



AGRICULTURA SINTRÓPICA SEGUNDO ERNST GÖTSCH

JOSÉ FERNANDO DOS SANTOS REBELLO
DANIELA GHIRINGHELLO SAKAMOTO



An aerial photograph of a dense tropical forest. The trees are lush green, with some showing signs of being cut down or damaged. A dirt road runs horizontally across the middle of the image. In the lower-left quadrant, there is a small, simple building with a brown roof and some other structures. The overall scene suggests a rural or agricultural setting within a forested area.

AGRICULTURA SINTRÓPICA SEGUNDO ERNST GÖTSCH

JOSÉ FERNANDO DOS SANTOS REBELLO
DANIELA GHIRINGHELLO SAKAMOTO

EDITORA REVIVER - 2021

Copyright© 2021 by Reviver Editora
Todos os direitos reservados

AGRICULTURA SINTRÓPICA SEGUNDO ERNST GÖTSCH

JOSÉ FERNANDO DOS SANTOS REBELLO
DANIELA GHIRINGHELLO SAKAMOTO

Coordenação de projeto: Vinicius Biagi Antonelli, Emílio Vieira, Gabriel Mhereb e Giovanni Tabolacci
Autoria: José Fernando dos Santos Rebello e Daniela Ghiringhello Sakamoto

Diretor de Arte e Conteúdo / Projeto Gráfico: Giovanni Tabolacci **Fotos da Capa:** Iberê Périssé
Editora Executiva: Geovana Pagel **Editor Responsável e Curadoria:** Anderson Endelécio (7 Vidas)
Edição de texto / Preparação dos originais: Maria Teresa Mhereb **Revisão:** Marina Parra / Sílvia Anderson
Depto Comercial: Bianca Kian Yoshida **Produção:** Danilo Gonçalves e Guilherme Ferraz
Atendimento: Mariana Inagaki e Julia Joplin

Fotografias: Iberê Périssé / Bruno Dias / Craig Elevitch
Infografias: Giovanni Tabolacci, baseado nos trabalhos e ilustrações de Ernst Götsch, Jaqueline Orlando, Ivone Lyra e Úrsula Arztmann **Ilustração:** Beatriz Garcia, pág. 108.

Expedição à Fazenda Olhos D'Água / ARICA Cinematográfica:
Vinicius Biagi Antonelli, Enio Staub, Iberê Périssé, Alexandre Rodrigues (Xéu).
Gabriel Mhereb e José Borges Junior (INE - Instituto Nova Era).



2021 DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
(CÂMARA BRASILEIRA DO LIVRO, SP, BRASIL)

TÍTULO: AGRICULTURA SINTRÓPICA SEGUNDO ERNST GÖTSCH
AUTORES: JOSÉ FERNANDO REBELLO E DANIELA GHIRINGHELLO SAKAMOTO

EDITORIAL: EDITORA REVIVER 2021

INCLUI BIBLIOGRAFIA
ISBN 978-65-88983-03-4

1. AGRICULTURA SINTRÓPICA
2. AGROFLORESTA
3. MEIO AMBIENTE / SUSTENTABILIDADE

TODOS OS DIREITOS DE PUBLICAÇÃO À EDITORA REVIVER - WWW.REVIVER.COM.BR

O conteúdo publicado é de inteira responsabilidade de seus autores, não representando a posição oficial da editora.

EDITORA
REVIVER

A Editora Reviver tem projetos nas áreas de tecnologia, ecologia, artes, antropologia, medicina, esportes e educação. Conheça nosso catálogo: www.editorareviver.com.br

LINK PARA ACESSAR ÁLBUM
DE FOTOGRAFIAS DE VÁRIOS
TRABALHOS REALIZADOS POR ERNST
GÖTSCH OU SOB SUA ORIENTAÇÃO.

Muitas imagens não puderam ser inseridas neste livro em função de questões técnicas. A leitora e o leitor, contudo, podem acessar o site do Cepeas e consultá-las: www.cepeas.org/acervofotografico

Contato com os autores:
vidaemsintropia@gmail.com

Site criado pelos autores com mais informações sobre agricultura sintrópica: www.cepeas.org
Instagram: [cepeasorg](https://www.instagram.com/cepeasorg)
Facebook: [Cepeas](https://www.facebook.com/Cepeas)



AGRADECIMENTOS



ERNST GÖTSCH, nossa eterna gratidão por nos mostrar um caminho possível para vivermos em harmonia com a natureza. Ao Lama Padma Samten, que nos ensina como ter mais lucidez nesse caminho. Agradecemos também à Cimara Goulart, à Ilona Götsch, à Genevieve Götsch, Tankred Götsch, Mathilde Götsch, Arntraut Götsch, Dietgard Götsch e ao Antonio Rebello; aos nossos pais e familiares; aos nossos filhos, Cora, Zé Pedro e Bernardo; aos amigos Namastê Messerschmidt, Henrique Sousa, Fabiana Peneireiro, Úrsula

Arztmann, Murilo Arantes, Gustavo Lendimuth, Fernando Pospichil, Juã Pereira, Rômulo de Araújo, Patricia Vaz, Karin Ranzi, Rodrigo Junqueira, Denise Bittencourt, Gudrum Götsch, Craig Elevitch, Neil Logan, Gabriel Mhereb, Marcio Armando, Sofia Carvalho, Augusto Carvalho, Tiago Barbosa, Osvaldinho, Isaias dos Reis, Lucas Bevilaqua, Cesar Maretti, Ian Lazoski, Ray Chan, Rafael Fernandes, Bruno Dias; aos estudantes do curso de longa duração da Agenda Götsch e a todos os agrofloresteiros e agrofloresteiras de todas “etnias” do planeta. Somos muito gratos também à Maria Teresa Mhereb, responsável pela preparação e edição dos originais deste livro, por sua dedicação, competência e comprometimento com esta nobre causa, e às artistas Beatriz Garcia, Ivone Lyra e Jaqueline Orlando. Nossa eterna gratidão ao Pedro Paulo Diniz, o qual financiou e cedeu áreas da Fazenda da Toca, sua propriedade, para que Ernst idealizasse e desenvolvesse vários experimentos de sucesso, tornando-se estes um dos marcos do movimento de agricultura sintrópica, mostrando o enorme potencial dessa agricultura. Um agradecimento realmente especial e profundo ao Felipe Pasini, à Dayana Andrade e à Edmara Barbosa, que conseguiram, com sua incrível habilidade e domínio da magia do cinema, divulgar a agricultura sintrópica na “novela das nove” e aos quatro ventos; também ao Vinicius Biagi Antonelli, ao Emílio Vieira, à Editora Reviver, com os trabalhos de Giovanni Tabolacci, Geovana Pagel, Anderson Endelécio (7 Vidas), Marina Parra, Sílvia Anderson; ao Enio Staub, Iberê Périssé, Alexandre Rodrigues (Xéu), e ao Instituto Nova Era, pela parceria de todos para a publicação deste livro.

O TEMPO DE AGIR CHEGOU.

“A VIDA NÃO
TOMA POSSE
DO GLOBO PELO
COMBATE, MAS
PELO TRABALHO
EM REDE”

MARGULIS E SAGAN

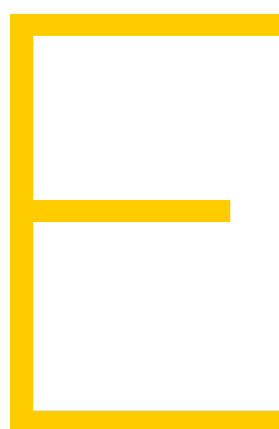
DEDICAMOS
ESTE LIVRO À
RENATE GÖTSCH.
SUAS SEMENTES
CONTINUARÃO
DANDO FRUTOS
POR MUITAS
GERAÇÕES.

SUMÁRIO

Sobre Ernst Götsch	11
Apresentação – Passos...	12
Prefácio – Assim nós ouvimos...	14
Introdução – O que é sintropia?	16
Estratégias e principais técnicas usadas na agricultura sintrópica	20
1 – Foco na fotossíntese	22
A estratificação das florestas	25
Como as doenças e o envelhecimento das plantas afetam o nosso sistema como um todo	31
Inclusão de dinâmicas do funcionamento das savanas naturais no manejo dos nossos agroecossistemas	34
2 – Dinâmicas da sucessão natural usadas como ferramentas	37
Sistemas de colonização	40
Sistemas de acumulação	41
Sistemas de abundância	45
Criando sistemas específicos para grãos e pecuária, por Ernst Götsch	54
A importância da estratificação	56
História natural do abacaxi	62
Distribuição na ocupação dos diferentes estratos	64
3 – Solos cobertos e plantios adensados	82
4 – Capina seletiva e podas	90
5 – Concentrar energia e gerar biomassa de forma eficiente	94
6 – Ecofisiologia e função ecofisiológica das plantas	95
7 – Sincronizar os plantios	96
8 – Tentar enxergar o que cada ser está fazendo de bom	98
Na natureza tudo está em equilíbrio. O caso do feijoeiro	100
Considerações finais	101
Critérios de sustentabilidade dos sistemas sintrópicos	104
Conhecendo nossas plantas	106
Espécies cultivadas e respectivos estratos	109
Glossário	114
Referências	116
Imagens Fazenda Olhos D'Água	117



SOBRE ERNST GÖTSCH



Ernst Götsch, filho de pequenos agricultores, nasceu na Suíça, em 1948. Passou a infância e a juventude no nordeste suíço, em um tempo em que os cultivos perenes tinham uma importância muito maior do que hoje no cotidiano do campo, quando ainda existiam pomares com dois ou três séculos produzindo enormes quantidades de frutos, dos mais diversificados e de melhor qualidade.

A relação com as florestas tropicais começa com sua primeira visita ao Brasil, em 1976, a convite de um pesquisador brasileiro. Na ocasião, Ernst conheceu várias regiões no Paraná, Mato Grosso, Goiás e outros estados, regiões que, naquele tempo, eram fronteiras agrícolas. O repetido processo de imensa destruição das florestas nos locais que visitou o deprimiu tanto que adoeceu e foi parar na UTI de um hospital. Assim, ele voltou para seu país completamente transformado e decidido a seguir um novo rumo em sua vida: passou a questionar o sentido do trabalho que estava fazendo naquele tempo, que incluía o melhoramento genético de plantas para a criação de genótipos resistentes a doenças, chegando à conclusão de que seria mais inteligente e eficaz trabalhar para criar condições nas quais as plantas se sentissem bem e se desenvolvessem melhor, em vez de tentar adaptá-las a condições cada vez piores de crescimento. Ernst começou, então, a fazer inúmeros e extensos experimentos no instituto onde trabalhava, entendendo, de modo cada vez mais claro, que só teríamos uma agricultura que atravessasse os séculos se reconstruíssemos os nossos agroecossistemas de acordo com o ambiente em que nossas plantas evoluíram por milhares de anos. Convicto de que este seria o caminho mais adequado, pediu demissão de seu cargo como servidor público para se dedicar plenamente à sua pesquisa.

Em 1982, mudou-se com sua família para uma fazenda de terras degradadas no sul da Bahia, onde recuperou 340 hectares de vegetação de Mata Atlântica. A partir disso, foi convidado para trabalhar com dezenas de instituições, dentro e fora do Brasil, desde associações de agricultores e cooperativas até grandes empresas brasileiras e transnacionais, sempre com o mesmo objetivo: recriar as florestas de cada lugar por onde passa. O conhecimento gerado por suas pesquisas deu origem a uma nova forma de agricultura, a qual denominou *agricultura sintrópica*. No início dos anos 2000, já era conhecido como uma das mais importantes referências em sistemas agroflorestais das Américas. Além de projetos na América Latina, Götsch também coordena iniciativas em Portugal, Itália, Espanha, Alemanha e Suíça — seu trabalho vem influenciando milhares de pessoas ao redor do mundo. Em um levantamento realizado em 2016, a jornalista Dayana Andrade apontou que os inúmeros trabalhos realizados por ele desde o início da década de 1980 já influenciaram mais de 10 mil agricultores.

Site oficial: www.agendagotsch.com
Contato: agendagotsch@gmail.com

APRESENTAÇÃO

PASSOS...

PASSOS NO APRENDIZADO. ESTE LIVRO QUER CAMINHAR JUNTO COM O LEITOR NESSA TRILHA, CONTANDO ONDE ESTAMOS E AONDE CHEGAMOS NA INTERPRETAÇÃO DE UMA OBRA MUITO MAIOR, INFINITA EM SUAS FACETAS, EM SUA DIVERSIDADE, DIMENSÃO E PROFUNDIDADE: O LIVRO DA VIDA DO NOSSO PLANETA.



Ao tentar ler esse livro tão magnífico, cada vez que nos alegramos, seguros de termos captado o conteúdo de um pequeno parágrafo, mais perguntas brotam e florescem, e aquilo que achávamos que sabíamos vai ficando cada vez menor diante do que ainda não sabemos. Mas é justamente isso que permite que um novo horizonte se anuncie pouco a pouco para nós, levando-nos muito além do que esperávamos quando começamos a leitura. Então, descobrimos que a chave para o saber não pode estar na intenção de manipular ou comandar o universo. No entanto, só nos damos conta disso depois de termos feito tantas tentativas para burlar o sistema da vida e depois que todas elas, em tão pouco tempo, revelaram-se um equívoco, quando não uma catástrofe. Afinal, o que conseguimos com setenta anos da chamada Revolução Verde foi levar os ecossistemas, um após o outro, à beira de seu colapso, exterminando ao menos uma espécie a cada dois minutos. Então, nos perguntamos: será que cometemos tantos erros porque abordamos o assunto de forma errada? Seguindo a tão conhecida máxima de Descartes *cogito, ergo sum* (“penso, logo existo”), acreditamos, nos últimos séculos, estar acima da natureza, definindo a nós mesmos, os seres humanos, como os únicos seres inteligentes.

Desse entendimento de que somos superiores e, portanto, separados do mundo natural, decorre nosso desejo de dominá-lo — um caminho que, como sabemos cada vez melhor, é o errado. É hora de alterarmos radicalmente essa concepção, de ampliarmos criticamente a máxima de Descartes rumo a um *ergo somos*, que permite que nos consideremos como *parte* de um *sistema* inteligente, no qual todos os seres que o compõem têm essa mesma característica, todos equipados e com capacidade de se comunicar entre si, formando, *em conjunto*, um grande e único macrorganismo. Nele, não impera o princípio da “esperteza”, segundo o qual cada um deve agarrar o máximo

possível para si; nele, não imperam a concorrência e a competição fria, simplesmente porque cada órgão e cada célula desse macrorganismo sabem que esse seria o caminho para seu suicídio e para a morte de todos. Assim, para que o conjunto possa prosperar, cada um de nós precisa adotar a pergunta que parece estar por trás das interações que ocorrem neste planeta desde antes da nossa existência: como posso interagir com os outros integrantes para que a minha participação se transforme num evento benéfico para todos? Nosso mundo cultural/filosófico impõe, porém, barreiras de toda ordem, para que alguém se aventure a abandonar a visão antropocêntrica, visivelmente obsoleta e até um pouco irrisória, e, no lugar dela, passe a adotar uma perspectiva biófila, ou seja, de amizade e amor pela natureza.

No entanto, a partir do momento em que descermos do “pedestal dos inteligentes”, artificialmente erguido por nós mesmos, tiraremos o maior empecilho que criamos para aprender, entender e falar a língua comum a todos os seres. Tudo ficará mais fácil: enxergaremos que não devemos dividir o mundo entre “bem e mal”. Cada espécie existente aqui cumpre sua função, agindo em seu “departamento” para o bem comum de todos, isto é, para a otimização do funcionamento dos processos de vida e do macrorganismo Terra. Torço para que este livro leve seus leitores a tentar acessar a verdadeira *internet*, a rede comum que todos os seres — com exceção da grande maioria dos integrantes da nossa espécie — usam para se comunicar. Essa rede é de acesso livre, não sofre censura e funciona com o mero uso dos sentidos que recebemos ao nascer e que temos em comum com todos os demais integrantes do globo. Se este pequeno grande livro de Daniela Sakamoto e José Fernando Rebello conseguir abrir ao menos uma janela para vislumbrar tudo isso, seu imenso trabalho estará gratificado.

Ernst Götsch — Fazenda Olhos D’Água, Primavera de 2020.

ASSIM NÓS OUVIMOS...

Conhecemos Ernst Götsch em 1995, quando ainda éramos estudantes de Agronomia. Sua palestra na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP) foi a tal ponto impactante que mudou o rumo de nossas vidas. Seu conhecimento sobre como a natureza funciona é tão profundo que, até hoje, sempre que o encontramos, temos a sensação de estarmos ainda na primeira aula. Este livro, baseado inteiramente nos ensinamentos de Ernst Götsch, foi escrito por pessoas apaixonadas pela natureza, apaixonadas pelo planeta Terra, pessoas que acreditam que vale a pena buscar fazer o melhor para cuidar dele. É urgente a necessidade de divulgar um sistema de produção que, ao mesmo tempo em que produz toneladas de alimentos saudáveis e saborosos, recupera áreas degradadas, devolve águas a nascentes perdidas e traz de volta nossas florestas, as quais nos empurraram para esta empreitada. O livro, no entanto, está longe de ser um guia definitivo sobre agricultura sintrópica, pois o conhecimento sobre ela é tão dinâmico quanto os agroecossistemas criados por Ernst Götsch. Entendemos que o papel não deve congelar os conceitos, já que, a cada dia, seu criador aperfeiçoa os métodos e a interpretação sobre como a natureza funciona.

O conhecimento, assim como a vida, carrega essa impermanência, por isso temos que estar com o espírito sempre aberto e desarmado para entender o movimento constante de ambos. O ouvir verdadeiro implica uma concentração enorme, algo que, confessamos, nem sempre conseguimos. Se acertamos, os louros cabem sem dúvida a Ernst Götsch; se erramos na interpretação dos conceitos, foi assim que os entendemos.

Todas as imagens, gráficos e desenhos inseridos neste livro são cópias dos desenhos originais propostos por Ernst Götsch em muitas das aulas que assistimos nos últimos 25 anos e que sempre estão mudando, em um aprimoramento constante da arte de colher o sol. Se a humanidade conseguir criar sistemas de produção de alimentos realmente sustentáveis, superando os obstáculos criados por ela própria, não temos dúvidas de que esse caminho encontrará em algum momento a agricultura sintrópica criada por Ernst Götsch.

José Fernando dos Santos Rebello
Daniela Ghiringhello Sakamoto

Margaridão (*Tithonia diversifolia*), planta muito usada como produtora de biomassa, crescendo muito rápido na estação chuvosa.



O QUE É SINTROPIA?

A grande contribuição que Ernst nos dá é ter desvendado e realizado uma sistematização dos princípios por meio dos quais a natureza trabalha. Ernst nos proporciona uma alfabetização ecológica, termo de Fritjof Capra, que significa a compreensão dos princípios de organização que os ecossistemas desenvolveram para sustentar a vida — o caminho para a sustentabilidade. De modo simplificado, a **sintropia**⁶ refere-se à organização das partículas de um dado sistema. Enquanto a entropia⁶ é a medida da desordem

e da imprevisibilidade, a sintropia é a função que representa o grau de *ordem e previsibilidade* existente nesse sistema. Assim, o princípio da sintropia é o que explica a *preservação de sua existência*, apesar de a entropia também estar sempre presente nele. A tabela na pág. 18 nos dá uma ideia precisa sobre a capacidade que a vida tem de manter a estabilidade deste macrorganismo conhecido como Terra, realizando suas funções adequadamente para seu próprio equilíbrio, fenômeno conhecido na fisiologia animal como **homeostase**⁶. Graças ao surgimento da vida, há cerca de 3,5 bilhões de



Imagem 1

O bioma da Mata Atlântica originalmente cobria mais de 1 milhão de km² na costa do Brasil. É possível devolver as florestas a esse bioma, prova disso é esta imagem, com florestas plantadas por Ernst Götsch no sul da Bahia, na Fazenda Olhos D'Água.

anos, e por meio da sintropia, a energia do Sol foi se complexificando, transformando-se e armazenando-se nas mais diferentes formas de vida, formando uma complexa rede viva. Há milhares de anos, no entanto, os seres humanos vêm causando distúrbios ecológicos em muitos lugares do planeta. Onde essa perturbação permaneceu dentro de limites aceitáveis, a rede voltou a estabelecer suas conexões, a vida refloresceu, como a regeneração de um pequeno corte em nossa pele. Porém, nos locais em que nossas intervenções foram maiores do que a capacidade de autorregeneração do

planeta, a natureza por si só não conseguiu voltar à estabilidade anterior: ao longo da história humana, civilizações inteiras desapareceram e enormes desertos surgiram.

• **Sintropia:** Refere-se à organização das partículas de um dado sistema. É a função que representa o grau de ordem e de previsibilidade existente nesse sistema. Quando o sistema vai do simples para o complexo, convergindo e concentrando a energia, trata-se de um sistema sintrópico.

• **Homeostase:** Capacidade que um organismo tem de controlar a sua composição química e o seu estado físico, de forma a se manter sempre em boas condições, mesmo quando o ambiente externo se altera.



INTRODUÇÃO

GÁS	PLANETA			
	VÊNUS	TERRA SEM VIDA	MARTE	TERRA ATUALMENTE
DIÓXIDO DE CARBONO	98%	98%	95%	0,03%
NITROGÊNIO	1,9%	1,9%	2,7%	78%
OXIGÊNIO	TRAÇOS	TRAÇOS	0,13%	21%
ARGÔNIO	0,1%	0,1%	2%	1%
TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE (OC)	447	290 + -50	-53	13
PRESSÃO TOTAL (BAR)	90	60	0,0064	1,0

Fonte: Extraído do livro *Gaia: um novo olhar sobre a vida na Terra* (1995), de James Lovelock.

