

# Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas com geração de renda

Sílvio Roberto de Lucena Tavares<sup>1</sup>

Alúcio Granato de Andrade<sup>2</sup>

Heitor Luiz da Costa Coutinho<sup>3</sup>

Resumo - A recuperação de áreas degradadas no Brasil é uma atividade relativamente recente, em que as técnicas empregadas evoluem rapidamente. Esta evolução pode ser constatada ao se analisar, em um passado próximo, que as atividades se restringiam a simples plantio de árvores (revegetação) e atualmente incluem arrojados programas de recuperação ambiental, que levam em consideração a grande biodiversidade dos ecossistemas antes residentes nas áreas. Diferentes enfoques vêm sendo considerados para o estabelecimento de modelos de recuperação de áreas degradadas. O uso de sistemas agroflorestais, como opção para recuperação dessas áreas, gerando renda desde o início de sua implantação, tende a ser uma alternativa interessante que visa à recomposição desses ambientes.

Palavras-chave: Agrossilvicultura; Análise econômica; Reabilitação.

## INTRODUÇÃO

Um estudo denominado Avaliação Global da Degradação de Solos mostrou que a área de solos degradados no planeta saltou de 6% em 1945 para 17% em 1990, e que com a manutenção dos atuais modelos de uso das terras, em 2025, cerca de 25% das terras agricultáveis estarão em estado de degradação, sendo a maior parte delas na região tropical do planeta (HANSON; CASSMAN, 1994). A perspectiva para um futuro próximo é extremamente sombria, uma vez que a população continua crescendo – previsão de 8 a 10 bilhões de pessoas em 2050 segundo Fischer e Heilig (1998) – o que, com o avanço da degradação das terras, resultará em crise de água potável e de alimentos.

Para acabar com essa espiral destrutiva, a humanidade precisa desenvolver e adotar rapidamente novos sistemas de produção que sejam adequados para as diferentes condições ambientais do planeta. E para tanto é preciso aliar produção de alimentos com a conservação e recuperação da biodiversidade, e da qualidade dos recursos solo, água e ar.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são associações de espécies agrícolas e florestais no mesmo espaço, simultaneamente ou em seqüência temporal, que vêm sendo alvo de vários estudos nos últimos anos, em especial como alternativa na recuperação de áreas degradadas.

Este artigo tem por objetivo discutir a utilização e a viabilização econômico-

financeira de se utilizar SAFs visando à recuperação de áreas de agricultura e de pastos degradadas nos trópicos.

## RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA

São inúmeras as causas de degradação. Oldeman e Lynden (1998) citam o desmatamento, o manejo inadequado da agricultura e da pecuária, a superexploração vegetal e as atividades industriais como as mais impactantes.

A recuperação de uma determinada área depende da trajetória da degradação e das conseqüências deste processo no ecossistema em questão (ARONSON et al., 1995). A longevidade e a intensidade das perturbações determinam a resiliência do ecossis-

<sup>1</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Pesq. Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1.024, CEP 22041-070 Rio de Janeiro-RJ. Correio eletrônico: stavares@cnps.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, D.Sc., Pesq. Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1.024, CEP 22041-070 Rio de Janeiro-RJ. Correio eletrônico: aluisio@cnps.embrapa.br

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Pesq. Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1.024, CEP 22041-070 Rio de Janeiro-RJ. Correio eletrônico: heitor@cnps.embrapa.br

tema. Rodrigues e Gandolfi (2000) entendem resiliência como o potencial ou capacidade de regeneração de um ecossistema após um evento impactante.

Kageyama et al. (1992) consideram área degradada aquela que, após distúrbio, teve eliminados os seus meios de regeneração natural, resultando em baixa resiliência. Em contraste, é considerada área perturbada a que sofreu distúrbio, mas manteve seus meios de regeneração biótica. Em ecossistemas degradados, a ação antrópica faz-se necessária para a recuperação deles.

A maioria dos modelos conceituais relaciona área degradada com solo degradado, e não são raros em assumir raciocínios que tratam o solo como um sistema em si, e não como parte do sistema de terra degradada. Dentre as definições de área degradada, o conceito de energia armazenada no sistema (BLUM, 1998) e a organização desta energia através dos princípios da termodinâmica (ADDISCOTT, 1995) parecem ser os que melhor explicam o estágio de degradação e a sustentabilidade de uma área.

As estratégias de recuperação são definidas de acordo com o grau de degradação no qual se encontra o ambiente e com os objetivos pretendidos. Rodrigues e Gandolfi (2000) sugerem os seguintes termos para diferenciar as formas de recuperação: restauração *stricto sensu*; restauração *lato sensu*; reabilitação e redefinição.

A restauração *stricto sensu* significa um retorno completo do ecossistema às condições preexistentes, considerando os aspectos bióticos, abióticos e a interação entre ambos. Este tipo de recuperação é praticamente inatingível por vários motivos, entre eles: as condições pós-distúrbios geralmente são tão drásticas que não permitem o retorno à condição preexistente; e restaurar um ecossistema, e conseqüentemente recuperar suas funções, é algo técnica e economicamente questionável.

A restauração *lato sensu* aplica-se a um ecossistema que foi submetido a um distúrbio não muito intenso, preservando sua resiliência. Neste caso, o ecossistema não

volta ao estado original, e sim a um estado alternativo ou intermediário.

