CAPÍTULO 7

CONCEITOS E PRINCÍPIOS PRÁTICOS DA AGROFLORESTA SUCESSIONAL BIODIVERSA (AGRICULTURA SINTRÓPICA)

Lorena Abdalla de Oliveira Prata Guimarães
Guilherme Carneiro de Mendonça

1. INTRODUÇÃO

A agrofloresta sucessionalbiodiversa, também denominada de agrofloresta sucessional ou agricultura sintrópica, é um tipo de sistema agroflorestal que tem a sucessão ecológica como a mola mestra e seu manejo imita a sucessão de uma floresta nativa (PENEIREIRO, 2003). A agricultura sintrópica, nome mais popular do sistema, tornou-se mundialmente conhecida a partir de 2015, após a publicação dos vídeos "*Life in Syntropy*" e"*From Garden to Forest"* em alguns sites de compartilhamento de vídeos.

A agricultura sintrópica é uma proposta mais avançada de sistema agroflorestal, no que diz respeito à sua estruturaefunção. Os seus princípios foram construídos peloagricultor-pesquisador suíço ErnstGötsch,sendoencontradas experiências promissoras noCerrado, na Caatinga, na Mata Atlântica e na Amazônia (MICCOLIS et al., 2016). Foi apenas em 2013 que Götsch cunhou o termo "agricultura sintrópica" como título definitivo, que define um dos princípios fundamentais de sua agricultura, que visa ao balanço energético positivo, medido pelo aumento da quantidade de vida consolidada e favorecimento dos processos de sucessão (PASINI, 2017).

Uma das diferenças mais marcantes entre aagrofloresta sucessional e os sistemas convencionais de cultivo é que a primeira busca praticar uma agricultura que trabalha com processos (de vida e biogeoquímicos), e não com insumos.A intenção por trás do seu manejo é imitar o funcionamento de um ambiente submetido às dinâmicas da sucessão natural (PASINI, 2017), diferindo a agrofloresta sucessional de outros sistemas agrícolas (tanto os convencionais quanto os alternativos, incluindo a agricultura orgânica).Ao trabalhar com os processos da vida, a agrofloresta sucessional permite que as espécies com diferentes nichos, capacidades ou funções cooperem para a melhoria constante do ambiente.

No Brasil, há grande descaso e descrédito com os sistemas agroflorestais. Entre as causas, destacam-se a falta de conhecimento e os casos de insucesso - geralmente associados ao manejo inadequado do sistema. É comum o argumento de que as agroflorestas são muito boas e eficientes ambientalmente,mas não servem para "ganhar dinheiro" e alimentar a população em crescimento. Com relação à rentabilidade, sabe-se que um grande benefício das agroflorestas é a diversificação da produção. Contudo, ainda é preciso investigar as práticas de manejo que tornam o sistema mais rentável e valorar os benefícios ambientais que resultam em menor custo de produção e produtividades mais estáveis. Quanto à alimentação da população em crescimento, deve-se questionar onde está o problema: na quantidade produzida ou no acesso a alimentos de qualidade e com diversidade? Os pacotes tecnológicos atuais

garantem grandes produtividades, com recordes sendo batidos todos os anos, mas ainda há fome no Planeta.

Estudos da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2011) revelam que aproximadamente um terço dos alimentos produzidos no mundo para consumo humano (aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas) é perdido ou desperdiçado todo ano. Raízes, tubérculos, frutas e verduras são os alimentos com as maiores taxas de desperdício: quase a metade de tudo o que é produzido no mundo (45%) é desperdiçado. Obviamente, além da perda de alimentos, há também o desperdício dos recursos utilizados na produção, como terra, água, energia e insumos, além das emissões de gases de efeito estufa em vão.

Na contramão do discurso de que é preciso aumentar as produtividades para alimentar a população em crescimento, os dados apresentados por Bombardi (2017) revelam que o Brasil tem diminuído a área plantada com as principais culturas alimentares brasileiras - arroz, feijão, mandioca e trigo. Essas áreas estão dando lugar ao plantio de soja e cana-de-açúcar. Atualmente, a soma das áreas de cultivo dessas culturas alimentares é inferior àquela ocupada com cana-de-açúcar. Metade da área cultivada com soja equivale à soma das áreas de cultivo de arroz, feijão, mandioca, trigo e cana-de-açúcar.

Embora ainda não esteja amplamente difundida no meio científico, a agrofloresta sucessional tem promovido importantes mudanças nos paradigmas da agricultura brasileira desde a década de 80, quando agricultores influenciados por ErnstGötsch começaram a praticá-la e difundi-la em diversas regiões do Brasil. É interessante destacar que a popularização da agrofloresta sucessionaltem ocorrido por meio de um processo atípico: a massificação das redes sociais e a busca por sistemas produtivos mais pragmáticos, com geração de renda em curto prazo. Esse processo de popularização tem ocorrido a despeito da influência acadêmica ou do mercado.

Pouco enfoque tem sido dado à agrofloresta sucessionalno meio acadêmico e nas pesquisas, apesar da grande demanda por resultados científicos que validem os seus métodos para as diferentes condições edafoclimáticas e culturais brasileiras. As pesquisas científicas podem contribuir com ajustesno manejo das agroflorestas em função das características edafoclimáticas edas culturas de importância econômica locais e da mão de obra e tecnologias disponíveis. Há diversas lacunas do conhecimento que caracterizam um campo amplo para as pesquisas brasileiras.

Em 2016, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) iniciou uma série de estudos que visam a avaliar a qualidade ambiental e a viabilidade econômica das agroflorestas sucessionais. As pesquisas também envolvem estudos dos impactos sociais do sistema, com enfoque no problema da falta de sucessão familiar e do envelhecimento da população no meio rural. Nesse caso, estudos são realizados para compreender as mudanças nas percepções dos jovens que participam dos projetos de agrofloresta sucessionalsobre a agricultura convencional e as práticas sustentáveis. Contudo, não é objetivo deste capítulo apresentar os resultados dos projetos desenvolvidos pelo Incaper ou outras instituições. Alguns resultados, apesar de promissores, são incipientes, requerendo maior tempo de investigação e análise. Por ser um tema científico relativamente novo, neste capítulo optou-se por focar nos conceitos e práticas que regem a AS.