Contudo, se entendermos que a vida no planeta é regida pelos princípios sintrópicos, podemos empregá-los para devolver vida a áreas degradadas e transformar desertos em florestas novamente. Nos capítulos seguintes, os princípios e técnicas propostos por Ernst Götsch são colocados em uma sequência apenas para facilitar a leitura.

Eles não estão em uma hierarquia de importância, todos são fundamentais e devem estar presentes sempre ao mesmo tempo para o sucesso de nossos plantios. A melhor imagem da relação entre eles seria a de uma rede, na qual todos estão interconectados e são interdependentes. Quando implantamos um sistema sintrópico, a ausência de um dos princípios enfraquece essa rede, é como um buraco por onde pode escapar a energia que complexifica a vida. Se

a energia que poderia ser armazenada em nosso sistema é perdida, isso se reflete na qualidade de nossos plantios. Surgimento de ervas de ciclo curto, “plantas invasoras” (de sistemas de sucessão anteriores), ausência de estratos, plantas envelhecidas, doenças, explosão de insetos e baixa produção são apenas os sintomas da não aplicação completa de todas as técnicas necessárias. Por isso, muitas vezes, para entender uma técnica, fazemos referência a outra, já que todas estão como que fundidas em um **amálgama**⁶.

• **Amálgama:** Fusão (ou mistura) de coisas ou pessoas, formando um todo.

Céu de julho de 2020 no Centro de Pesquisa em Agricultura Sintrópica – Cepeas, Chapada dos Veadeiros (GO).

O QUE É SINTROPIA?

Ernst Götsch escolheu o termo “sintropia” por ter a mesma etimologia grega da palavra “entropia”, deixando clara, desde o início, sua relação dialética. Estamos mais familiarizados com o conceito de entropia, que, dentro da termodinâmica, se refere à função relacionada à desordem de um dado sistema, associada com a degradação de energia. Tudo o que se refere ao consumo e à degradação de energia é, portanto, explicado pela Lei da Entropia. Por outro lado, os sistemas vivos possuem a

capacidade de vencer a tendência à entropia por meio do crescimento e da reprodução, por exemplo. Mais evidente ainda é a tendência dos sistemas naturais de evoluir no sentido de estruturas de organização, cada vez mais complexas. Em um *macroorganismo*⁶, os participantes agem de forma sinérgica⁶ e, por meio de seu metabolismo, realizam a tarefa de otimizar os processos de vida, aumentando a organização e a complexidade do sistema como um todo. A tradução dessa lógica para os sistemas

agrícolas produtivos é o que faz a agricultura sintrópica ser uma agricultura de informação e processos, não de insumos. O resultado disso se manifesta na forma de aumento de recursos e de energia disponível ou, como Ernst Götsch costuma dizer:

“No aumento da quantidade e da qualidade de vida consolidada, tanto no sublocal de nossa interação quanto no planeta por inteiro”.

Adaptado de Dayana V. P. Andrade, *Agricultura, meio ambiente e sociedade: um estudo sobre a adotabilidade da agricultura sintrópica* (2019).

• **Macroorganismo:** Qualquer organismo animal ou vegetal cujas dimensões são visíveis a olho nu. O próprio planeta Terra é considerado um macroorganismo, na medida em que é um sistema vivo e auto-organizado, uma unidade composta pelos inúmeros sistemas físico-químico-biológicos.

ESTRATÉGIAS E PRINCIPAIS TÉCNICAS USADAS NA AGRICULTURA SINTRÓPICA

Antes de entrarmos nas técnicas da agricultura sintrópica, vamos nos debruçar um pouco mais sobre a importância do termo sintropia. Por que Ernst Götsch abandonou o termo “agrofloresta” e adotou “agricultura sintrópica”?



Com o passar do tempo, e aprofundando cada vez mais seus conhecimentos sobre como as florestas funcionam e sobre como ocorre a sucessão natural em florestas secundárias e primárias, Ernst percebeu que já não era suficiente denominar seus sistemas apenas com os termos usuais que muitos empregam quando misturam árvores nativas ou exóticas com culturas anuais ou frutíferas, pois dentro do termo **agrofloresta**⁶ cabem muitos modelos, como, por exemplo, o consórcio de pinus e laranja, de eucalipto com banana e citrus, linhas de árvores com entrelinhas de grãos etc.

Esses sistemas podem ser sustentáveis, mas podem também gerar, ao longo do tempo, um saldo energeticamente negativo. Ou seja, é possível ter sistemas que têm a aparência de florestas, mas que carecem da dinâmica da sucessão natural que os levará até a fitofisionomia de florestas primárias, semelhantes em sua forma e função aos ecossistemas originais do lugar onde se encontram. Essa talvez seja a linha divisória

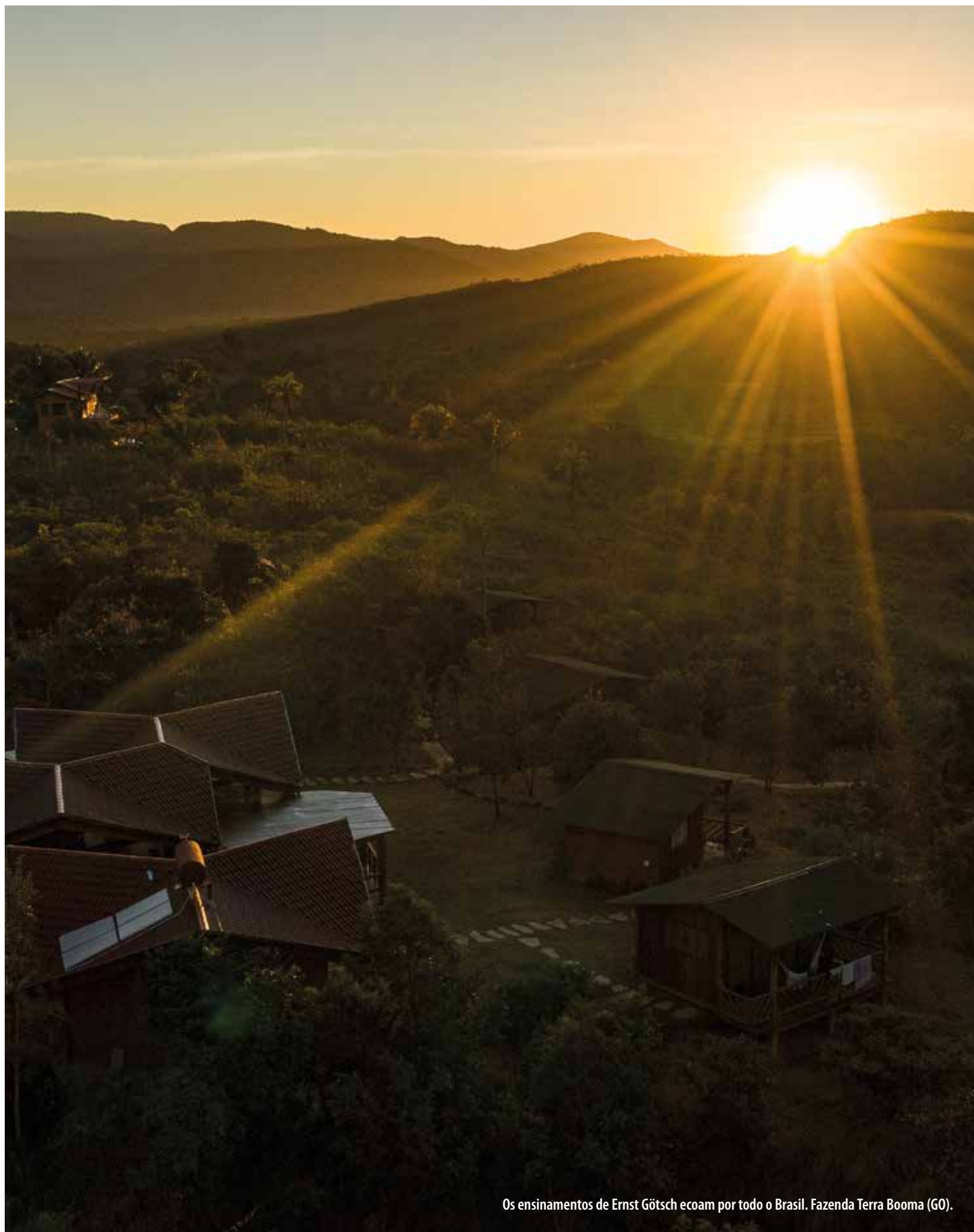
entre sistemas que aparentam ser sustentáveis e os sistemas sintrópicos propostos por Ernst: autodinâmicos, altamente produtivos, criadores gerais de recursos, com saldo energeticamente positivo em relação à quantidade e à qualidade de vida consolidada, tanto no local da sua implantação quanto em relação ao macrororganismo Terra por inteiro.

- **Surge, então, a pergunta:** *seria possível construir agroecossistemas⁶ em larga escala, que, manejados, atingirão as qualidades de sistemas sintrópicos?*

Esse é o grande desafio que Ernst se propõe a enfrentar atualmente. É um objetivo que, para ser atingido, depende de máquinas ainda inexistentes, embora completamente factíveis diante da nossa tecnologia atual. Neste livro, traremos exemplos de sistemas em larga escala propostos por Götsch e já em andamento, que abandonaram o uso de agrotóxicos e reduziram o de fertilizantes. O caminho para as florestas está traçado. Quanto mais pesquisadores, técnicos e agricultores entenderem as estratégias e técnicas propostas por ele e apostarem nesse caminho, mais rapidamente teremos exemplos novos, mais complexos do que os atuais e cada vez mais próximos da dinâmica da sucessão natural que ocorre em florestas primárias.

• **Agrofloresta:** Termo usualmente empregado quando se misturam árvores nativas ou exóticas, madeiráveis ou não, com culturas anuais, frutíferas e/ou animais.

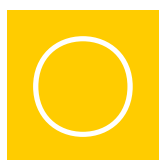
• **Agroecossistema:** Segundo R. D. Hart (1978), um agroecossistema é constituído pelas interações físicas e biológicas de seus componentes. O ambiente vai determinar a presença de cada componente no tempo e no espaço. Esse arranjo de componentes será capaz de processar *inputs* (insumos) ambientais e produzir *outputs* (produtos). Ernst Götsch emprega este termo e não “agrofloresta”, o qual é usado normalmente.



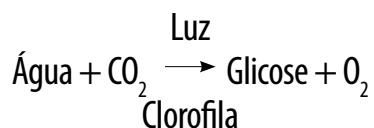
Os ensinamentos de Ernst Götsch ecoam por todo o Brasil. Fazenda Terra Booma (GO).

1 – FOCO NA FOTOSÍNTESE

Quanto mais fotossíntese, mais vigoroso o sistema. A fotossíntese não acontece apenas com a água que vem do solo, as plantas bebem água da atmosfera também.



o aumento deste processo, por meio do plantio em alta densidade e com conjuntos de espécies que ocupam diferentes estratos, permite tornar verde escuro o sistema e o ambiente menos quente. Se realmente entendermos a fotossíntese na profundidade que ela requer, seremos capazes de construir os mais belos e produtivos agroecossistemas. Há muito tempo conhecemos a equação da fotossíntese:



A fotossíntese

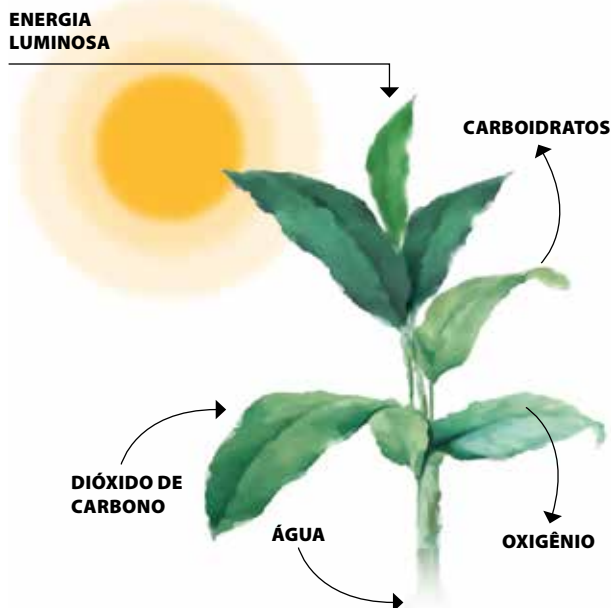


Imagem 4

A glicose sintetizada durante a fotossíntese é a precursora dos carboidratos característicos das plantas (**sacarose⁶**, **amido⁶**, **celulose⁶** etc.), ou seja, aqueles não sintetizados pelos animais. A celulose é o **polissacarídeo⁶** mais abundante na natureza, quantidades enormes dela são produzidas anualmente pelo reino vegetal, não apenas nas florestas em crescimento, mas também pelas plantações destinadas à colheita. A partir da glicose produzida na fotossíntese, as plantas formam inúmeros outros açúcares, entre os quais a maltose, a sacarose, a frutose, a manose, a ribose, a arabinose, a xilose e outros. Os carboidratos são o “sustento da vida” para muitos organismos, pois eles representam a maior parte da ingestão calórica do ser humano, da maioria dos animais e de inúmeros **microrganismos⁶**. Os carboidratos também ocupam posição central no metabolismo das plantas verdes e de outros organismos fotossintetizantes. Compreendemos, assim, a importância fundamental da fotossíntese como a fonte primária de alimento para a maior parte dos seres vivos deste planeta e, principalmente, como a base da fertilidade de nossos solos.

• **Sacarose:** Substância extraída da cana-de-açúcar e da beterraba. Mais conhecida como açúcar, empregada como adoçante de alimentos e bebidas, a sacarose é usada também em produtos farmacêuticos.

• **Amido:** Polissacarídeo formado pela união de várias moléculas de glicose e presente em grande quantidade nos vegetais. É um carboidrato de reserva energética.

• **Celulose:** Principal polissacarídeo estrutural das plantas. É o componente mais abundante da parede celular.

• **Polissacarídeo:** São carboidratos compostos por grande quantidade de moléculas de monossacarídeos (açúcares simples). O monossacarídeo presente em maior quantidade na formação dos polissacarídeos é a glicose.

• **Microrganismo:** Qualquer organismo microscópico ou ultramicroscópico, como as bactérias, cianofíceas, fungos, leveduras, protistas e os vírus.

Alimentando a comunidade de microrganismos do solo com carbono advindo da fotossíntese, criaremos um círculo virtuoso em que mais fertilidade produz mais biomassa, mais folhas, mais clorofila, mais fotossíntese, mais alimento e mais vida no solo, maior fertilidade, nível mais alto no equilíbrio da **biocenose**⁶ e maior saúde das plantas. Observando esse círculo virtuoso, compreendemos a importância de criar sistemas estratificados, aproveitando ao máximo toda a energia luminosa do Sol, de modo que cada estrato sempre produza o máximo de biomassa. Quando conectamos isso com a sucessão natural das plantas, acelerada por meio das podas, atingimos espontaneamente o ápice dessa tecnologia criada pela própria vida e usada em todos os sistemas naturais. Quando realizamos um plantio convencional de milho (*Zea mays*), por exemplo, como na Imagem 8, estamos buscando maximizar a fotossíntese.

Hoje, o número de plantas de milho por hectare pode chegar a 90 mil. Buscamos ocupar cada centímetro quadrado da plantação com folhas verdes para captar a luz do sol, refletindo uma maior produção de grãos. O pico dessa ocupação, no entanto, só acontece durante poucas semanas no período de um ano e, em geral, a custos altos, com o uso de insumos externos e biologicamente opressivos, provocando a exclusão de outras formas de vida que não são as desejadas no nosso monocultivo.

BIOCENOSE

O termo “**biocenose**” (do grego *bios*, vida, e *koinos*, comum, público) foi criado pelo zoólogo alemão Karl August Möbius, em 1877, para ressaltar a relação de vida em comum dos seres que habitam determinada região. No nosso caso, refere-se à biota (conjunto de todos os seres vivos) do solo.

Imagem 5



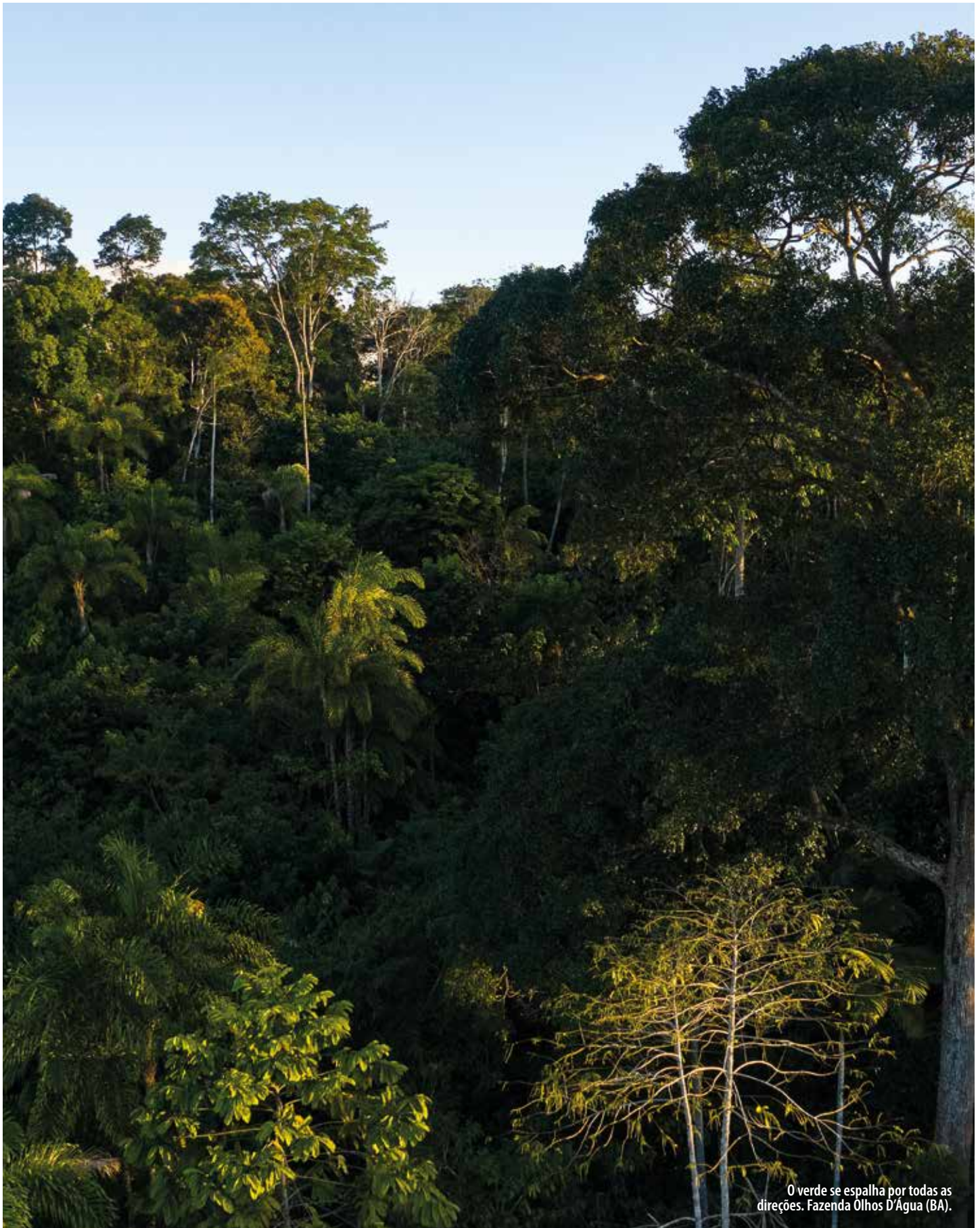
CELULOSE, O SUSTENTO DA VIDA

Em 1989, Albert Lehniger publicou em seu livro *Princípios de Bioquímica* um dado extremamente interessante. Ele estimou que, naquela época, os vegetais sintetizavam todos os dias 50 quilos de celulose para cada ser humano existente

no planeta, o que seria equivalente a 250 bilhões de quilos de celulose produzidos por dia. Passados mais de 30 anos, arriscamos dizer que, infelizmente, esse número bruto não aumentou. Afinal, no transcorrer desse tempo, tivemos a destruição massiva de

muitas florestas naturais em todo o globo terrestre, assim como a degradação de milhões de hectares de solos agricultáveis ao redor do mundo. Dessa forma, fragilizamos um dos pilares fundamentais, se não o único, de sustentação da vida neste planeta.

Imagem 6



O verde se espalha por todas as direções. Fazenda Olhos D'Água (BA).