A reabilitação considera o retorno do ecossistema a um estado biológico mais estável, mediante uma forte intervenção antrópica capaz de colocar o ecossistema numa nova trajetória, já que, sem intervenção, o ecossistema se manteria em um estado de degradação irreversível. Esse retorno pode não significar o uso produtivo da área em longo prazo.

A redefinição constitui-se numa estratégia cujo objetivo pretendido é converter um ecossistema degradado em um ecossistema com destinação ou uso distinto do ecossistema preexistente. Várias são as opções de transformação da área anteriormente degradada: reservatório hídrico, reflorestamento para produção de madeira, área agrícola ou pastagem, agrofloresta etc.

Diversos são os modelos de restauração, reabilitação ou redefinição que podem ser escolhidos ou criados com base nos conhecimentos de ecologia e silvicultura. Kageyama e Gandara (2000) citam vários modelos que poderiam ser adotados, entre eles: regeneração natural, plantio ao acaso, modelo sucessional, semeadura, reabilitação com espécies raras e comuns, restauração em ilhas etc.

Dentre as estratégias de recuperação citadas, a redefinição tende a ser a estratégia mais apropriada para as áreas rurais degradadas, já que, se forem observadas as condições reinantes no setor rural brasileiro – descapitalização dos produtores, falta de políticas efetivas para o setor, fiscalização ineficiente por parte do Estado quanto ao cumprimento da legislação ambiental em vigor etc. –, em conjunto com o quadro desolador de degradação ambiental produzida também por esse setor, induz o raciocínio elementar que só seria viável a adoção de uma estratégia que utilize técnicas simples, que não demande investimentos altos em implantação e condução, e que num curto período retorne, em parte ou totalmente, o investimento financeiro efetuado. Os sistemas agroflorestais, den-

tro dessa estratégia, são indicados para cumprir essa finalidade.

## SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Os sistemas agroflorestais representam uma denominação nova para sistemas de produção antigos, que envolvem a combinação de árvores com cultivos agrícolas e/ou animais. O termo sistemas agroflorestais refere-se a um conjunto de tecnologias e sistemas de uso da terra em que espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus etc.) são utilizadas deliberadamente numa mesma área em conjunto com cultivos agrícolas e/ou animais, dentro de um arranjo espacial e/ou seqüência temporal. Nos sistemas agroflorestais existem interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes.

Existem vários tipos de SAFs. Segundo Viana et al. (1997), os SAFs podem ser classificados em: sistemas silvipastoris (animais, árvores e arbustos), agrossilviculturais (plantas anuais e árvores ou arbustos), e agrossilvipastoris (animais, plantas anuais e árvores e arbustos). Os SAFs também podem ser classificados conforme o arranjo temporal dos seus componentes: seqüenciais (sem superposição temporal dos componentes), coincidentes (com superposição temporal completa dos componentes), e concomitantes (com sobreposição temporal parcial dos componentes). Existem também sistemas específicos como é o caso dos “quintais agroflorestais domésticos”, que podem ter grande importância econômica. Esses sistemas envolvem uma grande diversidade de espécies (existem casos com mais de cem espécies cultivadas), nativas ou exóticas, comumente encontradas nos quintais dos pequenos agricultores.

Além das classificações convencionais, existe a necessidade de separar os SAFs com diferentes níveis de insumos (fertilizantes, agrotóxicos, mecanização etc.). Existem os sistemas de baixos níveis de insumos, freqüentemente ligados às populações tradicionais (seringueiros, índios etc.) e a produtores de culturas orgânicas. As principais características desses sistemas, além do

baixo ou nenhum uso de insumos químicos e de mecanização, são a elevada densidade de espécies, a complexidade estrutural e a elevada dependência do componente arbóreo e arbustivo para a conservação dos solos e a manutenção da produtividade. Existem ainda, os sistemas de elevados insumos, freqüentemente ligados aos sistemas convencionais de produção. A principal característica é a simplicidade estrutural e o elevado valor econômico dos componentes consorciados. Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas, com geração de renda, devem ser orientados para utilização de sistemas de baixo nível de insumos, já que a realidade rural brasileira e a competitividade econômica do setor agrícola nacional não permitem a alocação de recursos financeiros mais significativos a esta atividade.

### **SISTEMA AGROFLORESTAL REGENERATIVO E ANÁLOGO (SAFRA)**

Não resta dúvida que os SAFs constituem-se em um novo paradigma científico, que surgiu para preencher a lacuna criada pela separação entre agricultura e floresta, cristalizada pelo tempo e pelas civilizações. Este novo paradigma poderia concretizar-se com a inclusão de fluxos regenerativos, intrínsecos à própria regeneração natural e sucessão de espécies, nos sistemas produtivos criados pelo homem, associando a produção de bens agrícolas, florestais e pecuários a um gradiente positivo de aproveitamento, transformação e acúmulo de energia no sistema.

Segundo Vaz (1997), as práticas de implantação e de manejo desenvolvidas no sul da Bahia pelo agricultor suíço Ernst Götsch, produzindo o que aqui chamamos Sistema Agroflorestal Regenerativo e Análogo (Saфра), caminha exatamente nesse sentido, uma vez que fundamenta-se na sucessão de espécies e nas características ecofisiológicas das plantas para guiar qualquer intervenção no sistema.