Portanto, o objetivo deste capítulo é apresentar os conceitos e princípios práticos que regem o arcabouço teórico da agrofloresta sucessional biodiversa (AS). O conteúdo, obviamente, não esgota as informações sobre o tema. Para mais informações acerca dos princípios filosóficos da AS, sugerem-se os trabalhos de Pasini (2017) e Rebello (2018). Sobre a vivência e prática com AS, recomendam-se os trabalhos de Corrêa Neto et al. (2016) e Miccolis et al. (2016). Há, também, diversos materiais disponíveis na internet com propostas de arranjos agroflorestais. Alguns exemplos são apresentados resumidamente no item 4 deste capítulo.

2. CONCEITOS

A AS é um tipo de sistema agroflorestal desenvolvido pelo suíço Ernst Götsch. Götsch é um agricultor e pesquisador por natureza, que migrou para o Brasil no começo da década de 80 e se estabeleceu em uma fazenda na Bahia. Desde então, vem desenvolvendo princípios e técnicas que integrama produção de alimentos à dinâmica de regeneração natural de florestas (ANDRADE; PASINI, 2014). O sistema resulta de mais de 40 anos da vivência prática de Götsch, período no qualo agricultor-pesquisador realizou centenas de experimentos de tentativa e erro até concluir o que seriam as bases da AS (PASINI, 2017).

O termo “sintropia” tem a mesma etimologia grega da palavra “entropia”. Na Termodinâmica, entropia é a medida da desordem das partículas em um sistema. O que se refere à perda de energia e à desorganização do sistema é explicado pela entropia. Um exemplo simples e claro é o derretimento de um cubo de gelo, no qual a água passa do estado sólido para o líquido. Nesse caso, o calor fornecido pelo ambiente altera as ligações entre as moléculas de água, de forma que essas moléculas passem, gradualmente, do arranjo mais ordenado e rígido do gelo para a forma mais desordenada e fluida da água. A desordem das partículas aumenta quando o gelo está derretendo (aumento da entropia); a desordem das partículas diminui quando a água passa do estado líquido para o sólido, formando o gelo (redução da entropia).

Diversos fenômenos da natureza são naturalmente irreversíveis e não retornam à sua forma ou estado inicial de maneira espontânea. Uma pedra pode, por gravidade, rolar morro abaixo espontaneamente, mas não o sobe sozinha sem que alguém ou algo a lance para cima; o perfume que evapora (após a quebra do recipiente onde ele estava contido) não retorna à sua forma líquida espontaneamente. Os processos inversos só ocorreriam, portanto, se alguma energia externa fosse fornecida. Em outras palavras, não é possível trazer o sistema de volta à sua configuração inicial sem que o meio reponha a energia dissipada inicialmente no processo de aumento da entropia.

Por outro lado, sistemas vivos evoluem para estruturas cada vez mais complexas e, consequentemente, a sua entropia diminui até determinado momento da vida. Os seres vivos habitam sistemas abertos, que permitem a troca de matéria e energia com o meio ambiente no qual estão imersos. Desse modo, os sistemas vivos são capazes de vencer a tendência do universo à entropia por meio do crescimento, da reprodução edos processos fotossintéticos, por exemplo. O aumento da organização das partículas e da energia acumulada no sistema é chamada de negentropia, entropia negativa ou, ainda, sintropia. Em suma,enquantoa entropia rege as transformações termodinâmicas que liberam energia, a sintropia

acumula e organiza energiaemsuasligaçõeseprocessos,oqueresultaem diferenciação e complexidade (PASINI, 2017).

A sintropia se relaciona diretamente com a sucessão natural e, desse modo, a AS é baseada nos processos naturais de formação das florestas. O objetivo é aproximar os sistemas agrícolas dos ecossistemas naturais. Isso só é possível com o aumento de recursos e de energia disponíveis, como o aumento da quantidade e da qualidade de vida consolidada, tanto em nível local quanto no planeta por inteiro, como Götsch costuma dizer.

Para Götsch, a Terra (ou a vida no planeta Terra) se organiza de forma análoga a um organismo vivo. Cada consórciode plantas, com suas características e funções sucessionais intrínsecas, se assemelha em funcionalidade a uma célula de um ser vivo. Ambos, consórcios de plantas e células vivas, são responsáveis tanto pela estrutura física ao longo do tempo quanto pela gestão da informação contida em seus sistemas (PASINI, 2017).

O sistema desenvolvido por Götsch, apesar de todo o arcabouço filosófico e científico, não surgiu na academia. Götsch conduz seus experimentos desvinculado deinstituiçõesformaisdepesquisa. Seutrabalhoaindaestápoucoenquadrado,mensurado ou explicado pela ciência e pela pesquisa experimental.

Alguns métodos e práticas da AS se assemelham a princípios utilizados em outros sistemas, como permacultura e agrofloresta regenerativa. Contudo, algumas práticas agrícolas habitualmente elencadas como sustentáveis são confrontadas pela AS (Tabela 1).Se por um lado a base do sucesso da AS encontra fundamento na ciência existente, o que parece ser a “invenção” e a novidade de Götschsão a sequência e o encadeamento, no tempo e no espaço, de métodos e práticas já conhecidos pela ciência e pela agricultura (PASINI, 2017). Comparações entre a AS e outros sistemas de produção, como agricultura orgânica, agricultura regenerativa, agricultura natural, agricultura biológica, sistemas agroflorestais tradicionais e biodinâmica, podem ser encontradas em Pasini (2017).