A ESTRATIFICAÇÃO DAS FLORESTAS

Conforme o ecólogo Eugene Odum, nas florestas tropicais úmidas, “o número de espécies vegetais é muito grande, e frequentemente existem mais espécies de árvores em poucos hectares do que em toda flora da Europa, e, assim como a flora, a fauna da floresta tropical também é incrivelmente rica em espécies”.



inda segundo o autor, a diversidade de espécies nessas florestas “é mais alta do que em qualquer outra parte da Terra”.¹ Tanta diversidade pode ser explicada pela variação de temperatura, luminosidade e umidade desse **bioma**⁶ e pelo papel da perturbação natural, que cria mosaicos de estágios sucessionais e condições heterogêneas para o assentamento de plântulas, estabelecendo microclimas e micro-habitats, criando uma infinidade de nichos, explorados pela rica diversidade de vegetais e animais associados a eles e à estratificação da floresta. A vegetação das florestas pluviais tropicais é dominada por um contínuo dossel de árvores

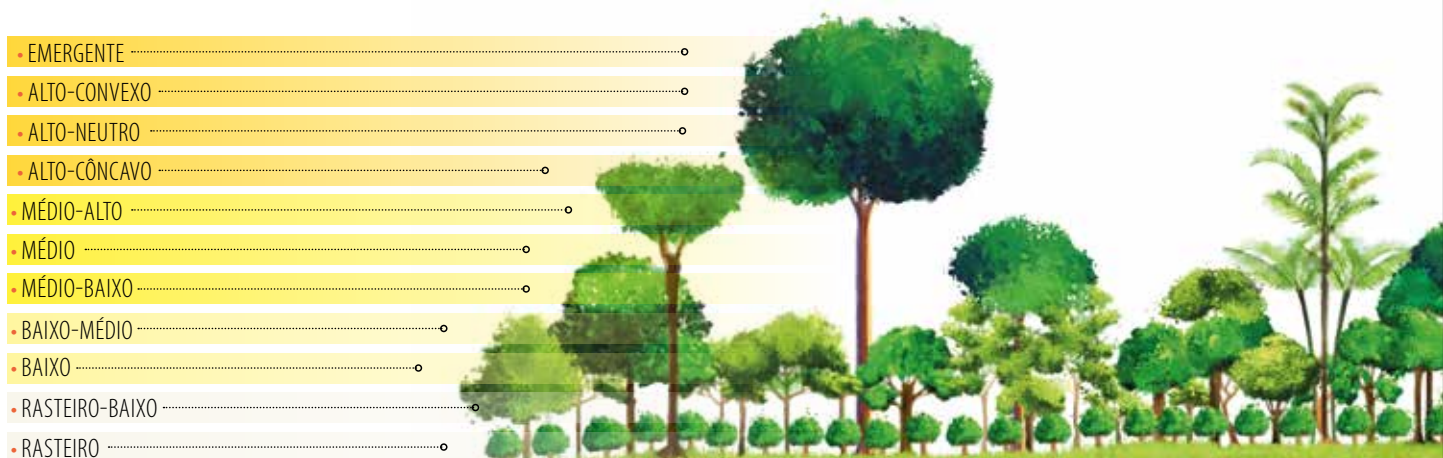
perenes altas, elevando-se até 30-40 metros de altura, mas contando também com árvores emergentes ocasionais que se elevam acima da copa a altitudes de até 55 metros, com várias camadas, subandares, abaixo da copa, contendo milhares de outras árvores, arbustos e herbáceas, além de plantas trepadeiras, principalmente epífitas⁶ e cipós lenhosos. Nos trópicos, Ernst Götsch identificou 11 estratos, ou seja, 11 andares de árvores e plantas, cada andar possuindo uma densidade específica de sombra. Conforme nos afastamos dos trópicos, em direção aos polos, temos uma diminuição no número de andares, em virtude principalmente da diminuição da energia luminosa oriunda do Sol.

• **Biocenose:** Refere-se ao conjunto de comunidades formadas pelas populações dos organismos que interagem entre si. Envolve a fauna, a flora, os micróbios, ou seja, os seres vivos em geral.

• **Bioma:** Um conjunto de ecossistemas forma um bioma, ou seja, é uma grande comunidade estável e desenvolvida, adaptada às condições ecológicas de certa região.

A estratificação da floresta tropical segundo Ernst Götsch

Imagem 7



1 – E. Odum, *Ecologia* (1983).

Plantio convencional de milho (*Zea mays*).

Imagem 8



Neste exemplo, podemos iniciar o cultivo a partir de um pasto, deixando o capim entre as linhas de grãos, ou semeando capim ao mesmo tempo em que semeamos os grãos, assim é possível manter o solo coberto o ano todo. Soma-se a isso, ainda, o material da poda anual das linhas de árvores a cada 6 metros, o que muda o quadro por completo. O desafio atual é o desenvolvimento de máquinas para realizar as diferentes operações, algo simples para nossa tecnologia atual, porém não disponível no mercado por ausência de sistemas como esse.

Para termos sucesso na criação de uma agricultura realmente sustentável e que dispensa o uso de agroquímicos, todas as estratégias apontadas neste livro devem acontecer simultaneamente. Do contrário, podemos ter, por exemplo, uma grande produção de grãos, porém altamente dependente de combustíveis fósseis e do uso intensivo de pesticidas (fungicidas, nematicidas, inseticidas, herbicidas, plantas transgênicas) e adubos químicos ou orgânicos trazidos de fora, implicando enormes prejuízos, como destruição de nascentes, córregos e rios, de florestas e biodiversidade, e perda inimaginável de solo fértil (esterilização da vida do solo, compactação, erosão etc.).

Esses fatores, que não entram na contabilidade e no preço final do produto agrícola, são considerados pelos economistas apenas como “externalidades da atividade”. Não é o nosso caso.

O aumento da fotossíntese está intimamente relacionado com:

- *Plantio em alta densidade;*
- *Arranjos estratificados;*
- *Arranjos girados (impulsionados) pela dinâmica da sucessão natural.*

Nos plantios convencionais de fruticultura ou para recuperação de áreas degradadas, planta-se uma árvore a cada 2 ou 3 metros. Há, assim, uma enormidade de nichos (espaços vazios) que não são ocupados, o que por sua vez resulta em uma forte pressão por parte de ervas invasoras e gramíneas, demandando um enorme trabalho de controle destas nos primeiros dois anos, para evitar o sufocamento das mudas de árvores plantadas. Na agricultura sintrópica, diferentemente, busca-se ocupar plenamente todos os nichos com espécies eficientes para cada uma das tarefas, o que permite ocupar também todo o espaço em cada um dos estratos, incluindo aqueles temporariamente não destinados aos nossos cultivos principais. Por meio da criação de sistemas complexos, podemos aumentar a fotossíntese em cada nicho em tempo integral, manejando o sistema por meio de

podas e raleamentos sempre que houver plantas que tiverem cumprido sua função ou que tenham funções iguais. Isso nos permite captar mais raios solares, transformando-os em mais vida para o sistema, mais vida acima do solo (maior número de plantas por hectare) e abaixo dele, com maior quantidade de raízes e maior formação de serrapilheira. Por exemplo, ao invés de matar com herbicidas o capim nas entrelinhas de nossos cultivos de frutos, como manga (*Mangifera indica*), laranja (*Citrus sp*), banana (*Musa paradisiaca*), café (*Coffea arabica*) etc., nós o *plantamos* e manejamos com ferramentas bem afiadas (ceifadeiras-enleiradeiras), as quais simultaneamente cortam e organizam o capim, formando canteiros debaixo das copas das árvores e permitindo que ele alimente a vida no solo. As gramíneas assim cortadas rebrotam com muito vigor.

Produção de milho com entrelinhas de capim e linhas de árvores.

Imagem 9



Adotando estratégias e técnicas usadas na agricultura sintrópica, a imagem de uma plantação de grãos pode ser bastante diversa e muito menos homogênea, como o plantio de milho com entrelinhas de capim e linhas de árvores, como pode ser observado na imagem acima.

A informação de crescimento vigoroso é transmitida para nossos cultivos e tudo cresce mais rápido — estamos no fluxo da vida e o capim torna-se a nossa fábrica de NPK.² Por meio da poda, nosso sistema está sempre verde e com alta produção de hormônios de crescimento (auxinas e giberelinas), produzidos e distribuídos pelas **micorrizas**⁶ das plantas podadas. A pesquisadora canadense Suzanne Simard realizou vários experimentos para entender como as árvores se comunicam umas com as outras. Empregando carbono radioativo para medir o fluxo e o compartilhamento de carbono entre cada árvore e entre espécies, ela descobriu que bétulas e abetos de Douglas compartilham carbono: bétulas recebem carbono extra de abetos de Douglas quando uma bétula perde suas

• **Micorrizas:** São associações entre fungos e raízes de plantas.

2 – **NPK** é a abreviatura para nitrogênio, potássio e fósforo.

3 – **M. Pollan**, *Intelligent Plants* (2013).

folhas, enquanto que as bétulas fornecem carbono aos abetos de Douglas que estão na sombra. Simard percebeu que “abetos estavam usando a rede fúngica para trocar nutrientes com bétulas durante o decorrer da estação”, o que lhe permitiu concluir que “árvores de diferentes espécies podem emprestar açúcares umas às outras, pois os déficits ocorrem de acordo com mudanças sazonais”. Essa é uma troca bastante benéfica entre árvores coníferas e decíduas, visto que seus déficits de energia ocorrem em diferentes períodos.

Os benefícios dessa cooperação subterrânea parecem ser uma saúde melhor, mais fotossíntese e uma maior resiliência em situações de dificuldade.³ É por isso que Ernst Götsch, que usa sistematicamente este tipo de interações, diz que a agricultura sintrópica é uma agricultura de informação e processos, não de insumos. Na imagem abaixo, podemos ver o potencial da agricultura sintrópica: entrelinhas de um pomar de 1 ano de idade com capim-mombaça e linhas de abacaxi-pérola (estrato baixo) plantados na mesma linha que citrus (estrato

Imagem 10



Trabalho realizado sob orientação de Ernst Götsch no Centro de Pesquisa em Agricultura Sintrópica – Cepeas, Alto Paraíso (GO).

médio), abacate (estrato médio-alto) e eucalipto, que ocupa o estrato emergente, além de mandioca, amora e muitas outras árvores nativas plantadas de sementes, como mirindiba, ingá-de-conta e cabo-de-machado, as quais são manejadas por meio de podas para ocupar seu respectivo estrato. Ou seja, temos luz suficiente e matéria orgânica oriunda das podas para uma produção abundante.

A agricultura convencional ou orgânica geralmente trabalha em duas dimensões: comprimento e largura. Isso significa que ela se atenta apenas para o espaçamento bidimensional, seja para o plantio de soja (*Glycine max*), laranja (*Citrus sp*), café (*Coffea arabica*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), capim (gramíneas) etc. A agricultura sintrópica, por sua vez, trabalha com quatro dimensões: largura, comprimento, altura (estrato ou andar) e tempo. Assim, buscamos oferecer a cada planta um nicho que potencializa sua fotossíntese e diminui seu estresse.

Olhamos para cada indivíduo e procuramos criar para ele uma bolha de conforto: observamos se há cobertura suficiente e de qualidade sobre o solo para ativar os processos biológicos nele, notamos o estrato do qual a planta faz parte e se está no consórcio adequado. Desta forma, se a planta é do estrato baixo, verificamos se temos outros estratos (médio, alto e emergente) acima dela e se esses estratos superiores são formados por espécies do ciclo atual ou do ciclo futuro. Por exemplo, se plantarmos simultaneamente mandioca (*Manihot esculenta*) e eucalipto (*Eucalyptus sp*), no prazo de quatro a seis meses o eucalipto ultrapassará a mandioca em altura. No entanto, não temos, necessariamente, que podar toda a saia do eucalipto, mas retirar apenas os galhos que se sobrepõem àquele estrato ocupado pela mandioca e calibrar a sombra com podas.

Galhos que estão na mesma altura da mandioca, mas que não se sobrepõem à sua copa, não precisam obrigatoriamente sair. Assim, criamos para cada planta ótimas condições, ou melhor, uma bolha de vida, e permitimos que cada bolha conviva harmonicamente com as outras, podando-se somente o necessário. Vale lembrar que é preciso observar se não há plantas próximas que estejam envelhecidas e/ou doentes, pois estas também transmitem informações da sua situação de vida ao sistema como um todo. Quando dizemos às pessoas que plantamos eucalipto junto com capim, hortaliças, bananas e frutíferas, muitas se assustam, pois logo vem à mente a imagem do eucalipto plantado em monocultura (*Imagem 11*). Florestas nativas ou agroecossistemas sintrópicos com vários estratos são mais úmidos que as monoculturas florestais.

A monocultura é suscetível ao fogo em virtude de não criar um gradiente descendente de temperatura da copa até o solo, o que poderia esfriar a atmosfera, atingindo mais facilmente o ponto de orvalho. O maior incêndio da história do Chile ocorreu em 2017 e queimou mais de 450 mil hectares de florestas nativas e plantadas, campos e povoados inteiros.

Um dos motivos que levou a esse incêndio foi a grande quantidade de florestas plantadas em monocultura, as quais se tornam pirófilas (“amigas” do fogo) sem a dinâmica gerada pelo manejo dos sistemas sintrópicos sucessionais.

A monocultura de eucalipto da Imagem 11 evidencia essa predisposição ao fogo. Não há qualquer copa verde abaixo do dossel; o que existe são galhos e folhas secas, formando uma continuidade horizontal e vertical do combustível disponível. Além disso, a ausência de folhas nos galhos abaixo do dossel cria um corredor de vento, secando toda a atmosfera no interior da floresta plantada, não ocorrendo também um gradiente de temperatura da copa rumo ao solo, o que criaria um vórtex de sucção da umidade em direção a ele. Esse processo não acontece em agroecossistemas estratificados, pois a otimização da fotossíntese esfria a atmosfera e cria maior umidade no interior da floresta. É importante lembrar também que árvores plantadas em monocultura não conseguem se associar com micorrizas, conforme mostrou Wohlleben.⁴

4 – P. Wohlleben, *A vida secreta das árvores* (2017).



Plantação de eucalipto (*Eucalyptus sp*) em monocultura.

COMO AS DOENÇAS E O ENVELHECIMENTO DAS PLANTAS AFETAM O NOSSO SISTEMA COMO UM TODO

A ciência ainda não tem respostas claras de como as informações sobre doenças e envelhecimento circulam entre as plantas, mas os trabalhos da pesquisadora canadense Suzanne Simard nos dão uma pista.



Uma hipótese é que as plantas fazem circular a informação de morte por meio da rede fúngica presente no solo, assim como fazem quando estão saudáveis. Quando a decrepitude se aproxima, surgem novos compostos que podem circular entre as plantas, levando a informação de que algo não vai bem, afetando, assim, todos os seres ao redor. Outra hipótese vem dos trabalhos de Ana Primavesi, pesquisadora brasileira que faleceu em janeiro de 2020, pioneira no estudo da biologia do solo. A vida no solo existe ao redor da rizosfera, em uma ínfima faixa de alguns milímetros ao redor das raízes, e cada espécie de planta tem sua própria comunidade específica de microrganismos, a qual varia de acordo com o ciclo de vida da planta. Desse modo, plantas senescentes teriam uma comunidade de microrganismos saprófitas e decompositores em maior quantidade do que plantas jovens. Mais recentemente, pesquisadores da Universidade de Amsterdã descobriram que plantas sob

estresse hídrico podem mudar o comportamento de fungos e bactérias de sua zona de raízes. As evidências indicam que as plantas usam seus exsudatos para influenciar os micróbios com os quais coexistem. É importante ter sempre em mente que no solo não há lixo, já que os rejeitos de um microrganismo são usados como alimento por outros microrganismos. O que teríamos no caso de uma planta morrendo seria uma comunidade específica de microrganismos que surgiriam para otimizar esse processo no solo. Seria quase como uma questão hormonal. Por exemplo, nós, seres humanos, produzimos adrenalina em um momento de fuga e dopamina em momentos de prazer. Ocorreria assim também no macrorganismo solo: plantas senescentes teriam ao seu redor toda uma comunidade específica daquele momento e uma egrégora⁶ associada, o que geraria uma desarmonia passageira para plantas saudáveis em outros estágios de vida, retardando seu crescimento. Com a morte de um ser, abre-se uma clareira e surgem milhares de plântulas vigorosas e com grande vitalidade, com sua própria comunidade específica de microrganismos. Atentos a esse fenômeno, devemos evitar o prolongamento desse período de senescência no lugar, podando as plantas doentes e envelhecidas e sincronizando todo o sistema.



Céu de agosto de 2020 no Centro de Pesquisa em
Agricultura Sintrópica do Cerrado. Alto Paraíso (GO).



INCLUSÃO DE DINÂMICAS DO FUNCIONAMENTO DAS SAVANAS NATURAIS NO MANEJO DOS NOSSOS AGROECOSSISTEMAS

Na primeira década deste século, Götsch conseguiu dar um gigantesco passo com a descoberta das vantagens e dos potenciais adquiríveis das herbáceas e gramíneas perenes savânicas dos gêneros *Stylosanthes*, *Panicum*, *Brachiaria* etc., com sua inclusão e uso sistemático nos estratos baixos dos agroecossistemas planejados e implantados por ele.

Ernst transformou essas plantas, que antes eram consideradas obstáculos, em grandes aliadas no caminho para a construção e estabelecimento de produtivos agroecossistemas. Fazendo parte do processo de manejo, o raleamento e a poda de todos os estratos, cada um deles no(s) seu(s) melhor(es) momento(s), otimizam e sincronizam os processos de vida do sistema como um todo. Temos, assim, uma ferramenta que

nos possibilita também a transformação de nossa produção de anuais em uma atividade benéfica, não só economicamente, mas, sobretudo, para o próprio ecossistema por inteiro, inclusive para seu elemento arbóreo. O entendimento dessa ferramenta ainda não avançou entre muitos daqueles que tentam construir agroecossistemas usando as gramíneas savânicas, já que eles as cortam simplesmente para “ordenhar” o sistema, ou seja, somente com intenção de extrair e não de retribuir a este sistema, sem considerar essas plantas, enquanto outros cortam, tratando-as como inimigos. A Imagem 10, apresentada anteriormente (veja pág. 28), nos dá uma noção da técnica 1, apresentada neste livro: “otimizar a fotossíntese”. Na linha das árvores, temos eucalipto como estrato emergente e, abaixo, abacate como estrato alto, citrus como médio e abacaxi como baixo, todos plantados muito próximos; nas entrelinhas, temos capim-mombaça (*Panicum maximum*) como estrato baixo.

Imagem 12



Plantio de eucalipto em filas duplas 2 m x 0,8 m plantadas a cada 10 metros (GO).



Plantio de eucalipto em filas duplas 2 m x 0,8 m plantadas a cada 10 metros (GO).

As imagens 12 e 13 apresentam um plantio de eucalipto com um pouco mais de dinâmica, permitindo o cultivo de capim nas entrelinhas, mas ainda sem a dinâmica das podas.

Muitos questionamentos são feitos com relação ao plantio de eucalipto; diz-se, por exemplo, que seca a terra e produz alelopatia (inibe o crescimento de outras plantas). Esses defeitos, no entanto, decorrem das monoculturas de eucalipto. No contexto da agricultura sintrópica, o eucalipto entra como mais um aliado, sendo destopado a uma altura de 5,5 metros periodicamente, fornecendo grande quantidade de biomassa, acelerando o crescimento de todo o sistema com seu rebrote vigoroso e fornecendo excelente madeira após 15 anos.

O destopamento do eucalipto e a trituração mecanizada alimentam fortemente todo o sistema (linhas e entrelinhas), além de gerar uma madeira mais densa e que não empena. A bananeira, quando plantada junto, também é uma excelente produtora de biomassa, sendo também fortemente podada, alimentando a linha de árvores. As entrelinhas com capim-mombaça são ceifadas periodicamente: parte do material é deixada na própria entrelinha para alimentar o solo e o capim, e parte é depositada nas linhas, alimentando as árvores. O capim é podado várias vezes ao ano, apresentando um

crescimento vigoroso. Nunca devemos deixá-lo amadurecer e produzir sementes, pois isso frearia seu crescimento e, conseqüentemente, o de todo o sistema. É graças ao tempo, a quarta dimensão considerada pela agricultura sintrópica, que podemos plantar em alta densidade, já que cada planta tem um tempo de desenvolvimento característico de sua espécie. Podemos, então, iniciar o plantio de hortaliças no mesmo espaço em que plantamos árvores ou capim-mombaça, por exemplo, pois em poucos meses as primeiras hortaliças da placenta 1 se despedem, para, em seguida, se estabelecerem as plantas da placenta 2. Entretanto, essa substituição só acontece de forma correta se as plantas que compõem o consórcio da placenta 2 se desenvolverem e chegarem ao ponto de poder substituir as plantas da placenta 1 em sua função de consórcio dominante naquele momento de desenvolvimento do sistema.

Depois de dois anos, as plantas da placenta 2 também se despedem, dando lugar ao sistema de árvores de crescimento rápido, as quais, depois de poucos anos, são substituídas por árvores mais longevas. Essas árvores, que também plantamos em alta densidade, vão, com o tempo, sendo podadas e raleadas até atingirem o espaçamento final ou substituídas por outras (este assunto será visto com maiores detalhes a seguir). Esquemáticamente, portanto, temos o seguinte:

PLACENTA 1 → **PLACENTA 2** → **SECUNDÁRIAS 1** → **SECUNDÁRIAS 2** → **CLÍMAX**

EXEMPLO DE ESTRATIFICAÇÃO

• **EMERGENTE** - ARARIBÁ

• **ALTO** - PUPUNHA (PERFILHOS CRESCENDO, POIS O MAIOR FOI PODADO)

• **MÉDIO** - CITRUS

• **BAIXO** - CACAU



Exemplo de estratificação.
Fazenda Olhos D'Água (BA).

2 – DINÂMICAS DA SUCESSÃO NATURAL USADAS COMO FERRAMENTAS

A segunda técnica diz respeito à sucessão natural das espécies em nosso agroecossistema e está intimamente associada à estratificação da floresta. Por mais de 40 anos, Ernst Götsch estudou as florestas e sua dinâmica e conseguiu sistematizar um de seus mais importantes princípios, a estratificação.