Assim como nos processos naturais de

sucessão de espécies, o Saфра tem em sua fase inicial a introdução de espécies mais rústicas, mas com o decorrer do tempo, o próprio sistema aumenta em biodiversidade, ocupação de diferentes estratos e camadas do solo, melhora o aproveitamento dos recursos naturais em geral, como água, nutrientes e luz. A metodologia de manejo em questão acelera esse processo natural, principalmente através da poda e da substituição ecofisiológica de espécies, de forma que as plantas devem ser adequadas ao sistema e ao seu estágio de complexificação, sempre desempenhando um papel na melhoria do solo e do sistema como um todo. Por isso, não há uso de insumos externos, sejam químicos ou orgânicos, já que as plantas devem estar completamente adaptadas às circunstâncias do ecossistema, como disponibilidade de nutrientes, água etc. A cada momento, as plantas que surgem espontaneamente funcionam como indicador do grau de complexidade do sistema naquele momento.

Assim, a substituição das plantas da regeneração natural por plantas ecofisiologicamente semelhantes, porém produtivas, permite a geração de renda desde o início, viabilizando a recuperação de ambientes degradados. Essas características do manejo imprimem ao Saфра uma direção totalmente oposta a dos outros sistemas de produção, sejam modernos ou tradicionais. De maneira geral, para produzir alimentos e fibras, o ser humano implanta sistemas que tendem a exaurir os solos e o ambiente. Na agricultura tradicional, usa-se o posio para promover a recuperação, pelo menos parcial, do solo. Com o manejo em questão, as condições ambientais caminham para a recuperação, produzindo simultaneamente.

O manejo proposto pelo Saфра baseia-se na sucessão natural de espécies, na complexificação do ambiente, na sintropia. Cada intervenção deve deixar um saldo positivo no balanço energético, econômico, na quantidade e na qualidade de vida consolidada no ambiente manejado.

No município fluminense de Parati, foram implantados três sistemas agroflores-

tais testando diferentes estruturas e formas de implantação (Saфра mínimo, Saфра absoluto e Saфра modificado) em parcelas experimentais de 625 m<sup>2</sup> (25 x 25 m). Esses sistemas fazem parte de experimentos montados e conduzidos pela Embrapa Solos e esses modelos agroflorestais estão sendo confrontados com o sistema de manejo adotado na região, com um fragmento florestal de aproximadamente sete anos e com uma mata do Parque Nacional da Serra do Bocaina. O objetivo da implantação desses Safras consiste da necessidade de desenvolver novos modelos de exploração agropecuária, agregando conservação ambiental com produtos agrícolas diferenciados. Como o Saфра demanda inicialmente muita mão-de-obra e grande diversidade de espécies arbóreas e herbáceas, as variantes (mínimo e modificado) surgiram da necessidade de estudar uma aplicação mais rápida e culturalmente mais adequada para produtores da região que não estão acostumados a plantar e manejar tantas espécies em conjunto no mesmo espaço físico e temporal. Em sua implantação, o projeto procurou aliar o conceito de transferência de tecnologia branda com o objetivo de, no pós-projeto, haver uma maior adoção do sistema pelo produtor e que, aos poucos, o próprio usuário da tecnologia (através da convivência e dos resultados do sistema) enriqueça e diversifique cada vez mais os seus plantios.

O Saфра absoluto ou total (Fig. 1) consiste em um experimento cujo desenho principal segue, tanto ele como os demais, uma cultura considerada carro-chefe na região de Parati, que é a banana. Como a filosofia do Saфра é de se ter densidade de plantio comercial para a maioria das culturas de expressão econômica, na medida em que o arranjo espacial permite, os espaçamentos das culturas são respeitados. Nesse tratamento, a combinação e as quantidades de espécies utilizadas respeitaram os arranjos preconizados por seus idealizadores. É de se destacar que, no Saфра absoluto, a diversidade de espécies plantadas (introduzidas) foi de no mínimo 43, mostrando o

alto nível de diversificação botânica proposto.

O Safra modificado (Fig. 1) consistiu no mesmo desenho (completo) do Safra absoluto, com apenas uma diferença: foi utilizada uma pequena adubação com composto orgânico + 50 g de termofosfato + 100 g de calcário dolomítico + 10 g de FTE BR 12 por cova das fruteiras. Os demais componentes do sistema não foram adubados. Neste tratamento, também foi dada ênfase para as espécies arbóreas difundidas pela Embrapa Agrobiologia para a recuperação de áreas degradadas, visando ser utilizadas como plantas da sucessão secundária. Todas as mudas foram inoculadas com fungos micorrízicos e rizóbios específicos. Foram utilizadas as espécies: orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*), *Albisia guachapele*, *Acacia mangium* e *Gliriccia sepium*.

O Safra mínimo (Fig. 2) constituiu na utilização apenas das espécies arbóreas do Safra absoluto, sem o plantio das culturas anuais e das culturas que visam adubação verde.

Os experimentos foram implantados em janeiro de 2000. A mão-de-obra utilizada nos respectivos Safras na implantação e nos seis manejos realizados até o final de 2002 (manejos quadrimestrais) é descrita no Quadro 1.