Tabela 1. Práticas agrícolas elencadas como sustentáveis e a visão da agrofloresta sucessional sobre elas

Práticas sustentáveis	Visão da agrofloresta sucessional (AS)
Uso de fertilizantes orgânicos	Em situações onde há desequilíbrio entre as condiçõesde solo e as espécies cultivadas, pode valer-se de adubação orgânica, apenas para dar um primeiro impulso na sucessão natural. Depois, o sistema deve ser apto a realizar processos que gerem um saldo suficiente para sua manutenção. A AS tendeà exclusão de adubos externos.
Distúrbio mínimo do solo	O distúrbio (preparo) do solo é a intervenção agrícola mais severa e deve ser evitada. Para isso, a AS se vale de consórcios completos e da sucessão natural para garantir ciclos de colheita ao longo do tempo de do espaço.
Irrigação mínima	Mesma lógica do uso de fertilizantes. Na AS, a irrigação deve ser mínima para que as plantas sejam estimuladas a se adaptar e prosperar naquelas condições, até que o sistema consiga tanto criar seus ciclos de água quanto reter umidade

	no solo.
Controle natural de pragas e doenças	A AS não inclui nenhum conceito relativo a pragas e doenças. Estas são vistas como indicadoras de falhasno planejamento ou manejo, que acabam levando o sistema à crise.
Rotação e consórciosde culturas e sistemas agroflorestais	O critério fundamental da AS é a sucessão natural, com inclusão de espécies de todo ciclo sucessional.

Fonte: PASINI (2017).

3. PRINCÍPIOS PRÁTICOS

3.1. ALTA BIODIVERSIDADE

A altadiversidade de espécies vegetais é umacaracterísticamarcante da AS. A escolhadas espécies que compõem o sistema segue a dinâmica e a lógica da sucessão natural, ou seja, não se trata apenas de trabalhar com rotações de culturas ou consórcios de plantas (PASINI, 2017). Os consórcios, assim como na natureza, devem ser o mais diversificado possível, contendo espécies de todas as etapas sucessionais, a caminho do clímax da vegetação natural do local (GÖTSCH, 1997). O bomfuncionamento do agroecossistema está intimamente ligado à completa composiçãodos consórcios, o que possibilita aproveitar os espaços vertical e horizontal e as interações benéficas entre as espécies.

Estudos mostram que a diversificação dos sistemas produtivos é favorável ao controle biológico natural de pragas, diminuindo as populações de insetos herbívoros, e pode dificultar a localização das plantas hospedeiras por esses insetos (RISCH et al., 1983; TOGNI et al., 2009). Os monocultivos, ao contrário, expõem as culturas na paisagem e favorecem a localização das plantas e, por isso, ocorre um rápido crescimento populacional dos insetos herbívoros, levando-as a se tornarem pragas (TOGNI et al., 2009). Risch et al. (1983) verificaram que 53% de espécies de insetos herbívoros foram menos abundantes em sistemas diversificados.

As espécies são selecionadas para cumprir diferentes funções no sistema, não apenas para o retorno econômico, como acontece nos cultivos convencionais. Algumas espécies são introduzidas para fornecer serviços ao agroecossistema, como a produção de biomassa para a cobertura e/ou adubação do solo, algo que fariam naturalmente por meio da queda de galhos e folhas, mas que é acelerado por meio do manejo (podas e desbastes). GÖTSCH cita em seu livro “Homem e natureza: cultura na agricultura”:

> *“Por exemplo, se tu queres cultivar feijão e milho, planta também a cana e umas laranjeiras, além de muitas outras espécies. Isto significa plantá-las todas juntas, ao mesmo tempo e no mesmo lugar. Nesse consórcio de milho, feijão e outras espécies, cabe ainda, por exemplo, bananeiras, capim elefante, mandioca, inhame, pimenta malagueta, sapoti, leucena, mulungu,*

> *sapucaia, mangueira e ainda pimenta do reino nas árvores altas do futuro. Cada espécie contribuirá para completar o consórcio e para que todas as outras prosperem melhor" (GÖTSCH, 1997).*

Além das espécies de valor econômico e daquelas utilizadas para as podas periódicas, algumas podem (e devem) ser introduzidas para cumprir outras funções ecológicas. Um exemplo são as espécies que fixam o nitrogênio atmosférico (N_2) por meio de associações simbióticas com bactérias, como acácia mangium, jacarandá-da-baía, gliricídia, leucena e crotalárias. Silva et al. (2004) citam que, entre os microrganismos simbióticos que fixam nitrogênio associado com raízes de plantas, destacam-seaqueles dos gêneros*Rhizobium* (coloniza nódulos de raízes de leguminosas),*Frankia* (presente em nódulos de raízes de não leguminosas) e*Azospirillum*(em grama-batatais, cana-de-açúcar, milho, arroz e sorgo)e a espécie *Azotobacterpaspali* (em grama-batatais).

Há ainda espécies que podem ser plantadas para fornecer outros serviços ao agroecossistema. Alguns exemplos são as espécies que atraem polinizadores e inimigos naturais, espécies para a produção de madeira e aquelas que repelem pragas. A laranjeira, por exemplo, além de frutos com valor econômico, suas flores são altamente atrativas para as abelhas *Apis mellifera* (SOUZA et al., 2007). Quanto às espécies madeireiras, estas podem ser introduzidas para fornecer madeiras em médio prazo, como a garapa, ou madeiras mais nobres, como ipês, mogno, jequitibá, jacarandá, cedro, peroba-rosa, jatobá e outras.

Obviamente, uma mesma espécie pode desempenhar várias funções no agroecossistema. A gliricídia, além de fixadora de N_2, exerce grande atração de polinizadores. A jaca fornece frutos, sementes, matéria orgânica e madeira para marcenaria. Espécies arbóreas, como eucalipto e acácia mangium, além da produção de biomassa para a cobertura do solo, servem para sombrear as demais espécies, como café, cacau e cupuaçu, que toleram ou preferem ambientes mais sombreados. Fato é que a utilização de alta biodiversidade aumenta as possibilidades de interações e dá a oportunidade de escolha de qual espécie permanecerá no sistema, em função da sua adaptação e dos serviços fornecidos.