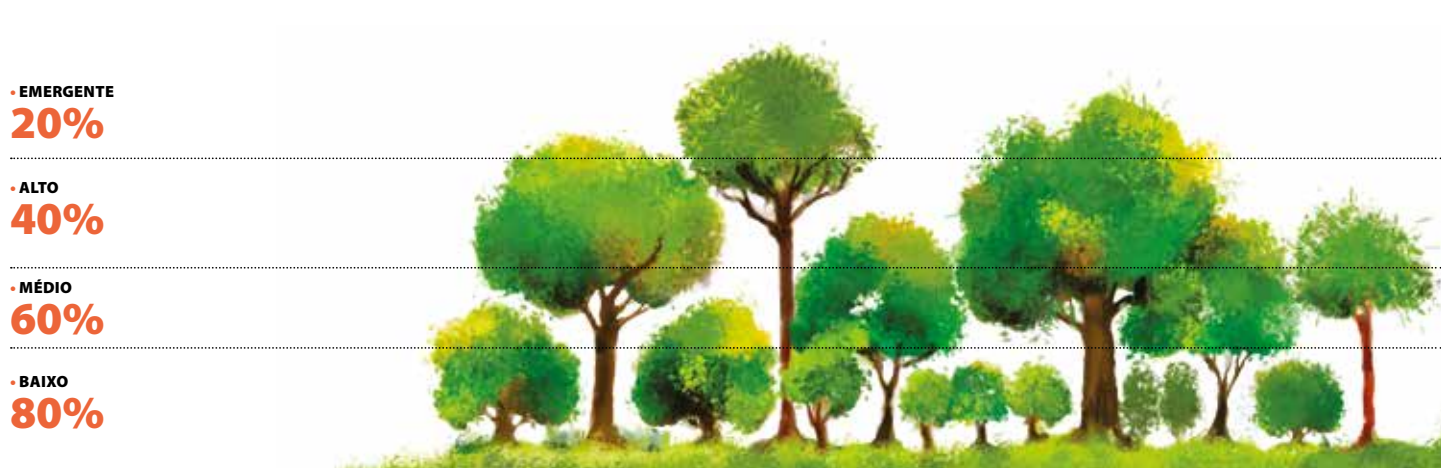


Cada indivíduo, quando chega à sua fase adulta, atinge um tamanho característico de sua espécie. Por exemplo, quando um indivíduo está no topo da floresta, ou seja, quando sua altura se sobressai em relação às outras, o chamamos de “emergente”. Esse é o caso, na Amazônia, da castanheira (*Bertholletia excelsa*), da samaúma (*Ceiba pentandra*), do piquiá (*Caryocar villosum*), do dandá (*Joannesia princeps*); na Mata Atlântica, é o caso do jequitibá (*Cariniana legalis*); no Nordeste, do coco da praia (*Cocos nucifera*); na região Sul, da araucária (*Araucaria angustifolia*) e de muitas outras espécies. Ernst conseguiu identificar 11 estratos ou andares (embora conceba a possibilidade de haver mais) que ocorrem em muitos biomas do planeta Terra, com exceção das regiões próximas aos polos (ver Imagem 15 “A estratificação das

florestas”). Porém, para facilitar o entendimento, ele resume essa dinâmica da floresta em quatro estratos (emergente, alto, médio e baixo), cada um deles gerando uma porcentagem de sombra correspondente à soma das copas das árvores que os ocupam, conforme se vê no gráfico abaixo. A estratificação permite que a luz chegue até o chão da floresta, onde ainda temos o estrato rasteiro. Se fizermos uma análise da luz dentro do sistema a partir do estrato emergente, concluiremos que cada estrato recebe uma quantidade de luz filtrada pelos estratos de cima, criando o ambiente ideal para cada planta. Ao fazer isso, resgatamos a história evolutiva das espécies, investigando como são ou como eram suas florestas de origem. Ernst salienta, porém, que, mais importante do que a porcentagem de sombra adequada a cada estrato, é a dinâmica que damos a essa sombra e a cada estrato com as podas, pois a informação de crescimento é transmitida ao sistema, principalmente por meio delas. Podemos ter a correta cobertura em cada estrato, mas, se essa cobertura se prolonga por muito tempo sem a nossa intervenção, não teremos a informação de crescimento gerada pelas podas; teremos, ao contrário, a informação negativa de amadurecimento e senescência, o que impede a produção de frutos, o crescimento de

Estratificação da floresta e porcentual de sombra de cada estrato

Imagem 15



tecidos e a própria sucessão natural da floresta, que é o nosso objetivo final. A estratificação deve acontecer desde o início, quando já podemos começar plantando as hortaliças, que são a placenta do sistema, ou seja, elas protegem e criam nosso embrião: *a floresta do futuro*.

A Imagem 16 (*abaixo*) foi elaborada por Ernst Götsch em 2018 e demonstra a evolução do agroecossistema por meio da sucessão das espécies. Cada cor indica uma fitofisionomia, isto é, a paisagem de espécies dominantes, a “pele” do sistema. No início, temos as placentas 1 e 2, destacando-se as hortaliças, os tubérculos, o feijão, a mandioca, o abacaxi e o mamão. Quando se trata de áreas muito degradadas, com menos vida, podemos ter ervas e gramíneas pouco exigentes, e, junto a elas, no mesmo momento, plantamos sementes ou plântulas das árvores do futuro (em sua maioria) de todos os estratos e ciclos de vida.

Se, no momento do plantio, não temos sementes de algumas espécies do futuro, mas queremos vir a inseri-las algum tempo depois, será preciso fazer, nesse momento, uma poda mais drástica, ou mesmo um corte raso, produzindo uma clareira na qual serão introduzidas as espécies desejadas (sementes ou mudas). A Imagem 17 (*à dir.*), também elaborada por Ernst, complementa a anterior. Ela está dividida em três partes: sistemas de colonização, sistemas de acumulação e sistemas de abundância. Os círculos coloridos abaixo se repetem dezenas de vezes entre cada linha tracejada (cada uma delas pode durar entre 100 e 300 anos). Em cada mudança de fase, temos espécies mais exigentes em fertilidade substituindo espécies menos exigentes, ou seja, a quantidade e a qualidade de vida consolidada aumentam em função de dois parâmetros principais: nutrientes disponíveis e capacidade de retenção de água.

Evolução do sistema por meio da sucessão das espécies. O esquema indica onde se localizam suas plantações sintrópicas após 30 anos de trabalho em sua fazenda na Mata Atlântica, na Bahia.

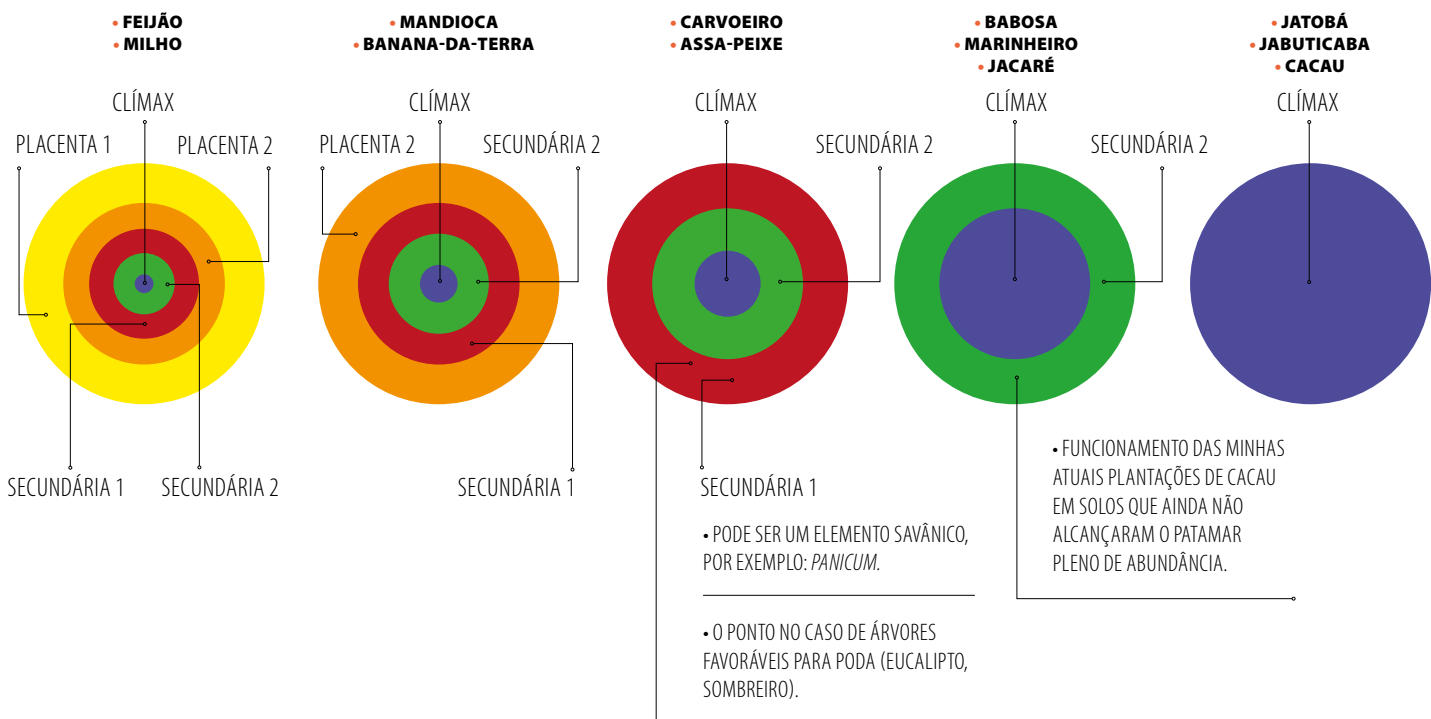
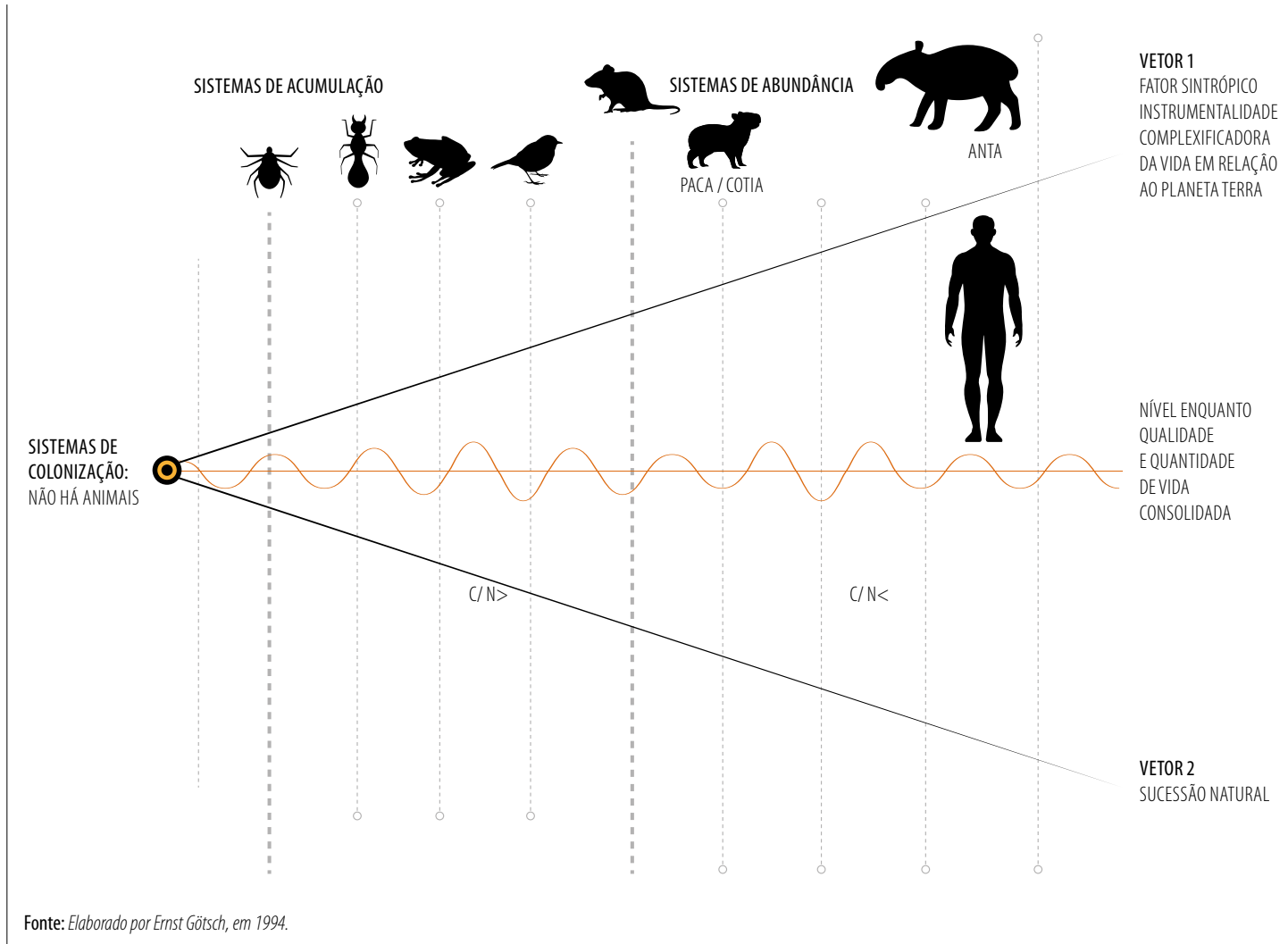


Imagem 16



A PLACENTA

Com o objetivo múltiplo de criar processos transformatórios e evolutivos, como na implantação e no estabelecimento dos nossos agroecossistemas complexos, semeamos em alta densidade uma grande diversidade de plantas, seguindo um princípio da genética que diz que, na formação do novo indivíduo, somente 1% dos genes se manifesta. Daí a necessidade de criar plantios adensados, ou seja, plantando cem vezes mais sementes da espécie que desejamos, para que reste como adultos apenas 1% do total. Em outras palavras, se queremos

ter em determinado espaço uma árvore de cacau, jaca, castanha ou ingá, semeamos cem sementes de cada uma delas nesse local. Juntamente com as árvores do futuro, semeamos plantas de rápido crescimento e ciclo de vida de até dois anos, como cereais, hortaliças, adubos verdes e frutos, como mamão e abacaxi, entre outros. A essas plantas, cujo ciclo de vida é de até dois anos, chamamos "placenta". Elas são plantadas na densidade definitiva em contraste com as espécies de ciclo de vida mais longo (maior que dois anos). Quando nos deparamos com solos muito depauperados,

que perderam sua resiliência, nossa placenta capaz de gerar receita fica mais restrita, pois a maioria das hortaliças e cereais que comemos só cresce em solos de sistemas de abundância. Nesses casos, devemos buscar por plantas adaptadas a ambientes menos privilegiados quanto a recursos disponíveis, plantas de rápido crescimento e que suportem solos compactados (com pH 4,5 e baixa disponibilidade de água e nutrientes), como gramíneas africanas, margaridão (*Tithonia diversifolia*), algumas agaváceas, além das plantas nativas do lugar em questão.

SISTEMAS DE COLONIZAÇÃO

Sistemas de colonização são característicos de locais onde a vida se inicia, como os que ficam próximos a vulcões (*Imagem 18*). Com o esfriamento da lava, surgem as primeiras formas de vida, como bactérias, algas, fungos, líquens e musgos. É nessa sequência que acontece também a colonização em taludes de estradas e voçorocas, onde todo o solo foi removido, expondo o subsolo.

Imagem 18



Ohia (*Metrosideros polymorpha*, *Myrtaceae*) colonizando atualmente um campo de lava após erupção ocorrida em 1960, no sul de Kona, Haváí.

SISTEMAS DE ACUMULAÇÃO

Quando destruímos uma floresta primária com fogo e, durante alguns anos, cultivamos o lugar, o solo empobrece, perde carbono e se torna ácido, o fósforo é indisponibilizado e o alumínio, tóxico para as raízes de muitas plantas, se torna biodisponível.



esse lugar passam a surgir e predominar espécies dos sistemas de acumulação iniciais — plantas que têm uma relação carbono/nitrogênio mais alta, suas folhas são mais coriáceas e quase não há frutos para mamíferos de porte grande. Muitas áreas degradadas estão nesse estágio. Se o sistema ainda não perdeu completamente sua resiliência, a natureza pode se regenerar, mas, dependendo da profundidade da destruição, esse processo pode levar muitos anos, e mesmo séculos, para avançar de novo para consórcios pertencentes aos sistemas de abundância. Hoje, em nosso país, temos milhões de hectares nos quais o ecossistema perdeu quase que completamente sua resiliência, como na Imagem 19, em que vemos um pasto nativo onde aparecem algumas samambaias e árvores.

Área protegida contra fogo antrópico há 25 anos. Chapada dos Veadeiros (GO).



Esse local, situado na Chapada dos Veadeiros (GO), foi destruído por queimadas antrópicas⁶ muitos anos atrás. Protegido delas há 25 anos, apenas recentemente está sendo ocupado novamente por árvores e uma espécie de samambaia arbórea. Mesmo ocorrendo em uma cabeceira de nascente e havendo fragmentos de florestas nas proximidades, os quais poderiam dispersar sementes, a natureza não consegue, em muitos lugares (e em uma escala humana de tempo), recriar por si só a floresta original destruída pelo ser humano. Em outras palavras, o ecossistema destruído não consegue atingir naturalmente o patamar subsequente de quantidade e qualidade de vida consolidada. Para implantar nossos sistemas sintrópicos nesses locais, precisamos de espécies “corajosas”, que consigam crescer em solos com 1 ppm⁵ de fósforo biodisponível, pH 4,3 e micronutrientes não detectáveis em análise. Precisamos de espécies que fazem a ponte para a recuperação de sistemas de abundância, e, para realizar essa tarefa, temos vários exemplos de espécies

⁵ – Abreviação de “partes por milhão”. Ppm é a medida de concentração que se utiliza quando as soluções são muito diluídas.

Imagem 19



Imagem com referência humana para dar ideia do tamanho das samambaias.

nativas e exóticas, como o eucalipto, o margaridão (*Tithonia rotundifolia*), as braquiárias (*Brachiaria spp.*), a piteira (*Agave americana*), o sisal (*Agave sisalana*), o guandu (*Cajanus cajan*), estilosantes (*Stylosanthes spp.*), o assa-peixe (*Vernonia polysphaera*), a lobeira (*Solanum lycorcapum*) e muitas outras. Cultivando essas espécies, podemos até dispensar o uso de insumos externos. Chamamos a esse sistema de “acumulação” porque estamos acumulando a energia do sol, complexificando-a em matéria, aumentando o teor de matéria orgânica que irá melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, alimentando sua biocenose, permitindo o estabelecimento de plantas mais exigentes. Estamos caminhando, portanto, para sistemas de abundância. Quando iniciamos um sistema de acumulação, podemos plantar espécies frutíferas mais adiantadas na sucessão natural, cada uma em seu estrato adequado, porém necessitamos de um *input* externo: como o solo e o ambiente como um todo não estão adequados para receber essas espécies, temos que auxiliá-las com uma “muleta”, como adubo orgânico, calcário, termofosfato, pó de rocha etc.

Diferentemente da agricultura convencional ou orgânica, na agricultura sintrópica esse auxílio externo vai diminuindo com o tempo, à medida que nos aproximamos dos sistemas de abundância, pois estamos caminhando no fluxo da natureza, em que pequenas mudanças geram grandes transformações. Assim, as espécies vão se sucedendo no tempo e, conforme vamos podando todo o sistema, aceleramos essa sucessão (veja Imagem 24).

DICAS

1) EVITAR DAR PASSOS PARA TRÁS NA SUCESSÃO

Por exemplo: não plantar uma espécie de acumulação em um sistema de abundância, como lobeira (sistema de acumulação) em uma terra em que cresce muito bem capim-mombaça (sistema de abundância).

2) RETIRAR DO SISTEMA PLANTAS DE SISTEMAS ANTERIORES

Por exemplo: se, entre o capim-mombaça (sistema de acumulação mais avançado), há resquícios de capim-barba-de-bode (*Cyperus spp.*) (sistema de acumulação no início), este deve sair do sistema, sendo, neste caso, arrancado com a raiz. Isso porque, se for apenas podado, além de produzir pouca biomassa, seu ciclo será muito mais rápido do que o do mombaça, isto é, o capim-barba-de-bode florirá antes e transmitirá essa informação de envelhecimento para todo sistema, freando o desenvolvimento das plantas.

Vale salientar que, quando buscamos dar saltos, ou seja, pular fases dentro dos sistemas de acumulação, com o intuito de nos aproximarmos mais rapidamente dos sistemas de abundância, corremos o risco de abrir espaço para ervas invasoras e ter explosões de insetos, bactérias e fungos, que podem se tornar pragas das plantas para as quais criamos artificialmente um sistema de abundância (*Imagem 21*).

