões, no âmbito do Laboratório de Gestão de Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional – LabGest e do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua/UFES, iniciou-se o desenvolvimento da referida técnica, sendo a primeira etapa a proposição de um modelo de avaliação de indicadores de sustentabilidade para SAFs, os quais foram sistematizados em um modelo conceitual. Esta primeira etapa contribui com a proposição de 98 indicadores de sustentabilidade para o emprego de SAFs, especialmente no Espírito Santo, agrupados, para fins de avaliação, em quatro dimensões da sustentabilidade (ambiental, sociocultural, econômica e político-institucional). Ressalta-se que, uma busca constante durante o desenvolvimento do modelo conceitual foi a viabilização imediata da sua operacionalização, uma vez que o ProfÁgua tem como uma de suas perspectivas, desenvolver metodologias que ofereçam suporte ao SINGREH, para a devida gestão de recursos hídricos em âmbito estadual ou federal. Desta forma, a maioria dos indicadores propostos são de rápida aplicação, não onerosa, e dependente, principalmente, de avaliações realizadas em vistorias e entrevistas.

Espera-se que o modelo proposto possa contribuir diretamente para ações de recuperação florestal no Estado, especialmente aquelas atreladas a programas e projetos concernentes à gestão de recursos hídricos, vários dos quais o Reflorestar detém certo protagonismo. Tal contribuição perpassa principalmente pela melhor fundamentação e organicidade dos aspectos e fatores a serem levados em consideração na avaliação da sustentabilidade em SAFs, assim como pela exposição dos resultados e informações, em um formato de simples compreensão, para os tomadores de decisão, sejam estes gestores de projetos/programas ou técnicos responsáveis pela execução. Espera-se ainda que este ferramental, possa, de fato, contribuir para a condução dos SAFs avaliados a patamares considerados sustentáveis nas diferentes dimensões que o compõe, aumentando assim a confiabilidade dos produtores rurais nestes sistemas, permitindo o aumento de escala da sua adoção.

Por fim, registra-se que apesar dos avanços promovidos pelo presente trabalho no que tange o processo de desenvolvimento de um ferramental para tomada de decisão quanto à favorabilidade à adoção e à devida implantação de SAFs por parte dos proprietários rurais, o seu contínuo aperfeiçoamento se faz necessário, o que demandará novos estudos e pesquisas. Entre outros, àqueles que contribuam para a aplicação experimental do referido ferramental, bem como para o estabelecimento de Índice de Sustentabilidade de SAFs no contexto de integração da gestão de recursos hídricos e dos recursos florestais.