Na AS, o plantio via sementes é o mais recomendado, ficando a utilização de mudas apenas para algumas espécies comerciais. Por utilizar plantios em altas densidades, o preço das mudas eleva os custos de implantação. Além disso, a liberdade de realizar as podas e os desbastes, que são práticas comuns na AS, seria limitada por causa da utilização de mudas caras. Por fim, a utilização de muitas sementes possibilita a escolha de indivíduos mais vigorosos. A jaca, o abacate, a manga e o cajá, por exemplo, podem ser semeados próximos uns aos outros e ao mesmo tempo, com mais de uma semente por espécie, possibilitando a escola dos indivíduos que ficarão no sistema.

3.2. ESTRATIFICAÇÃO

Na AS, em vez de competirem, as espécies cooperam umas com as outras, se plantadas nos seus devidos momento e espaço. O momento refere-se ao princípio da sucessão, descrito adiante. O espaço

(chamado de estrato na AS) está relacionado à demanda por luz de cada espécie em sua fase adulta, fazendo com que ela ocupe uma determinada posição nas florestas naturais.Quando respeitamos a ecofisiologia das plantas, evitamos que as mesmas entrem em estresse, o que é uma das causas para a ocorrência de doenças e pragas (REBELLO, 2018).

A estratificação, entendida como a ocupação do espaço vertical da agrofloresta, é a estratégia para eliminar a competição por luz entre as plantas. A posição vertical que cada espécie ocupa dentro de um consórcio agroflorestal é determinada com base em suas características ecofisiológicas e morfológicas, como exigência por luz, altura e ciclo de vida. Desse modo, de maneira semelhante à classificação de florestas naturais, as espécies são classificadas em estratos (andares) denominados baixo, médio, alto e emergente, sendo o último o topo da agrofloresta. É possível também aproveitar o espaço abaixo das espécies de estrato baixo, o que seria o estrato rasteiro. As agroflorestas são planejadas para se ter, em cada etapa da sua vida, plantas ocupando os diferentes estratos (PENEIREIRO, 2003).

A estratificação permite maior ocupação da área, maximizando o uso da luz solar pelas plantas e, portanto, aumentado a fotossíntese e a produção de biomassa por área. Além de eliminar a competição por luz, a estratificação favorece a cooperação entre as espécies. Aquelas que são mais exigentes por luz devem ocupar as posições superiores da agrofloresta, enquanto as que toleram ou preferem ambientes mais sombreados (estratos mais baixos) são beneficiadas pela cobertura proporcionada pelas plantas nos estratos superiores.

Os consórciosdas fases iniciais de uma agrofloresta, com seus diferentes andares de ocupação, criam as condições de sombra necessárias para as mudas jovens das árvores - estas geralmente introduzidas por sementes. Enquanto as árvores jovens se estabelecem, outros ciclos de consórcios se sucedem até que aquela árvore alcance a sua fase adulta e ocupe seu devido estrato no momento em que for chegada a fase de seu consórcioser o dominante naquela área (PASINI, 2017).

O plantio de café, limão, abacate e eucalipto exemplifica a estratificação dentro de um consórcio. Nesse caso, o café ocuparia o estrato baixo; o limão, o médio; o abacateiro, o alto; e o eucalipto, o emergente. Considerando um consórcio formado principalmente com hortaliças, alface e rúcula ocupariam o estrato baixo, brócolis ocuparia o médio, tomate e quiabo, o alto, e milho, o emergente. Em uma agrofloresta de seis meses, por exemplo, o milho ocuparia o estrato emergente, a mandioca, o estrato alto, o inhame e o jiló, o médio, e as hortaliças ocupariam o estrato baixo. Já em uma agrofloresta clímax, o abacaxi ocuparia o estrato baixo; o limão-cravo, o médio; o ingá e a jaca, o alto; e a palmeira-juçara e o jatobá, o emergente.

A experiência com a AS permitiu a Götsch propor a ocupação de cada estrato, considerando o percentual de área sombreada, de modo a garantir o acesso à luz por todos os andares do sistema ao longo do ano (Tabela 2). Além disso, foi feito um grande esforço por alguns colaboradores da AS para classificar os estratos das espécies agrícolas e florestais e disponibilizar materiais técnicos com essas informações. Uma compilação desses materiais é apresentada na Tabela 3, que traz diversas espécies utilizadas nos sistemas sintrópicos brasileiros.

Tabela 2. Percentual da área sombreada pelas espécies que compõem os estratos das agroflorestas sucessionais

Estrato	Percentual de área sombreada (ocupada) (%)
Emergente	15 – 25
Alto	30 – 40
Médio	50 – 60
Baixo	80 – 90
Rasteiro ou regeneração nova	10 – 20
Total de ocupação da área	185 – 235

Fonte: Pasini (2017).

3.3. SUCESSÃO

Na literatura da ciência florestal, existe uma tendência em se separar as espécies herbáceas das arbóreas quanto à classificação do estágio sucessional, dando especial importância às arbóreas (SILVA, 2002). Os estudos sobre sucessão ecológica classificam somente as espécies arbóreas segundo os grupos sucessionais, não incluindo espécies agrícolas domesticadas. Para Götsch, espécies pioneiras equivalem às espécies herbáceas, com todas as características atribuídas por outros autores às pioneiras, e estão incluídas como tais no processo de sucessão (SILVA, 2002). Os seres vivos,por meio de processos naturais, promovem o aumento da quantidadee da qualidade de vida consolidada (VAZ, 2017). Dessa forma, a classificação sucessional das espécies, como Götsch propõe, está relacionada à qualidade do ambiente e às funções desempenhadas pelas espécies na sucessão das agroflorestas.

Os consórcios ou grupos de plantas se sobrepõem no tempo e no espaço. Assim, um grupo dá lugar a outro quando o primeiro completa o seu ciclo de vida e isso ocorre em um processo dinâmico (GÖTSCH, 1996). A esse processo dá-se o nome de sucessão. A sucessão ocorre entre os grupos e dentro de cada grupo de espécies. Neste último caso, uma espécie completa seu ciclo e dá espaço a outra de ciclo mais longo.