Percebe-se que a mão-de-obra utilizada nos manejos dos Safras absoluto e modificado praticamente é o dobro da utilizada no Safra mínimo proposto. Em relação a resultados, em dois anos de implantação dos sistemas, nota-se que não houve praticamente diferença na produtividade das culturas implantadas em relação aos Safras absoluto e modificado. No que se refere ao estabelecimento e crescimento das espé-

QUADRO 1 - Mão-de-obra utilizada nos Safras

Tipo de Safras	Implantação (H/d/ha)	Seis manejos (H/d/ha)	Total dos manejos (H/d/ha)
Mínimo	200,0	23,36	140,16
Absoluto	240,0	40,32	241,92
Modificado	256,0	41,28	247,68

FONTE: Embrapa Solos (2002).

NOTA: H/d/ha - Homem/dia/hectare.

cies arbóreas, resultados parciais mostram, de acordo com as análises estatísticas preliminares, que houve diferença significativa nos incrementos médios das espécies para os três tratamentos de Safras propostos. O Safra mínimo foi superior aos outros dois tratamentos, possivelmente por apresentar uma densidade de luz superior, proporcionada pela menor densidade inicial de plantas,

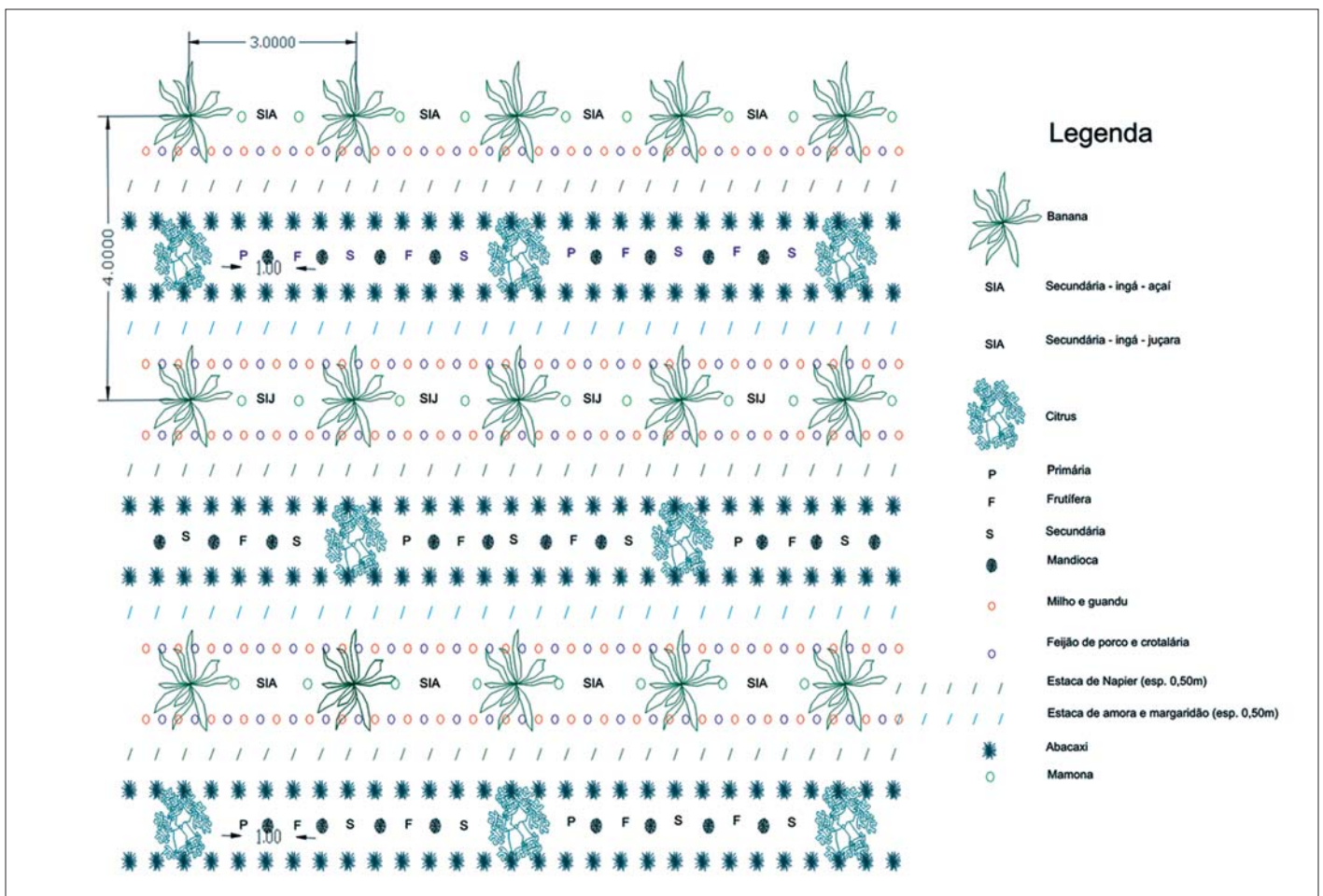


Figura 1 - Safra absoluto

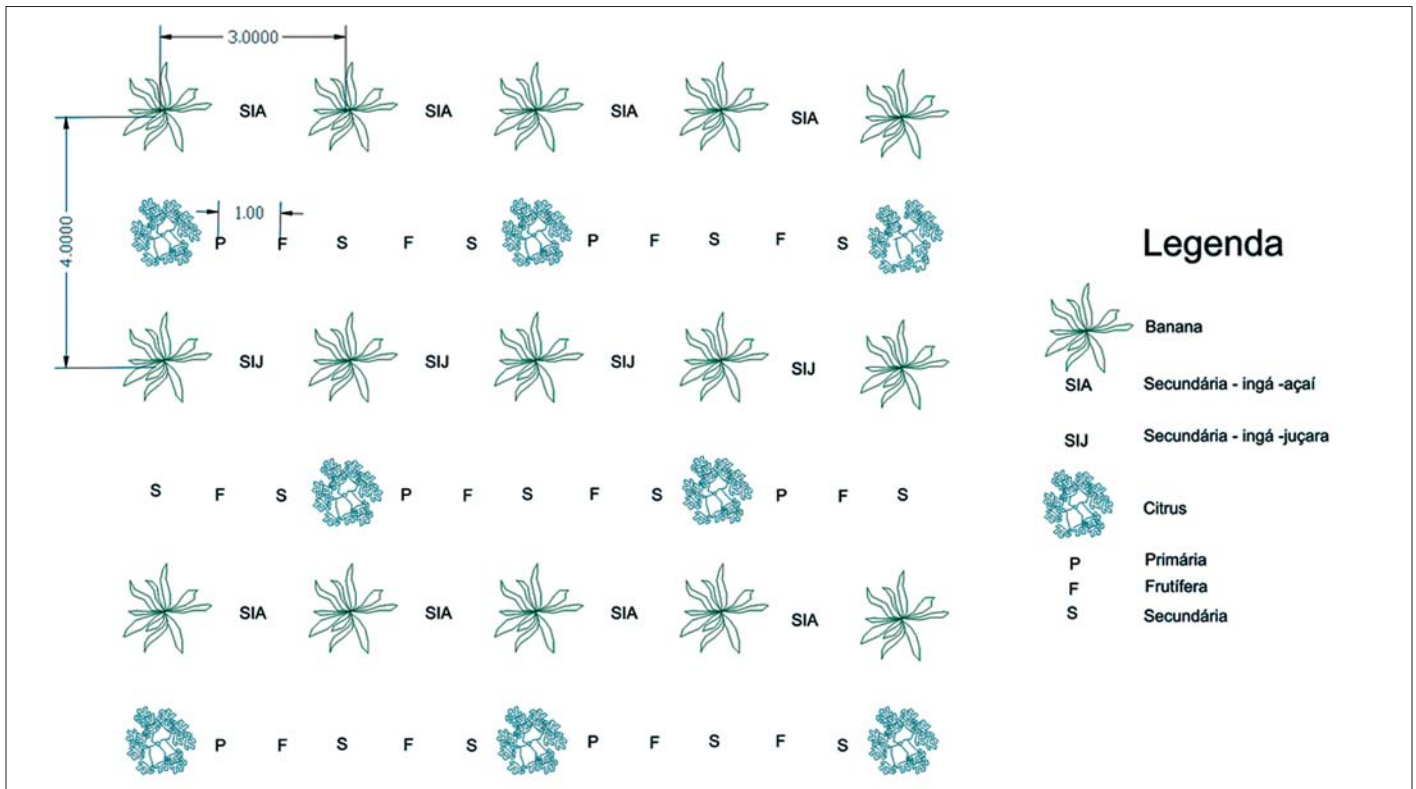


Figura 2 - Safra mínimo

no período analisado. Outro fator observado nas análises dos dados é que os grupos sucessionais, em relação aos incrementos de altura e diâmetro na altura do peito (dap), estão em consonância com as suas classificações iniciais, propostas pelo grupo executor deste trabalho. O fato é muito relevante já que, na