Ao tentar criar um solo de floresta primária com o uso de insumos, muitas vezes desequilibramos a biocenose do solo. Nesses casos, o que insetos, fungos e bactérias estão nos dizendo é que aquele ambiente de acumulação é impróprio para nossa planta, advinda originalmente de um sistema de abundância. Insetos, fungos e bactérias cumprem, assim, seu papel de otimizar a vida e nos dão o recado: quanto mais corretamente escolhermos as espécies para nossos consórcios, mais rapidamente chegaremos aos sistemas de abundância. Uma alternativa para avançar é buscarmos por insumos naturais (pó de rocha, fosfato natural, esterco animal etc.), empregando-os, contudo, em doses menores, e adubar as entrelinhas de capim

(capim este que tem mais condições de digerir os insumos externos ao sistema), que depois será ceifado e usado para adubar nossas culturas econômicas. Com isso, temos a liberação lenta dos nutrientes, que podem ser totalmente assimiláveis pelas nossas culturas econômicas principais. Quando buscamos criar artificialmente sistemas de abundância, nos tornamos inevitável e obrigatoriamente seus zeladores mais dedicados porque melhoramos artificialmente a fertilidade do solo. Dessa forma, nossas frutíferas mais exigentes podem crescer, assim como todos os tipos de ervas e outras formas de vida, como insetos e microrganismos, que, antes, com aquele solo degradado, não tinham condições de se estabelecer. Por isso, se descuidarmos de aplicar qualquer uma das técnicas (se houver, por exemplo, solo descoberto, falta de matéria orgânica ou baixa densidade de plantas), rapidamente esses novos seres farão seu trabalho, cobrindo o solo, comendo nossas plantas mais queridas... Teremos, então, o apoio da natureza, que nos mostrará em qual sistema realmente estamos, ou seja, o domínio das técnicas sintrópicas é fundamental para avançarmos.

Por que temos pragas, ervas invasoras e doenças em nossos cultivos?

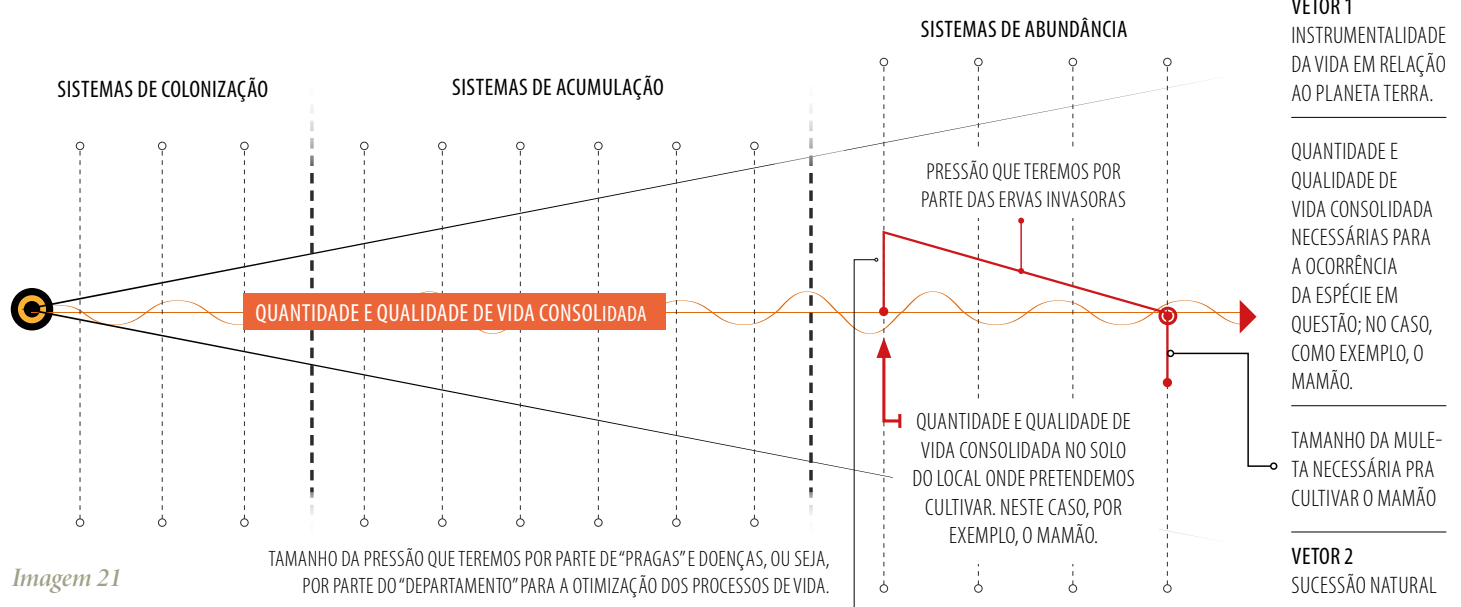


Imagem 21

Fonte: Elaborado por Ernst Götsch, em 1998.



Florestas estratificadas e biodiversas produzem muita comida, mesa farta e paz. Fazenda Olhos D'Água (BA).

SISTEMAS DE ABUNDÂNCIA

Independentemente do estágio de destruição em que encontramos um lugar, seja ele um deserto, uma área degradada, uma capoeira abandonada, uma cava de mineração ou uma terra de cultura, nosso objetivo é levá-lo a ser um sistema de abundância. Podemos dizer que esse é nosso “sistema de luxo”.



ele, podemos produzir, sem auxílio de insumos externos, alimentos em abundância para mamíferos de porte grande, como nós, humanos, pois a terra tem a quantidade e a qualidade de vida consolidada que permite às nossas plantas um pleno desenvolvimento do seu potencial. Muitas vezes, erroneamente, denominamos isso de *terra fértil*. Elaborado de um ponto de vista antropocêntrico, o conceito não dá conta do fato de que uma terra fértil para a rúcula, por exemplo, não presta para feto-de-gaiola (*Pteridium aquilinum*), planta que ocorre nos sistemas de acumulação iniciais. Atualmente, em virtude de muitos anos de trabalho para melhorar as terras com as técnicas que tem desenvolvido, Ernst Götsch se vê obrigado a **rlear**⁶, em sua fazenda na Bahia, espécies exigentes em fertilidade, como mamão (*Carica papaya*) e inhame (*Colocasia esculenta*), que nascem abundantemente nas clareiras abertas nos agroecossistemas antigos. Ernst já produziu milho e tomate (*Solanum lycopersicum*) com apenas 5 mm de chuva, e, por sua experiência, afirma que agroecossistemas complexos que ocupam territórios com mais de 500 hectares são capazes de produzir um aumento das chuvas, influenciando toda a região do entorno. Após 30 anos de trabalho e 340 hectares transformados em florestas, 17 córregos em sua fazenda voltaram a ter água corrente no-

vamente e se tornaram perenes. Os gráficos de sucessão das espécies (*imagens 16, 17 e 24*) nos dão uma ideia de como a transição entre elas ocorre. Junto a essa transição, o solo vai se tornando melhor em todos os parâmetros, sejam eles químicos, físicos ou biológicos. É importante lembrar que começamos o agroecossistema plantando todas as espécies de todos os sistemas (acumulação e abundância), cada sistema tendo representantes de cada estrato. Porém, se iniciamos nosso agroecossistema em uma mata com grande quantidade e qualidade de vida consolidada, ou seja, se já iniciamos o trabalho em um patamar elevado, não necessitamos plantar espécies de sistemas de acumulação, pois já temos um nível maior de fertilidade do solo.

Nesse caso, podemos introduzir, para cada andar (ou estrato), espécies de sistemas de abundância, além de aproveitarmos a vigorosa regeneração natural. Podemos, por exemplo, incluir frutíferas e madeiráveis nativas e exóticas que crescem bem em cada bioma. Como exemplo de sucessão das espécies, iniciamos um agroecossistema com hortaliças (placentas 1 e 2), secundárias 1, secundárias 2 e climáticas, com representantes em todos os estratos. Depois de 30 ou 40 dias, podemos colher rúcula, rabanete, coentro e mostarda. Em seguida, vem a colheita de alface, brócolis, berinjela, yacon, batata-baroa, mandioca, abacaxi e mamão.

A horta, então, se despede e as árvores se estabelecem. Como primeira emergente, desponta a embaúba (*Cecropia sp*, secundária 1, que vive de 10 a 20 anos), a balsa e a eritrina; logo abaixo delas temos o guapuruvu (*Schizolobium parahyba*, secundária 2, que vive de 60 a 80 anos) e, lá embaixo, crescendo bem mais devagar, temos o dandá (*Joanesia princeps*, sistema de abundância, que vive mais de 80 anos). Todas as três espécies são emergentes, mas cada uma apresenta um tempo de vida diferente. Embaúba e guapuruvu são de sistemas de acumulação, enquanto o dandá é mais próximo do sistema de abundância. Quando podamos a embaúba, o guapuruvu se estica um pouco mais sob a influência

• **Rlear:** Tornar ralo, menos compacto, menos denso.

de vários fatores: o rebrote vigoroso da embaúba estimula as outras plantas a crescerem também; o material de sua poda aduba todas as espécies à sua volta; e a maior entrada de luz, decorrente da poda, aumenta a capacidade de fotossíntese de todas elas. Se não houvesse o guapuruvu, a embaúba ficaria mais tempo esperando por alguém que ocupasse o seu lugar, até completar seu ciclo de vida, morrendo de velhice. Chega o tempo em que o guapuruvu começa a ultrapassar a embaúba. Esta, então, se despede, pois cumpriu sua função no trajeto até a floresta climática.

Agora, o guapuruvu ocupa o topo da floresta e, embaixo dele, vem crescendo o dandá. A cada poda feita no guapuruvu, repete-se o ciclo: maior entrada de luz, indução de crescimento por todo o sistema por meio das micorrizas e hormônios de crescimento. Assim, o dandá vai crescendo até o dia em que ultrapassa o guapuruvu. É a vez dele de se despedir, pois, como emergente, não tolera outras árvores sobre sua copa. Caso não houvesse o dandá, o guapuruvu permaneceria no sistema até envelhecer por completo, o que nos levaria a ficar estancados num sistema de acumulação por muitos mais anos. Graças a essa dinâmica do manejo por meio das podas, aceleramos enormemente a velocidade da mudança, da fitofisionomia, ou seja, da cara da nossa floresta.

Lembre-se: agricultura sintrópica é distúrbio, e a poda é necessária para impulsionar a floresta, para haver hormônios de

crescimento em profusão, brotação e, conseqüentemente, um sistema rejuvenescido, jovem, com vitalidade. É como se estivéssemos treinando um atleta de alta performance, sempre trabalhando com sua potência máxima. Um exemplo da necessidade do distúrbio para a frutificação ocorreu quando o furacão Richard atingiu a América Central, em 2010, causando grande destruição, derrubando muitas árvores e muitas foram “podadas”. No ano seguinte, nessa região, os plantadores de cacau, cultura conhecida por viver dentro da floresta, tiveram uma grande produção de frutos. O que explicamos para essas três espécies do estrato emergente (a embaúba, o guarapuvu e o dandá) vale para as espécies de todos os estratos. As plantas econômicas de cada estrato também podem contribuir com as podas. Por exemplo, no cultivo do cacau, segundo Ernst, sua poda pode chegar a 30% do que é podado no sistema. Se, lá no começo de nosso agroecossistema, conseguimos recolher e plantar sementes de árvores de todos os estratos, teremos os estratos completos quando o dandá passar a dominar a floresta como emergente.

Podemos imaginar, então, que no estrato alto começará a produção de jaqueira, abacate, cajá-manga, manga; no estrato médio, a produção de cupuaçu, rambutan, nêspera, citrus etc.; no estrato baixo, a do café, cacau, jabuticaba; e, como rasteiras, poderemos ter inhame, gengibre, açafraão, taioba etc. Além de todas essas espécies frutíferas, teremos muitas outras

BIODIVERSIDADE, UM INSTRUMENTO DO PLANETA TERRA

Aprofundando a discussão sobre sucessão das espécies em um ecossistema, Ernst Götsch dá como exemplo o que acontece na Amazônia, quando um sistema natural de abundância é derrubado para dar origem à agricultura de tumba e queima:

“Após a derrubada de uma mata de sistemas de abundância, queimando ou não em seguida, pode surgir nessa clareira, por exemplo, mamão, juntamente com pau-de-balsa. Podem surgir também, como secundárias 1, jaracatiá e eritrina. Nesse primeiro ciclo, os agricultores plantam de tudo: melancia, abóbora, arroz, milho, feijão, banana,

mandioca. Após quatro a cinco anos, derrubam e queimam de novo. Nesse segundo ciclo, ainda conseguem plantar arroz e banana-da-terra. Quatro a cinco anos mais tarde, queimam mais uma vez. Nesse terceiro ciclo, já não se produz mamão (exceto mamão macho), colhendo-se mamão fêmea somente em lugares privilegiados. Cresce agora o paricá como emergente, podendo surgir os dois tipos, paricá de cerne e sem cerne, e abaixo dele surgem certas euforbiáceas. Nesse ciclo, não se consegue mais produzir arroz, apenas mandioca e banana mais uma vez. Com oito a dez anos, queima-se novamente. Agora surge embaúba (no final da degradação), juntamente com taboca (uma espécie de bambu) e

taboquinha. Nos lugares mais magros aparece lacre (Vismea guianensis). Se avançarmos mais com a degradação, surgirão sapé e tiririca, e a capoeira secará. Não conseguiremos produzir mais nada, atingiremos o colapso. Quanto maior a quantidade e qualidade de vida consolidada em um sistema, menos espécies são necessárias para restabelecê-lo, caso contrário, ultrapassamos os limites aceitáveis de perturbação. Quanto menos abundância, maior a necessidade de mais espécies para sua recuperação.”

ESTA EXPLICAÇÃO QUE ERNST NOS OFERECE RETRATA UM CICLO QUE ACONTECE EM TODOS OS BIOMAS, EM TODAS AS FLORESTAS DO PLANETA.

Ernst Götsch, em comunicação pessoal com os autores.

árvores, madeiráveis e não madeiráveis, nativas e exóticas, que contribuem para a produção de matéria orgânica e fito-hormônios quando são podadas, imprescindíveis para autodinâmica do sistema. Ao escolher o que plantar, devemos ter cuidado para evitar trazer plantas que não se adaptam ao nosso local de cultivo, seja por causa do frio em excesso, do calor ou da quantidade de chuva etc. Por exemplo, na Amazônia, conforme mostrou um estudo realizado pelo professor Paulo Cavalcante,⁶ do Museu Emílio Goeldi, crescem bem mais de 150 espécies de frutas nativas e exóticas. As plantas não adaptadas ao clima local podem sofrer estresse, sendo que este, se prolongado, suprime o sistema imunológico, o qual desempenha um importante papel na auto-organização do organismo.⁷

O sistema imunológico, aqui, não se refere apenas ao indivíduo planta, mas a toda a biocenose associada à sua zona de raízes, pois os microrganismos não serão alimentados adequadamente pelos exsudatos da planta, cuja ecofisiologia encontra-se desequilibrada. Da perspectiva sistêmica, o estresse é um desequilíbrio no organismo que ocorre quando uma ou várias das suas variáveis flutuantes são empurradas para os seus valores extremos, o que induz um aumento de rigidez em todo o sistema e, portanto, uma perda de flexibilidade.⁸ Como exemplo, podemos citar o caso da frutífera lichia (*Litchi chinensis*), a qual é bastante exigente com relação ao clima. Ela se desenvolve bem, mas não produz satisfatoriamente em regiões tropicais, adaptando-se melhor em regiões onde o clima é frio e seco antes do florescimento e, no resto do ano, quente e úmido. A precipitação ideal para ela encontra-se entre 1.250 mm e 1.700 mm anuais.

Listou-se ao lado uma pequena amostra de espécies possíveis, incluindo muitas árvores cultivadas, de conhecimento dos agricultores, mas as possibilidades de consórcios são praticamente infinitas, já que só o Cerrado, por exemplo, possui mais de 10 mil espécies de plantas nativas.

6 – P. Cavalcante, *Frutas comestíveis da Amazônia* (1991).

7 – F. Capra e P. L. Luisi, *A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas* (2014).

8 – Idem.

VEJA ALGUNS EXEMPLOS DE BIOMAS E PLANTAS NATIVAS EXÓTICAS POR ESTRATOS:

AMAZÔNIA

- **Estrato emergente:** castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), angelim (*Dinizia excelsa*), piquiá (*Caryocar villosum*), cajá-mirim (*Spondias mombim*) etc.
- **Estrato alto:** jaca (*Artocarpus heterophyllus*), açai (*Euterpe oleracea*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), cajuí (*Anacardium giganteum*), mogno (*Swietenia macrophylla*), cedro rosa (*Cedrela fissilis*) etc.
- **Estrato médio:** cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), citrus (*Citrus spp*), mangustão (*Garcinia mangostana*), achachairu (*Garcinia humilis*), abiu (*Pouteria caimito*), biribá (*Rollinia mucosa*), carambola (*Averrhoa carambola*) etc.
- **Estrato baixo:** cacau (*Theobroma cacao*), abacaxi (*Ananas comosus*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*), uarutama (*Cheilochlinium cognatum*), bacabi (*Oenocarpus minor*) etc.

MATA ATLÂNTICA

- **Estrato emergente:** jequitibá (*Cariniana legalis*), jatobá (*Himenaea courbaril*), cajá-mirim (*Spondias mombim*), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) etc.
- **Estrato alto:** cedro (*Cedrela fissilis*), jaca (*Artocarpus heterophyllus*), juçara (*Euterpe edulis*), açai (*Euterpe oleracea*) etc.
- **Estrato médio:** cambucá (*Plinia edulis*), jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*), citrus (*Citrus spp*), banana-prata (*Musa acuminata*), longan (*Dimocarpus longan*) etc.
- **Estrato baixo:** cacau (*Theobroma cacao*), abacaxi (*Ananas comosus*), café (*Coffea arabica*), espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*), cabeludinha (*Myrciaria glazioviana*) etc.

CERRADO

- **Estrato emergente:** jatobá (*Himenaea courbaril*), barriguda-lisa (*Cavendishia umbellata*), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), cajá-mirim (*Spondias mombim*), jequitibá (*Cariniana legalis*) etc.
- **Estrato alto:** copaíba (*Copaifera langsdorffii*), baru (*Dipteryx alata*), mangaba (*Hancornia speciosa*), vinhático (*Plathymenia foliosa*), gonçalo (*Asdtrium fraxinifolium*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) etc.
- **Estrato médio:** biribá (*Rollinia mucosa*), citrus (*Citrus spp*), jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*), amora (*Morus nigra*), pera-do-cerrado (*Eugenia klotzchiana*) etc.
- **Estrato baixo:** marmelada-de-cachorro (*Cordia sessilis*), araçás (várias espécies), abacaxi (*Ananas comosus*), café (*Coffea arabica*) etc.

Outro exemplo interessante é o da mangueira (*Mangifera indica*), frutífera bastante comum que cresce bem em praticamente todos os biomas do Brasil, mas que só produz frutos naqueles em que o período da seca coincide com o de sua floração.

Fica claro, portanto, porque a ecofisiologia das plantas é um dos princípios fundamentais da agricultura sintrópica: é preciso entender como as plantas funcionam e respondem a mudanças em seus ambientes naturais. Dominando o conhecimento sobre seu comportamento, sua morfologia, ecologia e fisiologia, buscamos sempre imitar ao máximo o ambiente natural onde evoluíram por milhares de anos.

Com a floresta de alimentos e madeiras nobres formada, onde entram o milho, o quiabo, os cereais e o tomate? Sabemos que uma floresta pujante não é um lugar apropriado para essas espécies, que necessitam de mais luz — porém ainda podemos produzi-los. Para isso, derrubamos nosso agroecossistema onde achamos que podemos melhorá-lo, onde falta um estrato ou onde queremos introduzir uma frutífera que não temos. Aí, então, plantamos nossos cereais, nosso tomate, nossas hortaliças, agora sem a necessidade de usar adubo ou qualquer insumo, pois, desde que começamos nosso trabalho, o solo melhorou muito. Ele se tornou um solo de floresta, sem compactação, com um pH mais alto; o fósforo disponível subiu, o alumínio se tornou indisponível e, pelo sabor excelente das frutas, os micronutrientes voltaram.

E tem mais, vamos produzir hortaliças e grãos conservando o solo e usando o mínimo de água, isso graças à grossa cobertura morta, ao perfil profundo de solo que criamos e à ajuda de milhões de microrganismos. No momento em que plantamos nossos cereais e hortaliças, plantamos também as frutas e as madeiras nobres que desejamos. Junto a tudo isso, teremos também a valiosa regeneração natural, que manejaremos podando-a e conduzindo-a sem desrespeitar a porcentagem de sombra de cada estrato. Se quisermos produzir grãos, a descrição acima não se encaixaria, pois necessitamos de outro *design*,

com sistemas específicos para cereais, no qual introduzimos o capim como estrato baixo e linhas de árvores para poda a cada 4 ou 5 metros (veja pág. 54, “Criando sistemas específicos para grãos e pecuária”). O mesmo vale para a pecuária.

Afinal, não é nosso objetivo, após adquirir experiência e conhecimento para criar florestas biodiversas e extremamente produtivas, com cultivos perenes prósperos, derrubá-las para produzir principalmente grãos ou criar gado, algo que iria completamente contra a conservação de energia e os princípios da sucessão natural das espécies. Com relação ao esforço da mão de obra necessária para a implantação e a manutenção de um sistema sintrópico, 5% desse esforço são relativos ao plantio e 95% são dedicados ao seu manejo. Se atrasamos ou abandonamos o manejo, começam a surgir conflitos, tais como o sombreamento excessivo ou o envelhecimento das árvores, para os quais a natureza, é claro, sempre tem solução. Porém, na natureza, esses conflitos são resolvidos geralmente em uma escala de tempo muito maior. Em uma escala humana de tempo, buscamos ajustar os estratos das árvores podando-os, de modo a permitir que cada árvore tenha a necessária quantidade de luz ou sombra, depois cobrimos com o material das podas os locais descobertos ou mais fracos, colocamos os troncos em curva de nível em locais com declives e auxiliamos a infiltração das chuvas. Quando manejamos um agroecossistema, aceleramos a ciclagem de nutrientes e fixamos muito carbono.