Na agricultura convencional, o frequente preparo do solo (fertilização e preparo mecânico) impede o curso da sucessão vegetativa, condenandooecossistemaa permaneceremumestágioinicialdesucessão secundária (PASINI, 2017). A repetiçãodecultivosdecicloscurtos, monocultivos perenes ou mesmo alguns policultivos perenes, em uma análise análoga ao processo natural de sucessão, promove forçosamente a manutenção permanente da área em fase de clareira (etapa inicial de sucessão),quebrando os ciclos naturais necessários para o aumento decomplexidade, vida eenergia inerente ao processo sucessional, conduzindo o sistema a processos degradativos e instáveis, ou entrópicos (PASINI, 2017; VAZ, 2017)

A sucessão proposta por Götsch resume-se no estabelecimento de consórcios sucessivos e, para isso, énecessário compreender a dinâmica espacial e temporal das espécies em condições naturais. Em cada consórcio, é recomendável que sejam introduzidas plantas que pertençam aos diferentes estratos e que tenham ciclos de vida e alturas distintos. Diversas combinações de espécies podem ser utilizadas, o que

dependerá, principalmente, das demandasde mercado, da disponibilidade de mudas, sementes e mão de obra e das condições edafoclimáticas locais.

Tabela 3. Estratos propostos na agrofloresta sucessional para algumas espécies agrícolas e florestais em sua fase adulta

Estrato	Espécies
Emergente	Acácia mangium, andiroba, buriti[1/], cajá[1/], caju, cana-de-açúcar, castanha-do-pará, castanheira, cedro-australiano, cinamomo, coco, crotalária[1/], eucalipto, girassol[1/], guapuruvu, ipê, jatobá, jequitibá, palmeira-juçara[1/], mamão, milho, mogno[1/], pequi, peroba-rosa, pupunha, quiabo[1/], samaúma, tamboril
Alto	Abacate[2/], abiu[2/], açaí, acerola, ameixa vermelha, amora, araçá[2/], araribá, aroeira, banana[2/], barú, berinjela, biribá[2/], brócolis[2/], cagaita[2/], cambucá[2/], canela, caqui, cebolinha, cedro, cereja-do-rio-grande, chuchu, coentro[2/], copaíba, couve, couve-flor[2/], cupuaçu[2/], fedegozão, feijão-de-corda, feijão-guandu, figo, fruta-pão, gliricídia, goiaba, graviola[2/], guabiroba[2/], ingá, jabuticaba[2/], jaca, jacarandá, mimoso, jambo[2/], jamelão, jerivá, jiló[2/], lichia[2/], limão-taiti[2/], maçã, laranja[2/], macadâmia[2/], mandioca, manga, mangaba, manjericão, maracujá, milheto, mogno, mutamba, nêspera[2/], oliveira, pata-de-vaca, pera, pêssego[2/], pimenta dedo-de-moça, pimentão[2/], pinha[2/], pitaia, pitanga[2/], repolho, romã, sapucaia, seriguela, seringueira, sorgo, tangerina ponkan[2/], tomate[2/], videira
Médio	Abóbora[3/], abobrinha-de-tronco, alface, alho-poró, almeirão-roxo, araçá-boi, arroz[3/], batata, cabeludinha[3/], cambuci, cebola, cenoura, espinafre, feijão[3/], grumixama, ingá-de-metro, inhame[3/], limão-cravo (rosa), louro, mandioquinha-salsa, mangostão, nabo-forrageiro, pepino[3/], pimenta malagueta, rabanete, rúcula, urucum, uvaia
Baixo	Abacaxi, açafrão, agrião, amendoim, bacupari miúdo, batata-doce, cacau, café, feijão-de-porco, gengibre, hortelã, lima, melancia, melão, salsinha, taioba

[1/] Também classificada como estrato Alto ou estrato Alto para Emergente. [2/] Também classificada como estrato Médio ou estrato Médio para Alto. [3/] Também classificada como estrato Baixo ou estrato Baixo para Médio.

Pasini (2017) descreve os três momentos do percurso sucessional preconizado por Götsch, por ele denominados de Sistemasde Colonização, Sistemasde Acumulaçãoe Sistemasde Abundância. De acordo com Pasini (2017), esses sistemas se distinguem principalmente com relação às formas de vida presentes em cada um deles, aos processos predominantes em cada caso e à quantidade e distribuição de alguns nutrientes, como carbono, nitrogênio e fósforo:

Sistemas de Colonização: Não diferem do que é descrito pela ecologia como sucessão primária, na qual a rocha (substrato) é colonizada por bactérias,fungos,protozoáriose liquens, que sãoosmicrorganismos

mais abundantes do planeta e estão presentes na atmosfera, no solo, nas águas, na maioria dos organismos e também em ambientes extremos, inóspitos para outras formas de vida.Ao longo do tempo, asinteraçõesentreorganismoseambienteproduzemgrandediversidadedecompostos orgânicos,cadavezmaiscomplexoseestáveis,tantopelasassociaçõesentresiquanto pelos mineraisdisponíveis.Osprimeirossolossãoformadosna medidaemqueoambienteacumulasubstratoorgânicoemquantidadesuficienteparaque propágulos de formas mais complexas de vida consigam se estabelecer.

*Sistemas de Acumulação:*São posteriores aos Sistemas de Colonização. Os Sistemas de Acumulação acumulam carbono para chegar no ótimo de sua eficiência, mantendo níveis baixos de nitrogênio (alta relação entre carbono e nitrogênio - C/N -, que se traduz em lenta ciclagem de nutrientes) e pouca presença de fósforo disponível. Predominam as espécies com sementesmajoritariamenteortodoxas,sãohabitatsdepequenosanimaiseespécies vegetais fibrosas ricas em lignina, que não alimentam animais de médio e grande porte.

*Sistemas de Abundância (ou Escoamento):*Essa é a última fase dotrajetosucessional proposto por Götsch. Nessa fase, o ecossistema já tem capital natural acumulado suficiente para gerar excedentes. Observam-se maiores concentrações de N (baixa relação C/N, que acelera a ciclagem dos nutrientes) e P no sistema.Enquanto nos Sistemas de Acumulação o P encontra-se imobilizado por óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, nos Sistemas de Abundância ele se faz presente na forma disponível graças à atividade microbiológica. A presença de P é, portanto, um indicador de habitat de animais de médio e grande porte, pois o P abundante é indispensável para a reprodução e frutificação da vegetação e para o transporte de energia nos animais. Os Sistemas de Abundância favorecem espécies de frutos com sementesmajoritariamenterecalcitrantes,folhastenrasepresençadecicloshidrológicos completos.