maioria das vezes, são encontradas classificações dessas espécies nos mais variados grupos. Algumas das espécies implantadas no Safra modificado estão apresentando crescimento e ciclagem de nutrientes espetaculares em relação a outras espécies dos mesmos grupos sucessionais.

Infelizmente até o fechamento deste trabalho, ainda não estavam prontos os parâmetros de avaliação financeira das áreas em questão, mas indicações preliminares nos levam a crer que, no período inicial até o estabelecimento regular das colheitas dos componentes arbóreos (quatro a cinco anos), o Safra mínimo é o sistema que deve apresentar o maior retorno financeiro sobre o capital humano aplicado e sobre o pequeno investimento inicial em espécie que foi

utilizado para compra de mudas, sementes etc.

**OUTROS SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Estima-se que cerca de 50% dos 105 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil encontram-se degradadas ou em início de degradação, reduzindo a produção animal e aumentando os custos de produção (VILELA, 2001). Nas áreas sob cultivos agrícolas, o percentual segundo Hanson e Cassman (1994), Guerra (1999) também se aproxima deste número.

O desenvolvimento de tecnologias para recuperar áreas agrícolas e pastagens abandonadas e degradadas, através do uso de SAFs com base nas práticas de baixo uso de insumos que possam proporcionar desenvolvimento social, econômico e ecológico sustentável para o agricultor, finalmente vem crescendo no Brasil nos últimos anos.