Agroecossistemas, sistemas silviculturais e/ou agroflorestais bem manejados podem estocar até 228 toneladas de carbono por hectare, incluindo o retido no solo.⁹ É importante salientar que temos que atentar não apenas para a ciclagem do carbono, mas também para o fator hormonal, pois, quando podamos, estimulamos fortemente a produção de hormônios de crescimento nas plantas, os quais circulam por todo o sistema. Com isso, temos um aumento da fotossíntese e forte crescimento de todas as plantas, da parte aérea e das raízes.

Ao iniciarmos a implantação de um agroecossistema, é fundamental identificar em que ponto da sucessão a área se encontra. Podemos fazer isso observando as espécies presentes, pois muitas delas, como sapé (*Imperata brasiliensis*) e guanxuma (*Sida rhombifolia*), nos dão informação sobre o pH do solo e se há nele camadas compactadas. As plantas indicadoras, ao contrário do que muitos pensam, não são pragas, mas valiosos instrumentos que a natureza possui para curar as feridas abertas, causadas, em grande parte das vezes, pelo

próprio ser humano. Muitas vezes, as plantas que acusam a deficiência de um nutriente são hiperacumuladoras dele e, ao morrerem, deixam um nicho rico desse nutriente escasso, preparando um lugar melhor para as próximas plantas na sucessão, como é o caso do mio-mio (*Bacharis coridifolia*).

Saiba mais sobre as plantas indicadoras nas págs. 106 a 108 deste livro.

9 – R. K. Dixon, *Sistemas agroflorestales y gases invernadores* (1995).

Imagem 23



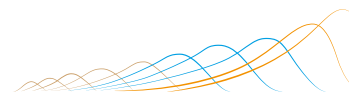
Criando e recriando, assim Ernst Götsch vem trabalhando há mais de 40 anos em sua fazenda em Piraí do Norte, na Bahia. Quando observa que pode melhorar as florestas plantadas por ele próprio, derruba e planta novamente, sem insumos, a placenta 1, placenta 2, cacau, castanha-do-brasil, açaí, marang, mangustão, achachairu etc. (a maioria por sementes), em solos que recuperaram quase plenamente sua fertilidade. Nesta foto, vemos uma clareira com mandioca, a qual é uma das criadoras das fruteiras e madeiras de lei abaixo dela. Apesar do agroecossistema ser tão pujante e produtivo, Ernst diz que ainda não atingiu os sistemas de abundância.

SISTEMAS DE ACUMULAÇÃO

Atualmente é a situação de boa parte dos ecossistemas antrópicos

	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
	CLÍMAX			PLACENTA			SECUNDÁRIA			CLÍMAX								
• EMERGENTE				<i>VERMONIA POLYANTHES</i> (ASSA-PEIXE)			<i>MYRSINE SP</i> (CAPOROROCA)			<i>BOWDICHIA VIRGILOIDES</i> (SUCUPIRA-PRETA)								
• ALTO				<i>IMPERATA BRASILIENSIS</i> (SAPÊ)			<i>SYAGRUS BOTRYOPHORA</i> (PATI)			<i>BROSIMUM RUBESCENS</i> (CONDURU)								
• MÉDIO				<i>CLIDEMIA SP</i> OU <i>MELASTOMA SP</i> (FOLHA-FOGO)			<i>MICONIA DODECANDRA</i> (MUNDURURU-BRANCO)			<i>ASTROCARIUM TUCUMA</i> (TUCUM)								
• BAIXO				ASTERACEAE (EX: MALMEQUER)			<i>DOLIOCARPUS DENTATUS</i> (CIPÓ-FOGO)											
• RASTEIRO				LÍQUENS			CIPERÁCIAS DE FOLHAS ESTREITAS											

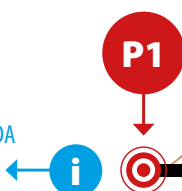
No processo inicial de observação, é fundamental detectarmos se a área apresenta estratificação e se possui os jogos completos de espécies da sucessão natural, o que permitirá a conclusão de cada ciclo com máxima eficiência. Ter cada nicho ocupado espacial e temporalmente é o que nos faz avançar a passos largos para sistemas de abundância. Veja um exemplo de sucessão no gráfico.



A FALTA DE ESPÉCIES NA SUCESSÃO CRIA OPORTUNIDADES PARA DOENÇAS

P (n): São pontos de implantação e/ou ocorrência de clareira

A ESCALA TEMPORAL NÃO ESTÁ REPRESENTADA NA FIGURA

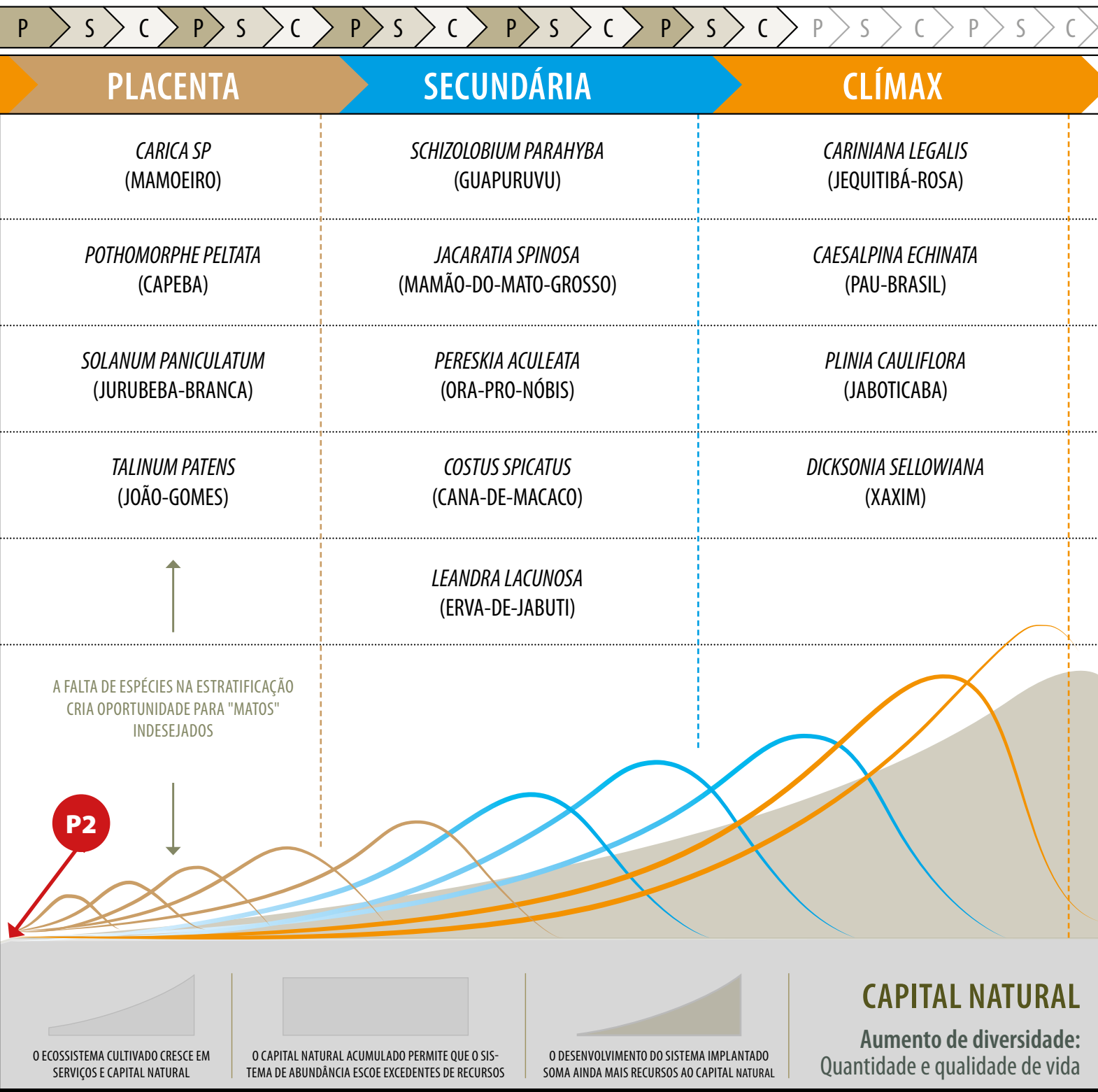


Exemplo de sucessão natural de espécies mostrando algumas possibilidades de plantas, seus estratos e ciclos de vida.

Imagem 24

SISTEMAS DE ABUNDÂNCIA

Capazes de sustentar espécies mais exigentes



A figura não está em escala temporal, pois o tempo de placenta aparece muito longo quando comparado com o tempo das espécies climáticas, o qual é muito mais longo (350 anos, por exemplo).

Mandioca (*Manihot esculenta*), excelente criadora de árvores, da qual tudo se aproveita, até a sombra. Fazenda Olhos D'Água (BA).





CRIANDO SISTEMAS ESPECÍFICOS PARA GRÃOS E PECUÁRIA, POR ERNST GÖTSCH

Atualmente, a agricultura, principalmente de larga escala, que vem buscando diminuir seus custos de produção, reduzindo o uso de agrotóxicos, adubos químicos e sementes transgênicas, apoia-se no seguinte tripé: plantas de cobertura anuais, pós de rocha e microrganismos.



Consideramos louvável o uso de microrganismos para trazer a vida de volta aos nossos solos degradados, juntamente com o rejuvenescimento proporcionado pelos pós de rocha, mas, ao plantar grãos somente com plantas de ciclo de vida curto, nunca caminharemos para sistemas de abundância, pois, para isso, precisamos das árvores de ciclo de vida longo em grande número. Na pecuária, devemos seguir a mesma recomendação. Como podemos, então, criar sistemas em larga escala com árvores? Criamos uma savana submetida fortemente a um ou dois distúrbios (podas) por ano. Usamos árvores como araribá (*Centrolobium tomentosum*) ou cajá-mirim, as quais suportam poda e são plantadas no início juntamente com eucalipto e guapuruvu (na distância de dois a três metros na linha), entre os quais plantamos cajá, mogno-africano, mogno-amazônico — plantas que suportam a poda anual e reagem muito bem, além de buscarmos por mais espécies com esse comportamento, como o jambolão (*Eugenia jambolana*), que produz boa madeira e também reage bem à poda. O sombreiro teria o mesmo comportamento, mas não produz madeira de boa qualidade. Podemos também, ao invés de plantar a safrinha⁶, colocar banana no sistema (nas linhas das árvores), o que criaria um sistema mais inteligente e um descanso maravilhoso às plantas. Com isso, teríamos mais liberdade para pulsar o sistema.

Por exemplo, podemos decidir pulsá-lo (ou seja, causar o distúrbio por meio da poda) em outubro/dezembro para plantar milho branco, ou em fevereiro/março para plantar hortaliças de verão. Nesse momento, fazemos a poda drástica, destopando as árvores, derrubando toda a banana e deixando só o filho chifre. Isso pode ser feito em grande escala. Esse método não empobrece o sistema, ao contrário, teremos um aumento da matéria orgânica e um forte efeito hormonal.

Para um sistema específico para cereais, não é possível empregar o mesmo *design* dos agroecossistemas em que produzimos tangerina, manga, café, laranja, pois ele não atenderia ao costume alimentar atual da população (grande consumidora de grãos). Precisamos criar sistemas específicos para cereais, assim como para frutas, nozes e para a pecuária. Um sistema para cereais deve ter *design* bastante específico em virtude da presença de canteiros na linha das árvores, onde podemos cultivar plantas semiperenes, como cúrcuma, gengibre, cardamomo etc. Já em um sistema para pecuária, não podemos ter canteiros nas linhas das árvores, pois o gado não os respeita; além disso, as árvores escolhidas para pecuária precisam aguentar o pasto no pé. Um sistema de pecuária deveria funcionar estritamente rotacionado, com, no máximo, entre 6 e 12 horas para rotação do gado. Após sua retirada, o capim não comido deve ser ceifado para não ficar velho, assim não teremos problemas. Quando o gado vive em um pasto sombreado, ele nunca deposita o esterco próximo às árvores, mas sim nas entrelinhas. Com essa lógica, os animais sempre vão comer o capim das linhas de árvores, sobrando somente capim não pastado nas ruas, onde o gado deposita parcialmente o esterco. Então, imediatamente após o término de cada rotação, pode-se mecanizar o corte do capim não pastado.

• **Safrinha:** O cultivo da safrinha (geralmente milho ou sorgo) é definido como o plantio de sequeiro (sem irrigação), cultivado extemporaneamente, de janeiro a abril, quase sempre depois da soja precoce. Ocorre na região Centro-Sul brasileira, envolvendo basicamente os estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e, mais recentemente, Minas Gerais.



Frutos de castanha, a “vaca” dos amazonenses, por seu leite de excelente qualidade, extraído dos frutos recém-colhidos. Uma vaca cria um bezerro; uma castanheira, uma floresta.

A IMPORTÂNCIA DA ESTRATIFICAÇÃO

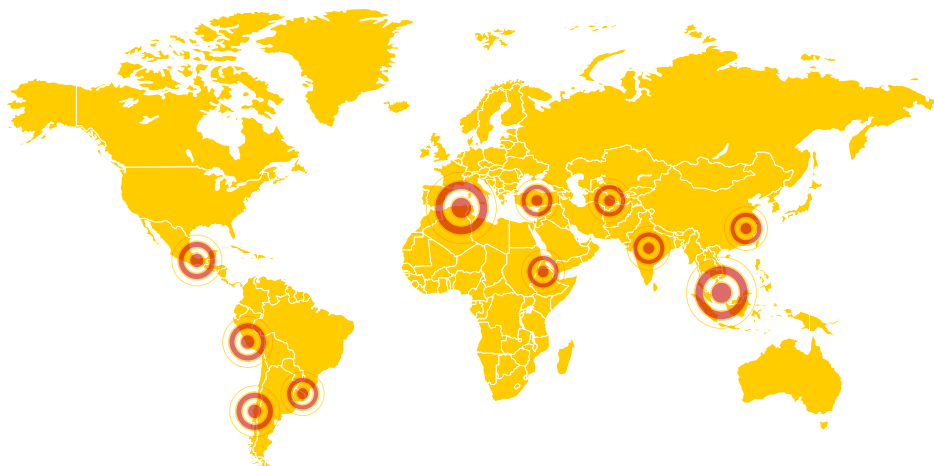
Recriar florestas produtivas, semelhantes na forma, na função e na sua dinâmica aos ecossistemas originais do lugar, implica construirmos florestas estratificadas.

Na natureza, cada planta se encontra dentro de um contexto. Andando pelo interior de uma mata primária na Amazônia, podemos observar, por exemplo, que o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) não está no topo da floresta. Existem árvores por cima e abaixo dele, o que nos leva a concluir que o cupuaçu é uma planta do estrato médio. Andando pelas ilhas do Caribe, percebemos que um pé de acerola (*Malpighia emarginata*) é, na **floresta xerófila**⁶, uma árvore que faz parte do dossel (estrato alto), apesar de não ultrapassar os 6 metros de altura, ou seja, deve ser muito menor do que um cupuaçuzeiro, o qual, no seu lugar de origem, chega facilmente a 15 metros de altura.

Nas ilhas do Caribe e na América Central, onde a acerola ocorre naturalmente, as matas são bem mais baixas (7 a 10 metros de altura) do que as do lugar de origem do cupuaçu, onde elas podem alcançar de 40 a 60 metros de altura. Assim, o que determina o estrato da planta não é sua altura, mas o estrato que ela ocupa na floresta em que ela se origina, ou seja, em seu “centro de origem”. O russo Nikolai Ivanovich Vavilov (1887-1943) foi o primeiro pesquisador a estudar detalhadamente os centros de origens das plantas cultivadas. Na primeira metade do século XX, Vavilov viajou durante mais de 20 anos pelos cinco continentes, colhendo sementes de plantas agrícolas,

como milho silvestre e cultivado, batata, grãos, forragens, frutas e todo tipo de vegetais. Ele chegou a ter a maior coleção de sementes do mundo, a qual contava com cerca de 200 mil espécies, que foram armazenadas e semeadas em mais de 100 estações experimentais na então União Soviética. Em suas viagens, Vavilov percebeu que a distribuição da biodiversidade agrícola se dava de modo desigual: enquanto em alguns lugares sobravam plantas, em outros, muito poucas. Ele também registrou que os lugares com maior biodiversidade agrícola contam com diferentes topografias, tipos de solo e clima. Além disso, determinou, na sua época, que essa biodiversidade concentrava-se em oito núcleos: China (origem da soja), Índia, Oriente Próximo, Ásia Central, Sudeste da Ásia, regiões montanhosas da Etiópia, México e América Central (origem do milho), Andes Centrais (origem da batata) e Mediterrâneo. Ainda hoje, essas áreas geográficas são conhecidas como “centros Vavilov” (Imagem 26).

Principais centros de origem das plantas cultivadas, segundo o estudo original de Vavilov. Imagem 26



• **Floresta xerófila:** É composta por plantas que estão adaptadas a habitats secos e que sobrevivem com quantidades de água reduzidas.



População natural de abacaxis (*Ananas ananassoides*) frutificando sob a copa das árvores no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (GO).

O Brasil é centro de origem de muitas plantas cultivadas, dentre elas o abacaxi. Observando um plantio convencional dessa fruta, sob a forma de monocultura, poderíamos pensar que ela pertence ao estrato alto ou emergente. Mas será esse o estrato ocupado pelo abacaxi em ecossistemas naturais? No Cerrado brasileiro, temos uma espécie de abacaxi que viceja naturalmente, o *Ananas ananassoides*, que é bastante semelhante ao abacaxi que cultivamos, o *Ananas comosus*. Se percorrermos o interior do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, uma área protegida de 240 mil hectares no interior do estado de Goiás, encontraremos várias populações de abacaxi vegetando naturalmente. Quando nos deparamos com uma dessas populações, podemos ver claramente que o abacaxi é uma planta do estrato baixo, conforme mostram as imagens a seguir. Embora os pés de abacaxi das imagens 27, 28 e 29 cresçam próximos uns aos outros, existe uma grande diferença quanto à quantidade de luz que recebem: os pés de

abacaxi das imagens 27 e 28 estão protegidos pelas copas das árvores, enquanto os da Imagem 29 estão a pleno sol. Nesse ambiente, todas as plantas que encontramos estavam raquíticas (cresceram pouco) e com as folhas envelhecidas e secas, enquanto as que cresceram sob a floresta (centenas delas) estavam bem maiores e com um verde brilhante nas folhas, como ilustram as imagens 27 e 28. As imagens 30 e 31 foram obtidas posicionando a máquina fotográfica sobre os pés de abacaxi mais vigorosos e apontando a lente objetiva para o alto. Ou seja, as imagens captam o que as plantas de abacaxi “veem” quando “olham” para o céu.

Observando a maior vitalidade das plantas que cresceram sob a floresta em relação àquelas que nasceram a pleno sol, não restam dúvidas de que o abacaxi é uma planta de estrato baixo. Em nossa incursão pelo Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, ficou evidente que as populações de abacaxi mais viçosas acompanhavam precisamente a mata ciliar do córrego.



Populações naturais de abacaxi no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (GO).



Planta de abacaxi nativo a pleno sol no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (GO).



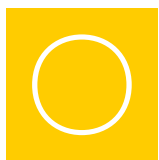
Visão do céu do ponto de vista dos pés de abacaxi.



Visão do céu do ponto de vista dos pés de abacaxi.

HISTÓRIA NATURAL DO ABACAXI

Ernst Götsch morou vários anos na Costa Rica e, naquela época, conheceu uma pesquisa de longa duração sobre o abacaxi, a qual nos relata abaixo.



abacaxi cultivado que conhecemos tem uma história natural de que poucos sabem. Sua origem remonta a florestas climáticas, vivendo como **epífita**⁶ por mais de 70 anos na copa de grandes árvores. E como chegou até lá? Foi plantado a partir de sementes por pequenas aves **frugívoras**⁶ e **onívoras**⁶, como sanhaço, sabiá etc. Assim, os abacaxis passam toda sua vida na copa de árvores velhas climáticas, onde as sementes brotaram e se desenvolveram em plântulas, necessitando de aproximadamente 60 anos para atingirem a floração, entretanto, as árvores em que se apoiam tombam.

A partir desse evento, os abacaxis, que até então eram plantas epífitas, começam a crescer no chão e no meio da clareira, alimentados pelo abundante material **lignificado**⁶, e pouco depois começam a florir. Os primeiros frutos são grandes e comidos por antas e outros frugívoros de porte grande. Os frutos da segunda safra já são menores e comidos por quatis, jacus etc. Os frutos da terceira safra são menores ainda, sendo comidos por raposas, papa-mel etc.