No Sistema de Acumulação, temos um solo pobre em fertilidade e estrutura, ácido, com oP fixado e o Al disponível, este podendo atingir níveis tóxicos para muitas espécies. As agroflorestas precisam ser iniciadas com espécies que consigam crescer em solos pobres e ácidos, geralmente com restrições hídricas. Nessas condições, só as espécies do Sistema de Acumulação se desenvolvem bem - espécies que têm relação C/N mais alta, rústicas, com folhas mais coriáceas e que praticamente não produzem frutos para mamíferos de porte grande. Alguns exemplos sãoeucalipto,acácia mangium, embaúba, guapuruvu, margaridão, braquiárias, estilosantes efeijão-de-porco.

O destino de uma agrofloresta, independente das condições ambientais iniciais, é atingir o Sistema de Abundância. Quando iniciamos em um Sistema de Acumulação, podemos plantar espécies que seriam naturalmente da fase de Abundância, como as frutíferas comerciais. Porém, necessitamos de insumos externos (adubos, calcário, pó de rocha e outros), pois o solo e o ambiente não estãoadequados para receber essas espécies (REBELLO, 2018). Ao contrário das agriculturas convencional e orgânica, a necessidade de insumos externos na ASdiminui com o tempo e as espécies vão se sucedendo à medida que o sistema se aproxima do Sistema de Abundância (REBELLO, 2018).

É importante destacar que iniciamos aagrofloresta plantando todas as espécies de todos os Sistemas (Acumulação e Abundância) e estratos. Contudo, se osolo tiver boa fertilidade e teores de matéria orgânica, não há necessidade de plantar espécies do Sistema de Acumulação. Nesse caso, podemos iniciar

a agrofloresta com espécies do Sistema de Abundância, como cacau e café (estrato baixo), cupuaçu, citros, mangostão e pêssego (estrato médio),abacate, jaca, acerola, açaí e baru (estrato alto),cajá, castanheiras, palmeira-juçara e pupunha (estrato emergente).

Com a agrofloresta formada, não é mais possível introduzir espécies que precisam de maiores luminosidades, como milho, quiabo e hortaliças. Para produzir essas espécies, é necessário abrir clareiras na agrofloresta, da mesma forma como ocorre nas florestas (por meio de distúrbios naturais, como a queda de árvore), com a vantagem de que a qualidade e a atividade biológica do solo agora são muito superiores ao estado inicial.

3.4. COBERTURA DO SOLO

Outro princípio da AS é a contínua, abundante e permanente cobertura do solo com a poda de espécies plantadas para esse fim. Entre os possíveis benefícios do aporte de resíduos orgânicos ao solo, destacam-se a melhoria da fertilidade, dos teores de matéria orgânica e da estrutura, a redução das oscilações térmicas e da evaporação da água, o aumento da atividade microbiana e a supressão de plantas invasoras.

Pesquisas realizadas pelo Incaper indicam a melhoria da qualidade do soloem apenas 14 meses de implantação da AS, com incrementos nos teores de nutrientes e matéria orgânica, na capacidade de troca catiônica e na atividade microbiana do solo (dados não publicados). As pesquisas indicam, ainda, o potencial do sistema em aumentar as reservas de água no solo e otimizar o uso da irrigação. Utilizando apenas 40% da quantidade de aspersores utilizada no sistema convencional, os níveis de umidade do solo na AS foram similares aos níveis em áreas de monocultivo convencional de hortaliças. Isso significa uma economia de 60% da água utilizada para a irrigação de hortaliças. As pesquisas estão em fase de avaliação e comprovação, mas já indicam o grande potencial da AS em melhorar a qualidade do solo e mitigar os efeitos negativos das mudanças climáticas sobre a agricultura.

Na AS, algumas espécies são introduzidas para a produção de biomassa para cobertura e/ou adubação do solo por meio das podas. Algumas espécies utilizadas para esse fim são: bananeira,eucalipto, acácia mangium, gramíneas (capim Mombaça, por exemplo), gliricídia, ingá, jamelão, munguba ou castanha-do-maranhão, entre outras. Dependendo do nível de degradação do solo, inicia-se o sistema com espécies colonizadoras e pioneiras, mais rústicas e eficientes na ciclagem de nutrientes e que tenham maior capacidade de melhorar a qualidade do solo (GÖTSCH, 1997).

Eucalipto e acácia mangium, por exemplo, são espécies com grande capacidadedeprodução odebiomassa e *input*dematériaorgânica ao solo. Como são espécies de ecossistemas com pouca disponibilidade de água e nutrientes, se adaptam aos solos pobres e degradados, como os brasileiros (PASINI, 2017). O metabolismo rápido dessasespécies permite o processamento de grande quantidade de energia em um curto período de tempo, mesmo em condições de solos pobres. Sob o ponto de vista da quantidade de biomassaqueconseguemproduzirepelacapacidadede rebrotaremapós as podas drásticas, essas espécies não deveriam serconsideradas vilãs do meio ambiente.

Uma das maiores dificuldades no início da AS é obter biomassa em quantidade suficiente para cobrir o solo, principalmente no primeiro ano. Normalmente, na fase inicial, essa biomassa vem de áreas externas, procedimento indesejado e dispendioso. Por isso, é muito importante planejar a introdução de espécies de rápido crescimento, elevada produção de biomassa, que tolerem condições edafoclimáticas restritivas e que podem ser podadas em poucos meses. Além dos benefícios para a qualidade edáfica, as plantas de rápido crescimento podem sombrear mudas e plântulas de outras espécies, oferecendo a proteção necessária para a sua sobrevivência e estabelecimento.