Souza et al. (2000) avaliaram quatro modelos de SAFs implantados em 1992, em áreas de pastagens degradadas na região

de Manaus, AM, após o processo tradicional de derrubada e queima da vegetação secundária estabelecida nessas pastagens que depois de serem submetidas ao pastejo intensivo foram abandonadas ao processo de regeneração natural. Concluíram que, a partir do quarto ano, os SAFs testados apresentaram retorno econômico e que após esse período demandaram anualmente menos de 50 Homens/dia/ha. A demanda de mão-de-obra dos SAFs permite que o produtor possa realizar outras atividades produtivas na propriedade. Neste contexto, os SAFs reincorporam áreas de pastagens degradadas ao sistema produtivo, com produtividade e demanda de mão-de-obra viáveis.

Macêdo e Pereira (2000) realizaram análise financeira de três SAFs implantados em áreas degradadas abandonadas na Amazônia Ocidental, aplicando métodos tradicionais para avaliação financeira de projetos. Constataram que o item mão-de-obra tem importante participação nos custos, sendo responsável por 46%, 58% e 43% do custo total dos SAFs 1, 2 e 3, respectiva-

mente. A intensiva utilização de mão-de-obra para a realização das atividades demonstra o importante papel desses sistemas na ocupação e na fixação do homem no campo. O segundo item mais importante no custo total dos sistemas foi os fertilizantes. Para que esses SAFs apresentem baixo risco de investimento, é importante que os componentes utilizados tenham alto valor de mercado, sob pena de inviabilidade de utilização desses sistemas na região.

Pesquisas que mostrem a sustentabilidade econômico-ambiental de SAFs são fundamentais na reorientação de políticas públicas brasileiras. Souza et al. (2000) realizaram análise econômica de SAFs no Acre no projeto denominado Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (Reca), que tem como culturas carros-chefe as componentes de SAFs. Os estudos mostram que economicamente o projeto apresenta um bom modelo de uso da terra para a Amazônia, pois a rentabilidade obtida é superior à média apresentada pela agricultura tradicional desenvolvida na região. Como um dos principais resultados deste estudo, o Departamento de Economia da Universidade Federal do Acre (Ufac), subsidia atualmente a orientação de políticas públicas do governo do estado do Acre, que tem entre as atividades, o planejamento de uma agricultura alternativa, sustentada em SAFs, na formação de pólos agroflorestais.

Peneireiro et al. (2000) avaliaram a sustentabilidade de 156 SAFs no leste do estado do Acre, através da utilização de amplo questionário e levantamentos de campo, visando à estruturação de um banco de dados sobre as dimensões ambientais, sociais e econômicas da sustentabilidade desses sistemas. Concluíram que alguns sistemas foram abandonados ou não estavam apresentando resultados satisfatórios, devido principalmente a parcelas de agricultores beneficiados pelos financiamentos externos (muito dos quais a fundo perdido) que não participaram da elaboração dos projetos. Ou seja, as culturas escolhidas, os arranjos e os métodos de implantação dos SAFs não foram discutidos com os

agricultores. A assistência técnica agroflorestal aos projetos foi inexistente ou pouco qualificada, entre várias outras causas, principalmente de manejo dos sistemas (pouca diversidade de espécies, manejo da matéria orgânica etc.). Os SAFs promissores geralmente apresentavam maior diversidade de espécies, proximidade dos centros consumidores, e foram elaborados pelos próprios agricultores ou modificados conforme suas vontades e necessidades. Este estudo concluiu que os resultados negativos dos SAFs foram devido a problemas na sua base técnica e na forma como foram gerados e conduzidos. Logo, sugere-se que o planejamento dos sistemas de produção deve ser discutido com as comunidades, procurando aproximar o conhecimento científico do conhecimento tradicional, onde a valorização e a troca de experiências conduzem ao processo de construção do conhecimento. Deve-se também trabalhar a cadeia dos produtos agroflorestais, investindo no crédito, no beneficiamento e na comercialização dos produtos, melhorando a infra-estrutura de produção com escoamento e eletrificação rural. Finalmente, sugere-se ao poder público constituído oferecer condições básicas de saúde e educação para os agricultores e familiares, para que eles possam investir em sistemas de produção que demandem mais mão-de-obra como os SAFs.

Reis e Hildebrand (2000) avaliaram a viabilidade de estabelecer e manter SAFs na região de Botucatu, SP. Testando quatro diferentes modelos (Quadro 2), concluíram que apesar do custo de implantação ser alto, deve-se considerar que o SAF, além de ser uma estratégia de reabilitação com melhor qualidade ambiental, pode ter o custo de implantação pago em até dois anos com a produção agrícola. Outro fator importante a se considerar é a viabilidade de utilização de mão-de-obra familiar, que neste caso poderia ter uma redução nos custos de implantação de até 41,5% (Quadro 3). O custo de implantação desse SAF, considerando apenas os insumos a ser utilizados (esterco, mudas e sementes), ainda é demasiadamente alto para pequenos produtores (Quadro 4). O que mais contribuiu para isso foi a utilização de mudas enxertadas de ponkan, limão, caqui, amora e goiaba, que representam 45,5%, 45%, 56% e 78,2% dos custos de insumos nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Apesar do alto custo, as mudas apresentam a vantagem de produzir precocemente com aumento da produtividade. Algumas alternativas podem ser utilizadas a fim de reduzir os custos de implantação dos SAFs, como a produção de mudas enxertadas na propriedade (que requer capacitação e uma estrutura mínima) e a utilização de semeadura direta no plantio de espécies nativas, que po-

QUADRO 2 - Tratamentos utilizados nos sistemas agroflorestais

Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Cedro	Jequitibá-rosa	Copaíba	Jatobá
Café	Uvaia	Uvaia	Amora
Angico-bravo	Angico	Albisia	Ingá
Limão	Pokan	Caqui	Goiaba
Pupunha	Juçara	Pupunha	Juçara
Banana	Banana	Banana	Banana
Mandioca	Milho	Mandioca	Milho
Batata-doce	Feijão	Abobrinha	Amendoim
Feijão-guandu	Feijão-guandu	Feijão-guandu	Feijão-guandu
Leucena	Leucena	Leucena	Leucena
Feijão-de-porco	Feijão-de-porco	Feijão-de-porco	Feijão-de-porco

FONTE: Reis e Hildebrand (2000).