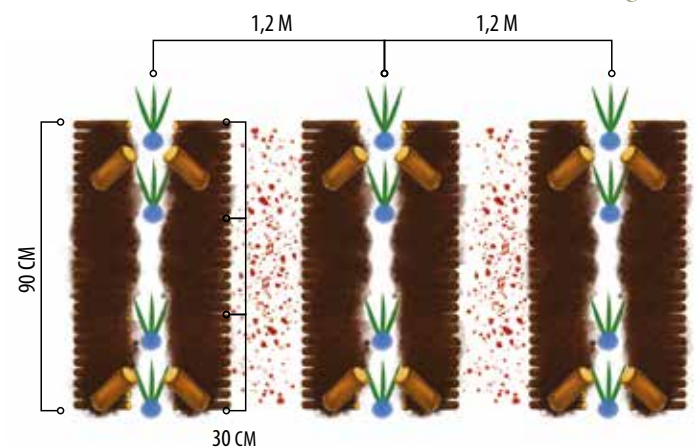
Os últimos frutos, os quais se encontram dentro da placenta 2 e 3, tanto quanto dentro da mata secundária de ciclo de vida curto/médio (pois já se passaram cinco a seis anos desde a queda da velha árvore e o sistema encontra-se rejuvenescido), agora são muito pequenos, tendo, cada um, sementes de tamanho e forma semelhantes a sementes de linhaça). O ciclo, então, recomeça: os sanhaços e sabiás comem os frutos e depositam suas fezes, que contêm as sementes do abacaxi, em cima da copa de árvores velhas climáticas, onde os abacaxis nascem, crescem e se desenvolvem em plântulas, pequenas epífitas, ficando e crescendo lá... E o ciclo se refaz...

Quando tentei fazer algo similar, entre o fim do século passado e o ano de 2004, tive grande êxito, tendo procedido da seguinte maneira:

1. Primeiro, derrubei capoeiras altas e concentrei a madeira das árvores, cortada em toretes retos de aproximadamente 40 cm, em forma de **leiras**⁶ duplas.

2. Depois, plantei os abacaxis a cada 30 cm no meio dessas leiras, e plantei também **manivas de mandioca**⁶ a cada 90 cm e sementes de árvores a cada 30 cm entre os abacaxis, juntamente com feijão-de-porco e feijão-carioca ou feijão-vigna, repetindo leiras duplas de madeira a cada 1,2 metro, conforme o esquema abaixo.

Imagem 32



- MISTURA DE SEMENTES DE ÁRVORES JUNTO COM FEIJÃO E FEIJÃO-DE-PORCO
- FEIJÃO E FEIJÃO-DE-PORCO NAS RUAS
- TORETES DE MADEIRA COM 40 CM DE COMPRIMENTO
- MANIVAS DE MANDIOCA
- MUDAS DE ABACAXI

⁶ **Epifitismo:** É uma relação de inquilinismo entre duas plantas ou algas, na qual uma planta vive sobre a outra, utilizando-se apenas de apoio e sem dela retirar nutrientes.

Quanto à manutenção e desenvolvimento do sistema, é possível apontar o seguinte:

1. *Foram cortadas as primeiras folhas trifolioladas⁶ do feijão-de-porco, o que permitiu uma excelente colheita do feijão-carioca ou feijão-vigna. A operação de poda apical do feijão-de-porco resultou em um forte crescimento de todo o sistema logo após a intervenção.*

2. *Sete a dez meses depois do plantio do sistema, a mandioca foi colhida e as árvores de rápido crescimento foram encurtadas (destopadas) na altura dos abacaxizeiros. Com isso, 96% das plantas de abacaxi, a grande maioria delas extremamente alta (com 1,7 a 1,8 m), receberam a indução floral. Quatro meses depois elas floriram, bem protegidas do sol pelas árvores que rebrotaram (as mais altas com 3 a 5 metros de altura), e os frutos amadureceram de modo extremamente homogêneo, sem tratamento fitossanitário. Perdemos menos de 5% devido à broca, gomose ou outras doenças. O peso dos frutos variou de acordo com a qualidade do solo e a variedade (pérola cilíndrica e pérola cônica) entre 1,3 e 1,9 quilos por fruto. É importante frisar que somente a primeira colheita é economicamente interessante, pois, nas seguintes, a produtividade é menor, os frutos têm menor tamanho e a colheita dura meses devido ao amadurecimento heterogêneo.*

Quando respeitamos a ecofisiologia das plantas, evitamos que elas entrem em estado de estresse. O estresse é um dos gatilhos que desencadeia doenças e ataques de insetos, influenciando inclusive na qualidade dos frutos. Muitas vezes, compramos um abacaxi no mercado com a casca ainda bem verde, mas, ao abri-lo, notamos que sua polpa já está como que vitrificada: o fruto, apesar de verde, está passado, pois o calor excessivo do sol o amadureceu forçadamente. Assim como uma vaca holandesa (nativa do clima frio da Europa) entra em estresse quando a temperatura ambiente passa dos 16 °C, ocasionando mastites frequentes, micoses de casco etc., um simples fruto de abacaxi também pode se “estressar” caso não lhe sejam proporcionadas

as condições ideais nas quais evoluiu por milhares de anos. Se criarmos as condições adequadas para que nossas plantas cultivadas manifestem, a partir de si mesmas, todo o seu potencial produtivo, poderemos criar campos de cultivo belíssimos e altamente produtivos, sem necessidade de forçar a produção com adubos químicos, hormônios e pesticidas.

Se as grandes companhias produtoras de frutos entenderem a lógica de funcionamento da floresta, tal qual faz a agricultura sintrópica, se os grandes produtores de grãos fizerem pequenas mudanças em seus campos e se for possível obter máquinas adaptadas para o trabalho com as árvores, será possível abandonarmos completamente o uso de agrotóxicos. Ernst Götsch já vem trabalhando com alguns grandes produtores e os resultados são impressionantes. Na Fazenda da Toca, em Itirapina (SP), pomares orgânicos de laranja com infecção de *greening* que recebiam 57 pulverizações anuais de caldas, permitidas na agricultura orgânica, passaram a dispensar totalmente qualquer pulverização com a adoção da agricultura sintrópica, além de apresentarem redução do *greening*. Chegou-se a esse resultado retirando os tratores pesados e plantando mombaça (*Panicum maximum*) nas entrelinhas, e, nas linhas de citrus, plantou-se mandioca, banana, eucalipto e árvores nativas.

• **Frugívoro:** Animais frugívoros são aqueles cuja dieta alimentar é composta principalmente por frutos, não causando prejuízo às sementes de uma planta, que são eliminadas intactas por defecação ou regurgitação.

• **Onívoro (ou omnívoro):** Animais omnívoros são aqueles com capacidade para metabolização de diferentes classes alimentícias. Eles têm, portanto, uma dieta alimentar menos restrita que a dos carnívoros ou herbívoros. Normalmente são predadores, mas têm o aparelho digestivo adaptado para metabolizar diferentes tipos de alimentos.

• **Lignificado:** O mesmo que lenhoso, que tem aspecto ou consistência de madeira.

• **Leira:** Qualquer amontoado em linha. Por exemplo: a) leira de café: uma pequena pilha de café em linha no terreno; b) leira de terra: o monte de terra ao lado de cada sulco num campo arado.

• **Maniva de mandioca:** Pedaco do caule da mandioca usado para o plantio.

Mas por que a introdução de poucas espécies nesse campo de citrus e a retirada das máquinas pesadas proporcionaram toda essa mudança? Porque mudamos o paradigma de produção! Antes, o capim na entrelinha era um “mal necessário”, uma praga a ser controlada ou eliminada. Para isso, em campos convencionais, emprega-se herbicida; na agricultura orgânica, usa-se roçadeira ecológica, fogo e até choque elétrico. Na agricultura sintrópica, diferentemente, tratamos o capim como nossa fábrica de NPK. Ele é cortado com ceifadeiras afiadas para que rebrote mais rápido e transmita essa informação de crescimento vigoroso a todo

o sistema, ao passo que a matéria orgânica é organizada em leiras duplas debaixo das copas das fruteiras, formando riquíssimos canteiros para elas, o que evita o surgimento de “mato” não desejado e produz um solo idêntico ao de um minhocário. As árvores podadas (eucalipto, banana e outras) são trituradas e seu material é espalhado nos campos, produzindo húmus mais estável no solo (originado de lignina). O rebrote das árvores estimula todas as outras espécies à sua volta a crescerem também. No pico do verão, o citrus tem a sombra do eucalipto e, no inverno, tem o sol para aquecê-lo. Pequenas mudanças, grandes transformações.

DISTRIBUIÇÃO NA OCUPAÇÃO DOS DIFERENTES ESTRATOS

Muitos técnicos ainda carregam a ideia errônea, segundo a qual, apesar de a agricultura sintrópica ser um modelo ecologicamente excelente, é impossível abrir mão dos princípios da Revolução Verde (que, apesar do nome, prevê o uso de pesticidas e adubos químicos para o aumento da produção) para produzir em larga escala e alimentar toda a humanidade.



Alguns chegam a levar essa forma de ver até as agências governamentais, criando pacotes tecnológicos que multiplicam esse equívoco. De acordo com a cultura principal que o agricultor escolhe como carro-chefe, é comum observarmos sistemas de cultivo que não atingem a autonomia e a independência desejadas quanto ao uso de pesticidas, de adubos químicos ou orgânicos, quanto à necessidade de água etc. Isso ocorre em função de alguns erros cometidos, principalmente no que diz respeito à ocupação dos estratos. **Por exemplo:**

1) Forte peso nos estratos alto e emergente.

A maior parte das árvores madeiráveis é, naturalmente, dos estratos alto e emergente. Quando visamos apenas à madeira, focamos somente na construção de um sistema de acumulação, como no caso dos plantios modernos de eucalipto ou pinus.

*Esse tipo de plantio baseado em monocultura não é inteligente porque simplesmente poderiam ser produzidos de 30 a 50% mais madeira, e de melhor qualidade, se pinus e eucalipto, ou mogno e eucalipto, por exemplo, fossem plantados juntos. Isso porque o eucalipto é uma planta emergente que produz um **fuste**⁶ reto e mais comprido, enquanto o mogno, que ocupa o estrato alto, pode aproveitar a luz filtrada por ele, o que permite caminhar para uma otimização dos cultivos.*

É importante atentar também para o fato de que, se Ernst fala em uma porcentagem ideal de 15 a 25% de sombra produzida por plantas do estrato emergente em uma floresta, ele também salienta que temos essa proporção em florestas que estão no

• **Fuste:** É a parte principal do tronco de uma árvore, aquela situada entre o solo e as primeiras ramificações.

auge de produção de alimentos para animais de porte grande. Ao observarmos as plantações de Ernst Götsch em sua fazenda na Bahia, podemos identificar claramente todos os estratos: emergente, alto, médio e baixo. Quando somos movidos apenas pela visão econômica e capitalista da natureza, nosso olhar se restringe àquilo que diretamente nos interessa, e tudo passa a ser recurso econômico para maximizar o capital financeiro.

No entanto, se perdemos a visão do todo, perdemos também o futuro, porque as plantas não estão sozinhas na natureza, estamos trabalhando com um macrorganismo e não é possível recriá-lo se esquecermos de inserir parte de seus órgãos nesse processo. Mas podemos inverter essa lógica quando entendemos como a natureza funciona e seguimos nesse caminho de fazer a vida prosperar. Ao começar qualquer sistema sintrópico, semeamos as árvores de cada estrato em muito maior densidade do que elas aparecem em uma floresta adulta. Imaginemos, por exemplo, a cultura do cacau (estrato baixo).

Se desejamos um pé de cacau em determinado local, semeamos cem sementes de cacau nessa área, de modo que, quando as plantas forem adultas, teremos somente uma planta de cacau naquele lugar (acompanhada de todos os outros estratos necessários). Quando os cacaueiros iniciam a produção de frutos, esse ainda não é o auge de produção desse sistema, as árvores vão ficando maiores a cada ano e nosso papel é criar mais espaço para as melhores delas.

Selecionamos as melhores entre as melhores, sem que restem, no entanto, lacunas, e isso justamente porque plantamos em alta densidade no início. Esse é um dos segredos! Os emergentes podem ser podados, mas são principalmente raleados (a poda de indivíduos muito altos dificulta o manejo), ao passo que os estratos alto, médio e baixo podem ser raleados, mas são principalmente podados. Isso fica bem claro quando o estrato baixo é o foco de produção, como no caso do cacau ou do café. Assim, no auge de produção do cacau, em sistemas complexos, podemos ter 1.100 árvores de cacau

por hectare e de 70 a 80% desse número em árvores de outros estratos (700 a 900 indivíduos), incluindo plantas frutíferas, madeiráveis, medicinais, melíferas etc., as quais são anualmente podadas ou raleadas.

2) Desaparecimento dos estratos médio e baixo.

Quando nossas florestas deixam de ser podadas ou quando a ocupação dos estratos ocorre de forma natural, sem intervenção do ser humano, a floresta chega a um ponto em que os estratos médio e baixo desaparecem.

Por exemplo, a jabuticabeira não produz mais, o cacaueiro vai embora, as laranjeiras se despedem, a jaqueira também, acontecendo inclusive no lugar natural dessas fruteiras. Isso pode acontecer para a fase médio-tardia, em quase todas as florestas na sua fase de clímax, em climas úmidos e subúmidos, sendo mais acentuado nas altitudes fora dos trópicos, na contraface das montanhas (face sul no hemisfério Sul e face norte no hemisfério Norte). Portanto, no sistema de acumulação, a floresta se torna vazia nos estratos inferiores (médio e baixo), mas ainda temos a castanheira produzindo (estrato emergente); a floresta ainda sustenta animais de porte grande, mas não temos mais uma produção abundante de frutos.

Do ponto de vista puramente conservacionista, poderíamos considerar esse processo natural e não interferir nele, pois as frutíferas que plantamos em nossos sistemas evoluíram em florestas naturais sem a intervenção dos seres humanos. Mas a vida não é uma lata de conserva, vida é fluxo. Só voltaremos a ter produção nos estratos médio e baixo quando tivermos algum distúrbio, como a abertura de clareiras, por exemplo.

O distúrbio é produtivo, como já foi dito antes, é uma pré-condição para a renovação das florestas, pois aumenta sua capacidade de fotossíntese. Evidentemente, os distúrbios de que falamos aqui são bastante diferentes dos distúrbios **antrópicos tecnomorfos**⁶, provocados pelos seres humanos em todos os biomas do planeta; estes, diferentemente dos naturais, causam uma verdadeira devastação *antinatural*, pois não consideram os princípios que criaram e mantêm o próprio sistema.

3) Sistemas de acumulação que se tornam “eternos” e sem vida, isto é, que permanecem na acumulação, sem condições de vida para animais de porte grande.

Esses sistemas ocorrem em locais e situações em que, devido às suas pré-condições ecofisiológicas, deveriam estar submetidos a distúrbios periódicos que não acontecem por falta da presença de seu vetor causador (vento, tempestades, animais de grande porte etc.) ou no caso de agroecossistemas inadequadamente desenhados e manejados (falta de poda). No outro extremo, temos sistemas naturais de abundância, que mostram, no seu auge, a seguinte distribuição de cobertura de área por estrato.

Para atingir esses números, as florestas conhecem muitos meios e usam inúmeras estratégias. Cabe a nós escolhermos os mais indicados e eficientes no manejo dos nossos agroecossistemas. Nas imagens 34 e 35, a seguir, podemos ver a estratificação e a estruturação de uma floresta natural de abundância antes e depois de um distúrbio maior (a queda das copas de duas árvores do estrato alto após um distúrbio natural, como tempestade, ventos fortes etc.). A “poda” natural resulta em forte frutificação e vigoroso crescimento do sistema. Podemos observar o mesmo efeito em florestas de produção inspiradas em sistemas naturais de abundância, as quais, após poda, resultam igualmente em novo e vigoroso crescimento do sistema e forte frutificação, conforme as imagens 36, 37, 38, 39 e 40. É importante notar também que existem outros meios, além da poda, para regular a sombra proporcionada pelas plantas que compõem os estratos emergente, alto e médio, que são naturais das próprias espécies. Por exemplo, muitas plantas são caducifólias (perdem suas folhas numa certa estação do ano, geralmente nos meses mais frios e sem chuva).

Ao lidar com esse tipo de plantas, é preciso observar o período do ano em que as árvores ficam sem folhas e por quanto tempo, pois, ao perdê-las, elas oferecerão pouca sombra para a vegetação abaixo delas, favorecendo as espécies que precisam de luz para a sua indução floral. Um exemplo extremo é o cajueiro (*Anacardium occidentale*), que floresce no pico da seca, ficando verde escuro, amadurecendo seus frutos no fim dessa estação e

ESTRATO	MÉDIA
15% a 25% de área sombreada por emergentes	20%
30% a 40% de área sombreada por altos	35%
50% a 60% de área sombreada por médios	55%
80% a 90% de área sombreada por baixos	85%
10% a 20% de área sombreada por rasteiros e regeneração nova	15%
TOTAL	210%

O leitor perguntará: Como é possível obter 210% de sombreamento? Isso se deve ao fato de que a agricultura sintrópica trabalha com quatro dimensões: largura, comprimento, altura e tempo. Graças à estratificação, pode-se ter muitas plantas convivendo no mesmo espaço, pois, naturalmente, elas têm diferentes alturas e tempos de vida, não havendo competição entre elas, apenas cooperação.

perdendo quase todas as suas folhas no começo da estação das águas. Isso permite um crescimento vigoroso das plantas abaixo dele (inclusive as anuais, como milho, feijão, tomate etc.), as quais são adubadas pelas folhas que caíram do cajueiro e protegidas do vento e do sol forte em pleno verão da Caatinga (dezembro, janeiro e fevereiro).

Assim, nesse ecossistema, podemos sombrear percentualmente muito mais as áreas que ele habita, cuidando para não ultrapassar de 30% a 40% de sombra produzida pelo estrato alto (estrato do cajueiro). O mesmo acontece com espécies como a castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), o jaracatiá (*Jacaratia spinosa*), o cajá (*Spondias mombin*), entre outras, que ficam sem folhagem por muito tempo nos meses sem chuva, o que gera o estímulo (a indução floral) para a frutificação das plantas debaixo delas.

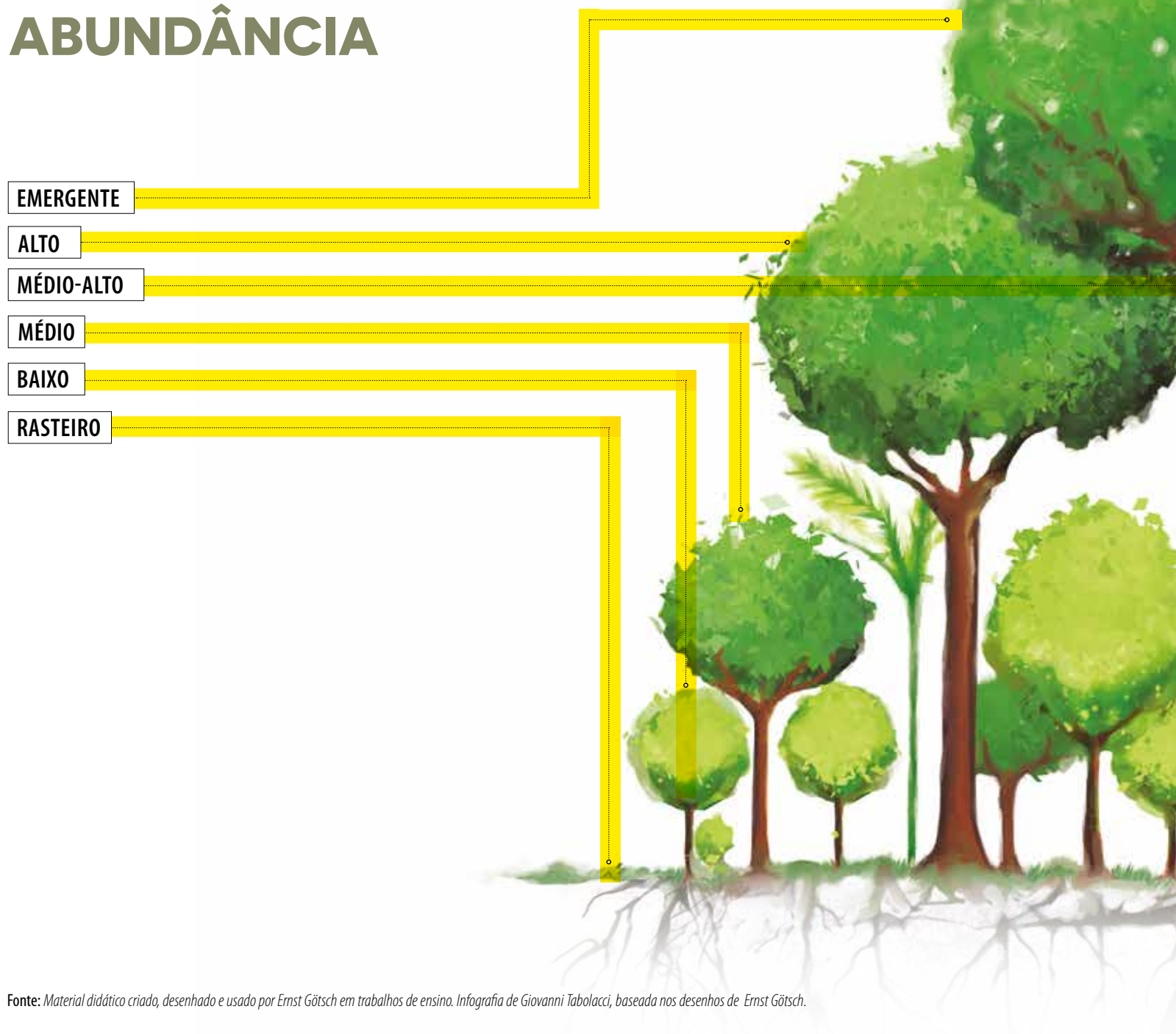
• **Antrópico(a):** Característica resultante da ação dos seres humanos.