As plantas utilizadas para as podas podem ser divididas em duas categorias: adubadoras ou de cobertura. As plantas adubadoras são aquelas de rápida decomposição (especialmente nas condições tropicais), de baixa relação C/N e, geralmente, fixadoras de N_2.Aportam compostos menos estáveis, atuando melhor na fertilidade dos solos.As espécies adubadoras,inclusive aquelas arbóreas,devem serplantadas de forma adensada paraque possam ser podadas, raleadas e incorporadas como matéria orgânica (MICCOLIS et al., 2016).Alguns exemplos são: gliricídia, leucena, ingá, eritrina, margaridão, crotalária, feijão-de-porco, feijão-guando e mucunas.

As espécies de cobertura são aquelas de decomposição mais lentae, nesse caso, tem-se o benefício dacobertura eda proteção à superfície do solo por mais tempo. Seus resíduos são mais lignificados, com maior relação C/N, aportando compostos mais estáveis e permanentes ao solo. Alguns exemplos de espécies para a cobertura do solo são a bananeira, o eucalipto e plantas C_4, como capins e milho.

A elevada produção de biomassa, a rápida rebrota, a rusticidadee o baixo custo de aquisição das mudas ou sementes são os principais critérios para a seleção das espécies para as podas. Eucalipto, bananeira,acácia mangiumou algumas gramíneas são os principais exemplos de espécies utilizadas para a cobertura do solo na AS. Outra possibilidade, de grande importância nas fases iniciais das agroflorestas ou para o cultivo de hortaliças (quando ainda não se dispõe de biomassa em quantidade suficiente), são os resíduos de podas urbanas, sobretudo se forem triturados.

4. EXEMPLOS DE ARRANJOS AGROFLORESTAIS

A estratificação e a sucessão devem andar juntas a todo momento nas agroflorestas. A primeira refere-se ao espaço; a segunda, ao tempo. Os arranjos agroflorestais devem ser construídos com base na disponibilidade de recursos e nas demandas locais e levando em consideração a ocupação das espécies no tempo e no espaço (vertical e horizontal). Deve-se considerar a fase da sucessão da espécie (Sistema de Acumulação ou Abundância),o seu ciclo de vida e o estrato na fase adulta. Diversos materiais com propostas de arranjos de AS já estão disponíveis na internet.

Um exemplo de planejamento da agrofloresta no tempo e no espaço são os seguintes consórcios dominantes: milho, feijão, inhame e mandioca (agrofloresta no primeiro ano); abacaxi, mamão, banana e eucalipto (1,5 ano); café, cacau, banana, citros e pupunha (5 anos); café, cacau, cupuaçu, pupunha, açaí, jaca, abacate e cedro (18 anos); café, cacau, cupuaçu, jaca, seringueira, jequitibá e copaíba (40 anos). Vale destacar que os consórcios dominantes se referem à geração de renda em cada momento da

agrofloresta, estando todas presentes nas fases iniciais, incluindo outras não mencionadas que podem ser plantadas para fornecer serviços ambientais.

É importante ressaltar a importância das espécies de ciclo curto, como as culturas alimentares e as hortaliças, na AS. Elas são responsáveis por gerar os primeiros produtos comerciais e a renda já nos primeiros meses de implantação do sistema. É possível que a ausência de culturas agrícolas de ciclo curto nas fases iniciais das agroflorestas tradicionais tenha sido uma das grandes causas da insatisfação de muitos agricultores com o sistema, especialmente aqueles de base familiar.

Na Tabela 4 é apresentado um exemplo de planejamento de arranjo agroflorestal, considerando a produção de alimentos em diferentes épocas e incluindo espécies para fins comerciais e com funções ecológicas. Na Figura 1 é exemplificado um arranjo de AS desenvolvido com sucesso no Cerradomediante manejo intensivo.

Tabela 4. Exemplo de planejamento de arranjo de agrofloresta sucessional, incluindo espécies para fins comerciais e com funções ecológicas, com base nas abordagensdasucessãoe da estratificação desenvolvidas por Ernst Götsch

Estrato	Até 6 meses	1 a 3 anos	3 a 10 anos	10 a 20 anos	20 a 50 anos	+ 50 anos
Emergente	Milho ou sorgo	Mamão	Eucalipto (mourão)	Mutamba (fruto e lenha), carvoeiro (lenha) ou cajá-mirim	Aroeira(mourão), Eucalipto(madeira) e carvoeiro (lenha)	Aroeira (madeira) ou jatobá ou ipê-roxo ou pau-rei
Alto	Feijão de corda ou caupi	Mandioca, guandu ou banana nanica	Ingá (fruto e lenha) ou banana prata	Abacate, aroeira (pimenta-rosa) (fruto), jatobá (fruto)	Manga	Copaíba
Médio	Berinjela e mudas ou sementes de árvores	Mudas de árvores	Urucum ou pitanga	Citros	Citros	Sapoti
Baixo	Abóbora e mudas ou sementes de árvores	Inhame ou gengibre e mudas de árvores	Açafrão (cúrcuma), taioba ou café	Café	Jabuticaba ou café	Jabuticaba ou café

Fonte: Miccolis et al. (2016).