QUADRO 3 - Custo de implantação de um SAF: comparação entre mão-de-obra externa e mão-de-obra familiar

Tratamento	MO externa (US\$/ha)	Participação da MO no CI (%)	CI com MO familiar (US\$/ha)
T1	4.286,21	41,19	2.520,34
T2	4.362,27	41,49	2.552,30
T3	4.779,96	29,83	3.354,19
T4	4.785,00	27,96	3.477,13

FONTE: Reis e Hildebrand (2000).

NOTA: CI - Custo de implantação; MO - Mão-de-obra; 1 US\$ = R\$ 1,82.

QUADRO 4 - Custo total de implantação de um sistema agroflorestal

Tratamento	Preparo do solo (US\$/ha)	Plantios anuais (US\$/ha)	Mudas/Sementes/Insumos (US\$/ha)	Custo total (US\$/ha)
T1	1.098,04	667,83	2.520,34	4.286,21
T2	1.098,04	711,93	2.552,30	4.362,27
T3	1.098,04	327,43	3.354,19	4.779,96
T4	1.098,04	209,83	3.477,13	4.785,00

FONTE: Reis e Hildebrand (2000).

dem reduzir os custos de implantação em até 45%.

## INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Desenvolvimento sustentável talvez seja, na atualidade, um dos temas mais debatidos e estudados nos meios acadêmicos e científicos. Na verdade, não se tem um consenso quanto ao seu conceito, e inúmeras são as definições de sustentabilidade encontradas na literatura especializada. Segundo Daniel (2000), a sustentabilidade é um conceito que pode ser aplicado a qualquer atividade desenvolvida pelo homem, e sua avaliação recebe diferentes enfoques, dependendo do nível de estudo e do ambiente em questão, se urbano ou rural.

A sustentabilidade na agricultura exige manutenção de qualidade do solo, entre outros fatores (LAL, 1998). Doran e Parkin (1994) definiram qualidade do solo como “a capacidade do solo em exercer funções, nos limites do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter qualida-

de ambiental e promover a saúde de plantas e animais”. Observa-se que os sistemas de produção agrícola dominantes nos trópicos, com raras e honrosas exceções, promovem redução rápida e significativa da qualidade do solo, o que se traduz num avanço alarmante da degradação das terras, afetando não só os solos como também os recursos hídricos.

Os SAFs, especificamente, preenchem muitos requisitos de sustentabilidade, por incluírem árvores no sistema de produção agropecuária, por utilizarem recursos existentes e práticas de manejo que otimizam a produção combinada e por gerarem numerosos serviços. No entanto, embora os SAFs apresentem vantagens que superam as desvantagens, estas últimas têm gerado dificuldades na sua adoção, como é o caso do maior uso de mão-de-obra em alguns sistemas, ou o insucesso na produção de madeira, em outros. Há necessidade, portanto, de dispor de metodologias para avaliar os níveis de sustentabilidade de SAFs, o que permite a identificação da sua verdadeira vocação como agrossistemas susten-

táveis. Um dos meios mais utilizados para atingir essa meta é o uso de indicadores biofísicos e socioeconômicos, envolvendo tanto o sistema em análise quanto outros, sejam agrícolas ou não (DANIEL, 2000).

Existem hoje muitas controvérsias quanto às afirmações de que os SAFs, em geral, sejam realmente sustentáveis, sob o ponto de vista econômico, social e ambiental. Este fato, induz à necessidade de dispor de procedimentos metodológicos para avaliar os níveis de sustentabilidade dos SAFs. O uso de indicadores químicos, biofísicos e socioeconômicos é atualmente a metodologia mais utilizada para avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção em geral, pois fornece um simples meio de explicá-la e de aumentar a consciência pública para a necessidade de mudanças de comportamento diante do desenvolvimento.

Daniel (2000) desenvolveu estudos metodológicos com o objetivo de definir grupos de indicadores de sustentabilidade biofísica e socioeconômicas para SAFs na região Noroeste do estado de Minas Gerais, no qual resultou na proposição de 57 indicadores de sustentabilidade biofísica e 48 de sustentabilidade socioeconômica, concluiu que embora em primeira aproximação, em função da falta de parâmetros de comparação com outros sistemas, que pode-se considerar que o nível de sustentabilidade ambiental e socioeconômica do SAF analisado é intermediário.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Práticas de recuperação aliadas a atividades agrícolas e florestais, que possibilitam retorno econômico, podem viabilizar a adoção de programas de redefinição de áreas degradadas de maneira eficaz, gerando sistemas integrados, capazes de garantir produção e renda concomitantes à conservação dos recursos naturais.