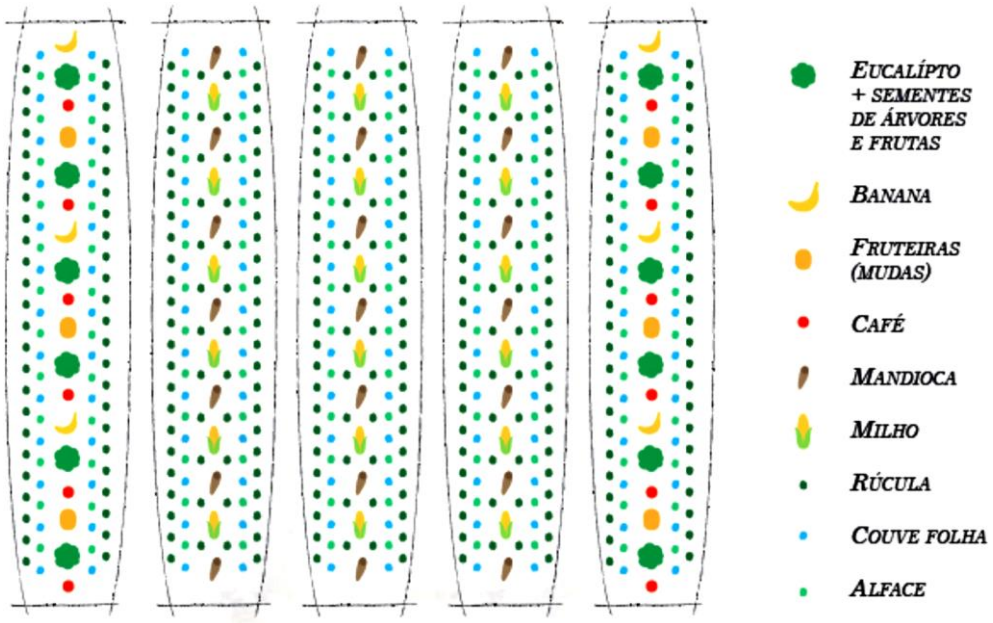

Figura 1. Exemplo de arranjo de agrofloresta sucessional para o Cerrado,medianteo manejo intensivo. Espécies plantadas no início do sistema. Fonte: Miccolis et al. (2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos sistemas agroflorestais tradicionais, muito erros são cometidos por causa da falta de manejo adequado (como podas e desbastes) e por não serem respeitadas a ecofisiologia e o momento de cada espécie, resultando em insucessos e descrédito do sistema. Na agrofloresta sucessional, esses erros são corrigidos pelos princípios da sucessão e da estratificação e fortalecidos pela alta biodiversidade.

O fato de todos os anos as lavouras convencionais necessitarem de adubações pesadas e doses cada vez maiores de agrotóxicos revela que algo está errado com a nossa agricultura. Se for considerada a ocorrência irregular das chuvas e a baixa capacidade de retenção de água dos solos agrícolas, esse quadro é ainda pior. Em vez da melhoria dos recursos naturais a cada ano, percebe-se a degradação acelerada dos mesmos, levando aos seguintes questionamentos: como será a produção de alimentos quando houver escassez energética e de adubos? Como será a qualidade dos solos agrícolas? Qual o efeito do uso massivo de pesticidas sobre os inimigos naturais, a fauna benéfica e os polinizadores? Como será a qualidade da água subterrânea, que recebe as moléculas químicas lixiviáveis de adubos solúveis e agrotóxicos? O quanto o ser humano está interferindo negativamente no ciclo da água e quais as consequências disso para a nossa sobrevivência? Quais doenças humanas poderão surgir por causa do uso de agrotóxicos pelos agricultores? Precisamos repensar a nossa agricultura, principalmente a de base familiar.

Em termos ambientais, os benefícios das agrofloresta sucessionais são inquestionáveis. Contudo, ainda há muitas dúvidas por parte dos agricultores e técnicos. Por isso, pesquisas sobre a viabilidade

econômica são de grande importância, podendo apontar como o manejo pode ser melhorado para aumentar a rentabilidade, sem comprometer os benefícios ambientais.

Por fim, vale destacar a importância da participação dos jovens, que serão os futuros agricultores, técnicos e consumidores, nas pesquisas, na construção do conhecimento sobre a agrofloresta sucessional, em mutirões agroflorestais e em outras atividades que podem motivá-los a retornar para o campo ou torná-los mais conscientes de seu importante papel neste novo tempo para a agricultura.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. V. P.; PASINI, F. S. Implantação e manejo de agroecossistema segundo os métodos da agricultura sintrópica de Ernst Götsch. **Cadernos de Agroecologia** 9: 1-12. 2014.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no brasil e conexões com a união europeia.**São Paulo: FFLCH - USP, 2016. 296p.

CORRÊA NETO, N. E.; MESSERSCHMIDT, N. M.; STEENBOCK, W.; MONNERAT, P. F. **Agroflorestando o mundo de facão a trator.** 2016. 177p.

FAO -FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global food losses and food waste:** Extent, causes and prevention. Rome: FAO, 2011. 29p.

GÖTSCH, Ernst.**Homem e natureza**: Cultura na agricultura. 2ed. Recife: Recife Gráfica Editora, 1997. 12p.

GÖTSCH, Ernst. **O Renascer da Agricultura**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996. 24p. (Cadernos de T.A.)

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; MASCIA, D. L. V.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T. **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais:**Como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: ISPN/ICRAF, 2016. 266p.

PASINI, F.S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) - UniversidadeFederaldoRiodeJaneiro, Rio de Janeiro, 2017.

PENEIREIRO, F. M. Fundamentos da agrofloresta sucessional. In: **II Simpósio de Agrofloresta Sucessional**, 2003, Aracaju. II Simpósio de Agrofloresta Sucessional. 2003.

REBELLO, J. F. S. **Princípios de agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch**. 2018. 53p.

RISCH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M. A. Agroecosystem Diversity and Pest Control: Data, Tentative Conclusions, and New Research Directions. **Environmental Entomology** 12:625-629, 1983.

SILVA, A. A. O.; FELIPE, T. A.; BACH, E. E. Ação do *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento das plantas de trigo(variedade IAC-24) e cevada (variedade CEV 95033). **ConScientiae Saúde**3: 29-35, 2004.

SILVA, P. P. V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. 98f.Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M. S. C. As abelhas como agentes polinizadores. **Revista electrónica de Veterinaria** 8: 1-7, 2007.

TOGNI, P.H.B.; FRIZZAS, M.R.; MEDEIROS, M.A.; NAKASU, E.Y.T.; PIRES, C.S.S.; SUJII, E.R. Dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomate monocultivo e consorciado com coentro sobcultivo orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira** 27:183-188, 2009.

VAZ, P. Agroflorestas, clareiras e sustentabilidade. In: CANUTO, J. C. (Ed.). **Sistemas Agroflorestais:** experiências e reflexões. Aguariúna:Embrapa Meio Ambiente, 2017.p. 189-207.