As diversas pesquisas e ensaios realizados no Brasil obtiveram resultados importantes na diminuição do tempo e do custo de implantação de SAFs que visam à recuperação de áreas degradadas, mas ainda carece de experimentação, definição e calibração de indicadores de sustentabi-

lidade dos sistemas com relação aos seus parâmetros ambientais, físicos, químicos, biológicos, fluxo energético, sociais, culturais e econômicos.

Observa-se, no entanto, que o custo inicial (equipamentos, sementes, mudas, mão-de-obra etc.) ainda é muito elevado para a maioria dos produtores rurais brasileiros, que deveriam receber incentivos dos governos pelos benefícios ambientais e econômicos, na recuperação da paisagem degradada, principalmente pelo grande benefício que estas técnicas podem oferecer aos recursos hídricos nacionais tão ou mais degradados do que seus solos.

O Safra, apesar de utilizar grande mão-de-obra inicial e de ter um manejo mais complexo do que os demais, tende a ser o sistema ideal a ser aplicado em políticas públicas nacionais e locais, por apresentar suas características de praticamente não usar nenhum recurso de fora da propriedade agrícola, e teoricamente se mostrar como o SAF de maior retorno econômico e o mais aliado com a estrutura e funcionalidade do ambiente florestal antes existente nas regiões onde são aplicados.

## REFERÊNCIAS

- ADDISCOTT, T.M. Entropy and sustainability. *European Journal of Soil Science*, Oxford, v.48, p.161-168, 1995.
- ARONSON, J.; FLORET, C.; LE FLOC'H, E.; OVALLE, C.; PONTANIER, R. Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés em zones áridas et semi-áridas: vocabulaire et les concepts. In: PONTANIER, R.; HIRI, N.; AKRIMI, N.; ARONSON, J.; LE FLOC'H, E. *L'homme peut: il refaire ce qu'il a defait?* Paris: John Liljey Eurartext, 1995. p.11-29.
- BLUM, W.E.H. Basic concepts: degradation, resilience, and rehabilitation. In: LAL, R.; BLUM, W.H.; VALENTINE, C.; STEWART, B.A. (Ed.). *Methods of assessment fo soil degradation*. New York: CRC Press, 1998. p.1-16.
- DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais**. 2000. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: \_\_\_\_\_; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.3-21.
- EMBRAPA SOLOS. **Relatório técnico do projeto: desenvolvimento de sistemas agroflorestais para a recuperação e sustentabilidade de áreas de mata atlântica**. Rio de Janeiro, 2002. 39p.
- FISCHER, G.; HEILIG, G.K. Population momentum and the demand on land and water resources. In: GREENLAND, D.J. et al. (Ed.). **Land resources: on the edge of the malthusian precipice?** Wallingford, UK: CAB International, 1998. p.9-29.
- GUERRA, A.J.T. Apresentação. In: \_\_\_\_\_; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Ed.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1999.
- HANSON, R.G.; CASSMAN, K.G. Soil management and sustainable agriculture in the developing word. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 15., 1994, Acapulco, Mexico. **Transactions...** [s.l.]: The International Society of Soil Science, 1994. p.17-33.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP, 2000. p.249-269.
- \_\_\_\_\_; REIS, A.; CARPANEZZI, A.A. Potencialidades e restrições da regeneração artificial na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1992. p.1-7.
- LAL, R. Degradation and resilience of soils. In: GREENLAND, D.J. et al. (Ed.). **Land resources: on the edge of the malthusian precipice?** Wallingford, UK: CAB International, 1998. p.137-150.
- MACÊDO, J.L.V.; PEREIRA, M.M. Análise financeira de sistemas agroflorestais em áreas abandonadas na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p.414-415.
- OLDEMAN, L.R.; LYNDEN, G.W.J. van. Revisiting the GLASOD methodology. In: LAL, R.; BLUM, W.H.; VALENTINE, C.; STEWART, B.A. (Ed.). **Methods of assessment fo soil degradation**. New York: CRC Press, 1998. p.423-440.
- PENEIREIRO, F.M.; RODRIGUES, F.Q.; LUDEWIGS, T.; MENESES-FILHO, L.C.L.; ALMEIDA, D.A.; CRONKLETON, P.; SOUZA, A.D.; SOUZA, R.P.; BRILHANTE, N.A.; GONÇALO, E.N. Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais no leste do Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p.427-429.
- REIS, C.S.; HILDEBRAND, M.Z. Avaliação da viabilidade de implantação de sistemas agroflorestais voltados para pequenas propriedades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p.430-432.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP, 2000. p.235-247.
- SOUZA, S.G.; WANDELLI, E.V.; PERIN, R.; FERNANDES, E.C.M.; MATOS, J.C.S.; BONFIM, I.; KOKAY, M.; SILVA, R.L. Aspectos agrônômicos, silviculturais e econômicos de sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens degradadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p.331-333.
- VAZ, P. O manejo agroflorestal segundo Ernst Götsch. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Palestra técnica...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 1 CD-ROM.
- VIANA, V.M.; MATOS, J.C.S.; AMADOR, D.B. Sistemas agroflorestais e desenvolvimento rural sustentável no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Palestra técnica...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 1 CD-ROM.
- VILELA, D. Apresentação. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. da. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001.