• **Tecnomorfia:** Refere-se ao conjunto de relações entre as técnicas e o solo, e entre o solo e as técnicas. A tecnomorfia em si não é algo negativo, porém, quando essas relações se dão de modo destrutivo para o planeta, ela se torna danosa para a vida. Frequentemente, ao ter o lucro como objetivo fundamental, as tecnologias criadas e empregadas pelos seres humanos não levam em conta os princípios que regem a multiplicação e a manutenção da vida no planeta.



Após a colheita do cacau (*Theobroma cacao*), realiza-se a poda drástica anual das árvores, reciclando 120 toneladas de biomassa por ha/ano. Fazenda Olhos D'Água (BA).

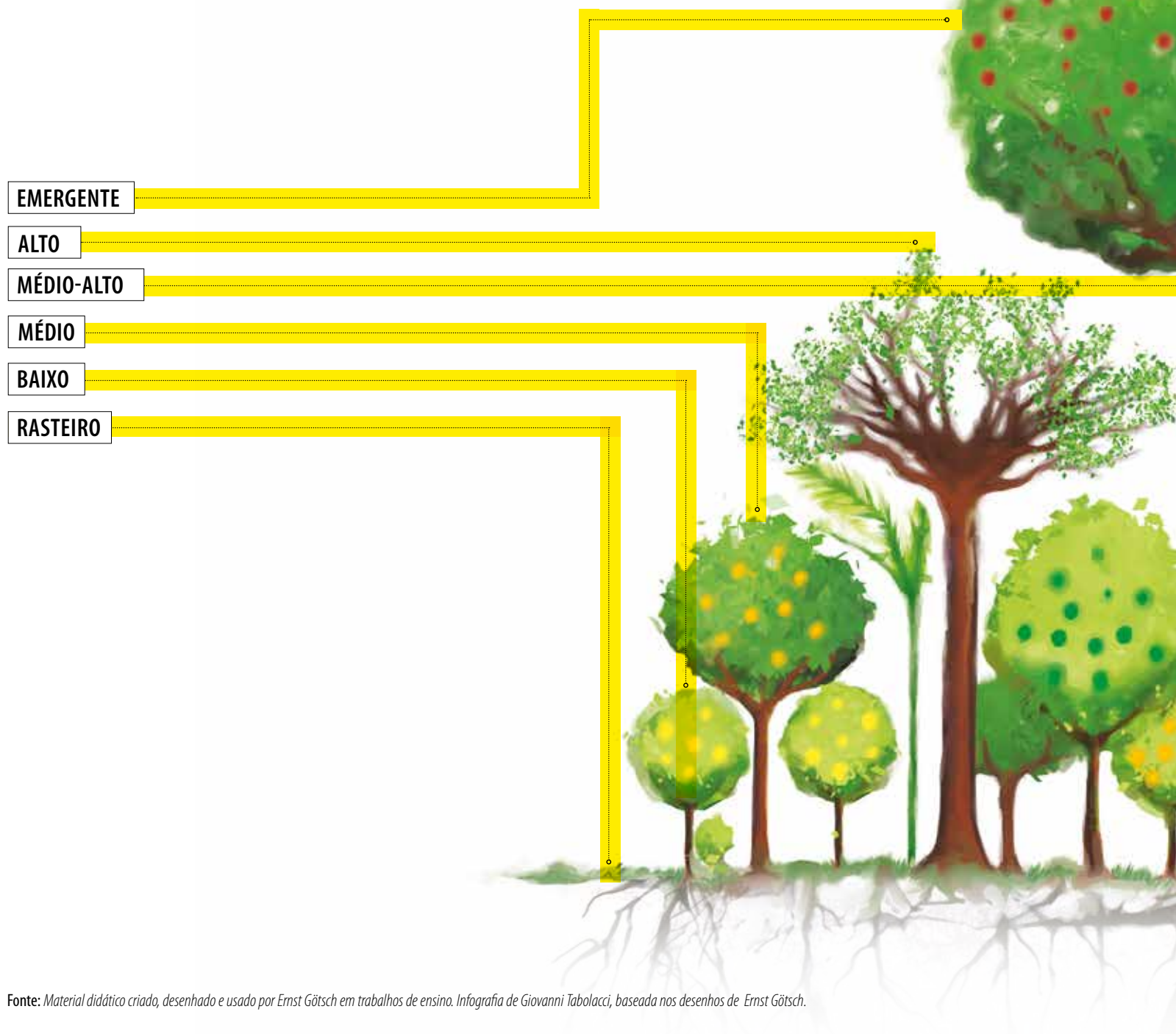
ESTRATIFICAÇÃO E ESTRUTURAMENTO DE UMA FLORESTA NATURAL DE ABUNDÂNCIA



ESTRATIFICAÇÃO ANTES DE UM DISTÚRBO
MAIOR, COMO TEMPESTADE, VENTOS
FORTES, FURACÃO ETC.



SEIS MESES DEPOIS DE UM DISTÚRBO MAIOR, ABRINDO O DOSSEL SIGNIFICATIVAMENTE, QUE, POR SUA VEZ, RESULTOU EM NOVO E VIGOROSO CRESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO DE TODO O SISTEMA.



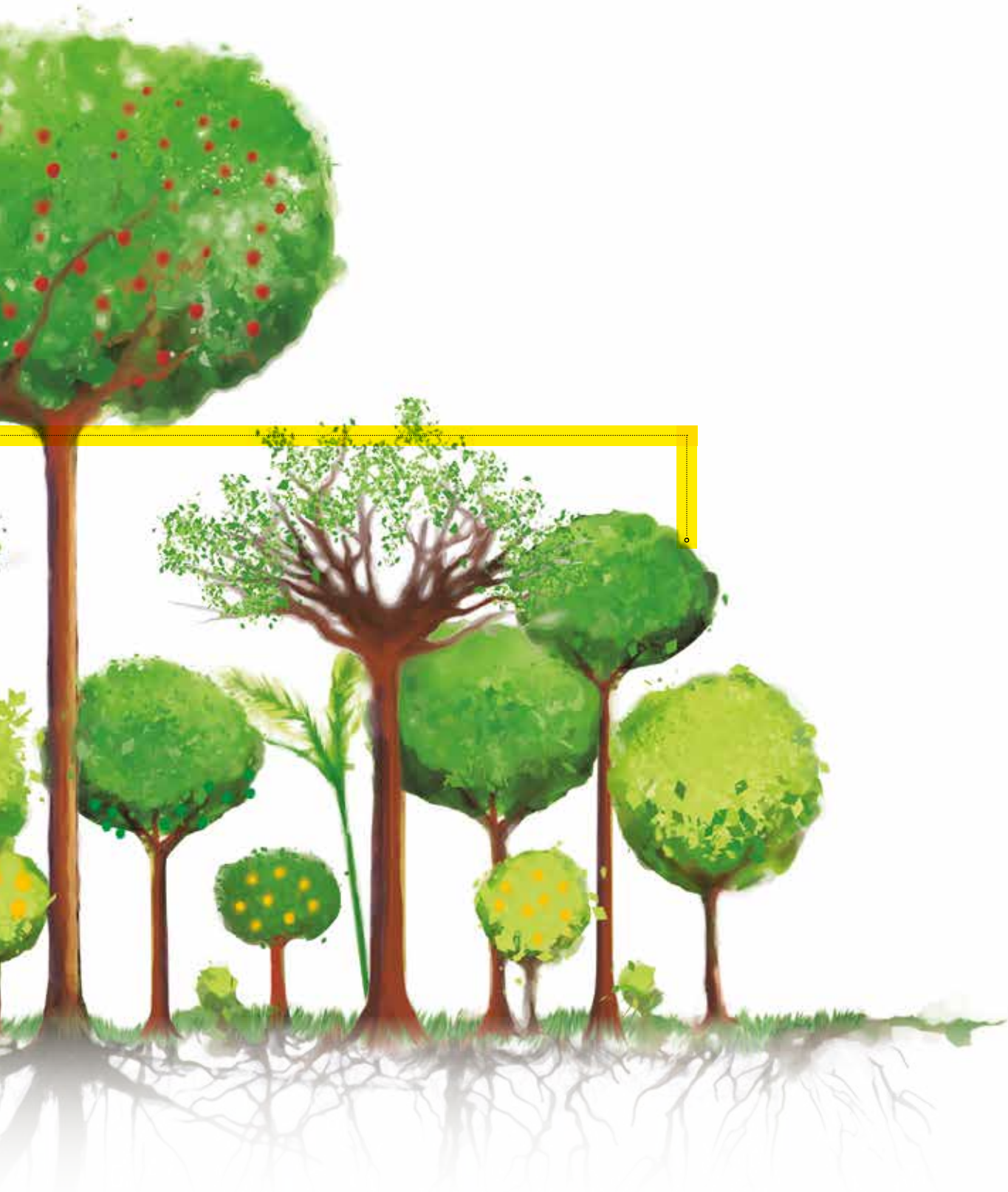
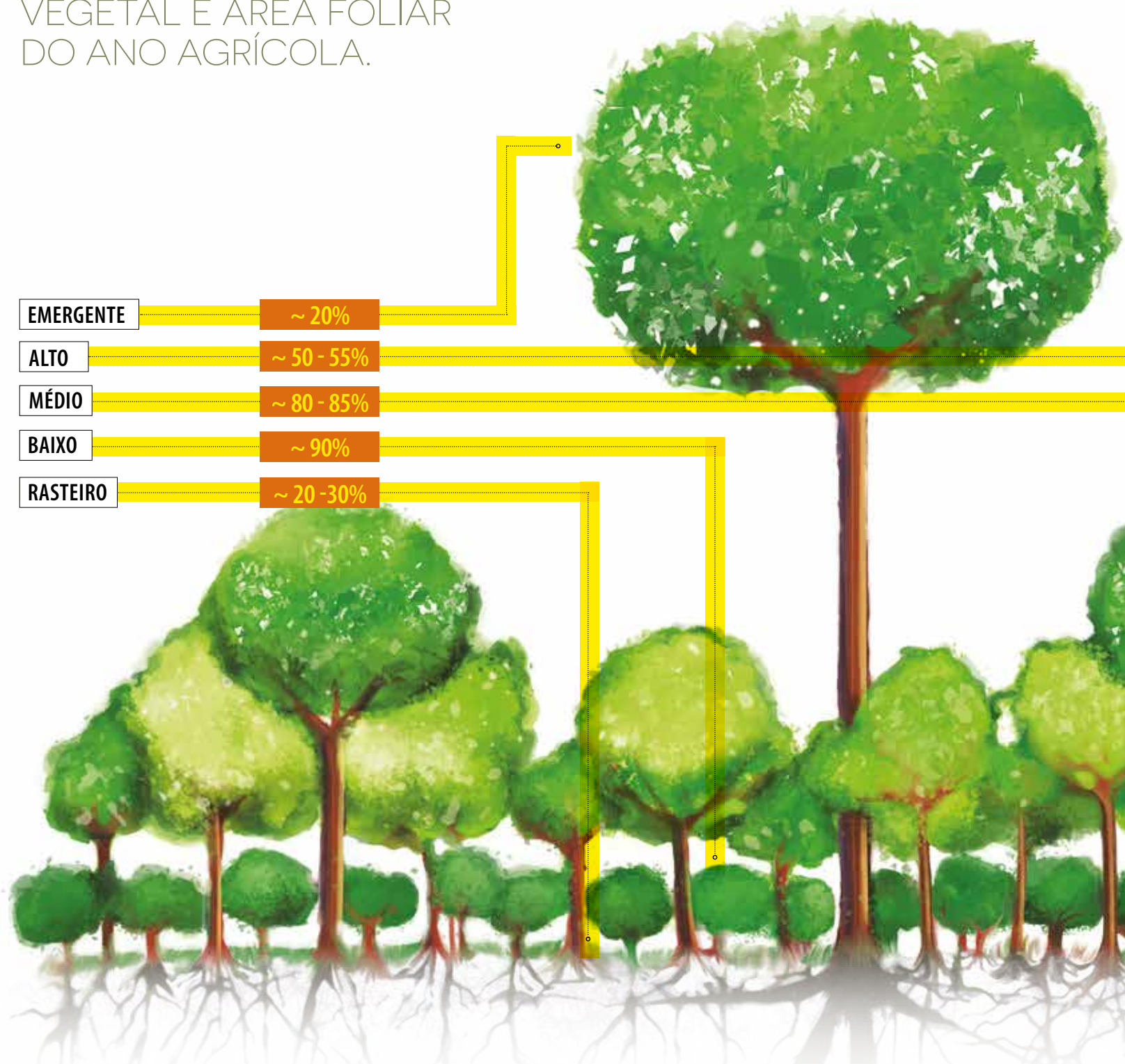


Imagem 35

SOMBREAMENTO DOS DIVERSOS ESTRATOS NO MOMENTO DE MAIOR MASSA VEGETAL E ÁREA FOLIAR DO ANO AGRÍCOLA.

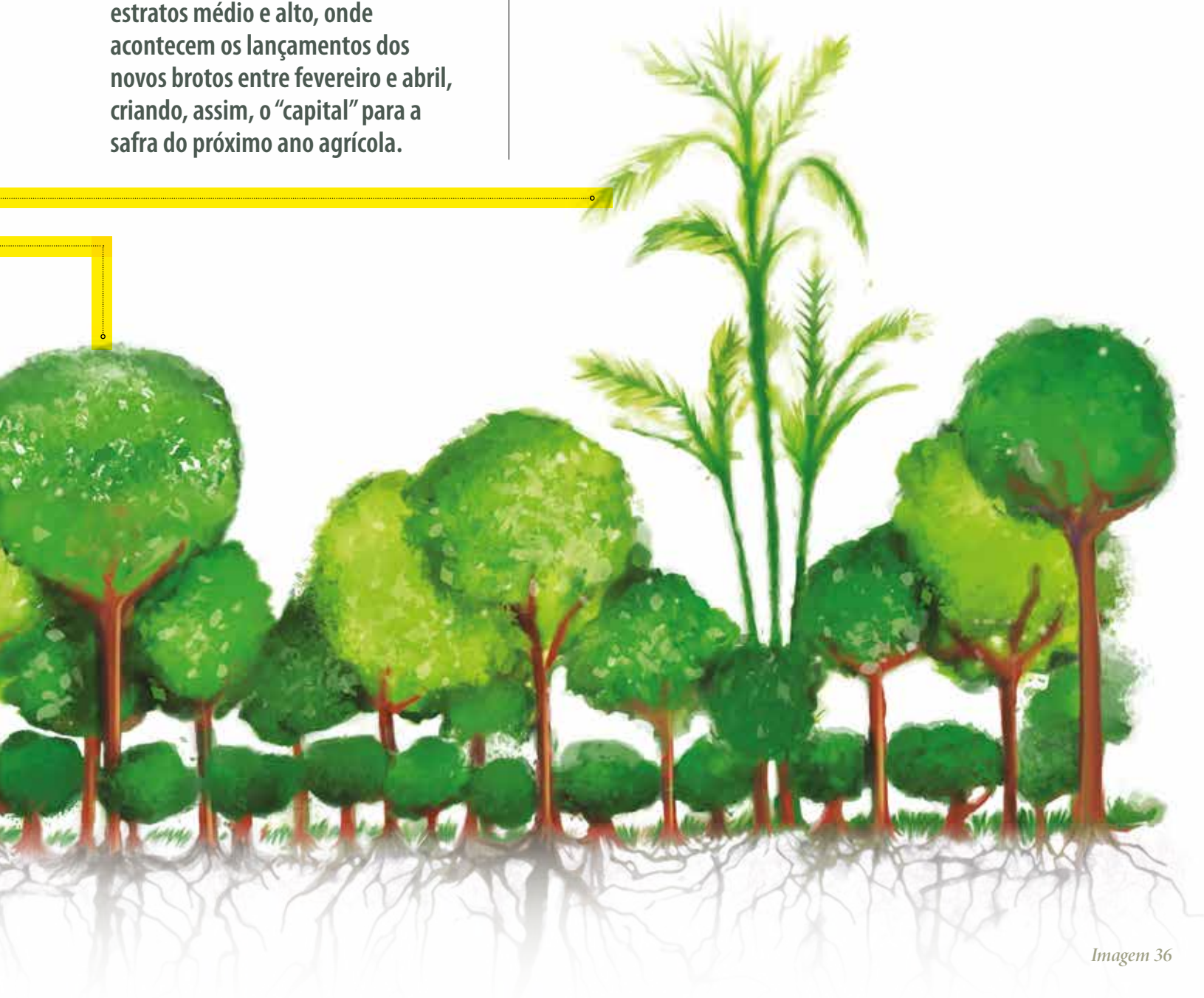


Fonte: Material didático criado, desenhado e usado por Ernst Götsch em trabalhos de ensino. Infografia de Giovanni Tabolacci, baseada nos desenhos de Ernst Götsch.

Estratificação dos nossos agroecossistemas, neste caso, exemplificando os nossos plantios de cacau na Fazenda Olhos D'Água (BA).

Observe o forte aumento no tamanho das copas das árvores, que, em conjunto, formam os estratos médio e alto, onde acontecem os lançamentos dos novos brotos entre fevereiro e abril, criando, assim, o "capital" para a safra do próximo ano agrícola.

ASPECTO DO AGROECOSSISTEMA PÓS-COLHEITA PRINCIPAL DO CACAU EM JUNHO, MOSTRANDO O SISTEMA NO AUGUE E NO FIM DA FASE ACUMULATÓRIA ANUAL



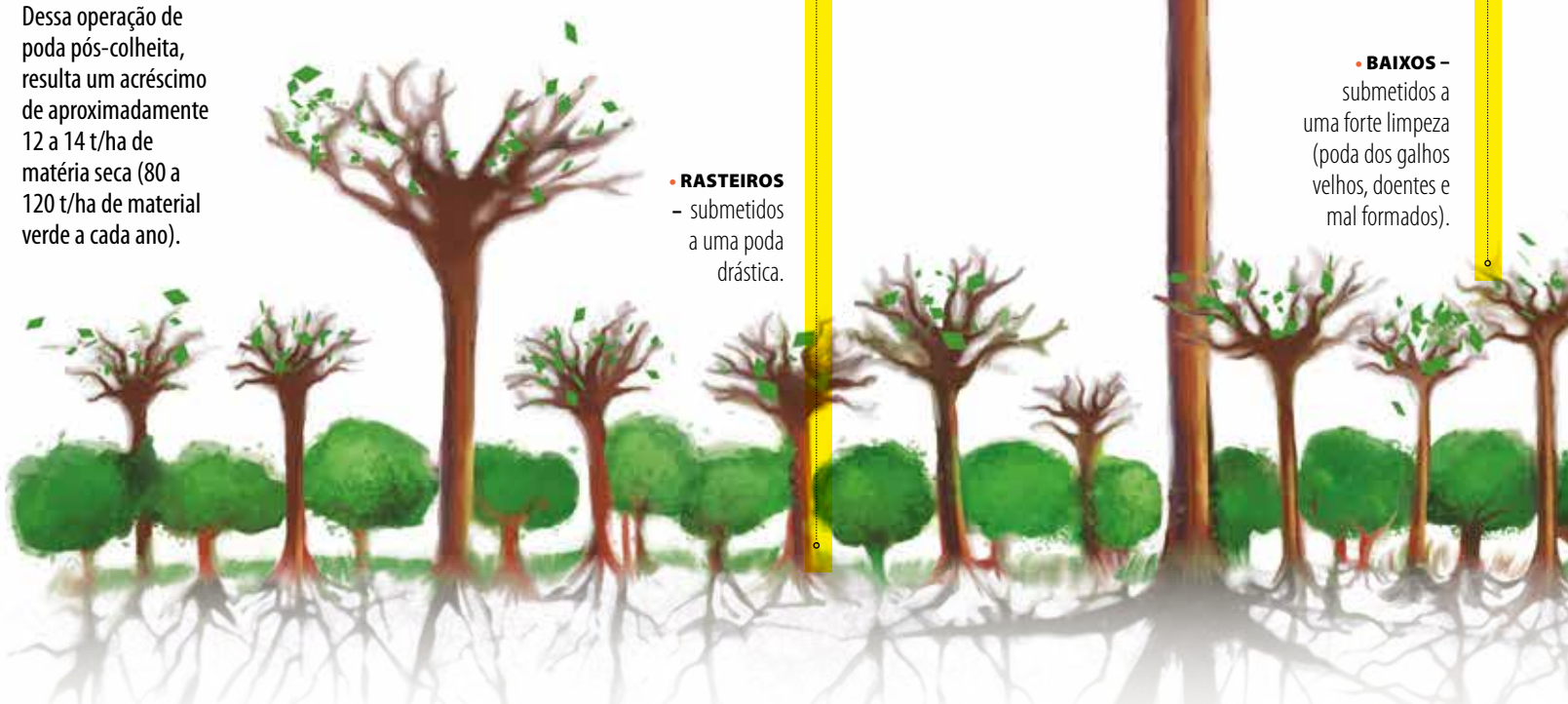
SOMBREAMENTO EFETUADO NAS PRIMEIRAS SEMANAS DEPOIS DA PODA INVERNAL, RESPECTIVAMENTE NO PERÍODO DA QUEDA DAS FOLHAS DAS EMERGENTES.



Dessa operação de poda pós-colheita, resulta um acréscimo de aproximadamente 12 a 14 t/ha de matéria seca (80 a 120 t/ha de material verde a cada ano).

• **RASTEIROS** – submetidos a uma poda drástica.

• **BAIXOS** – submetidos a uma forte limpeza (poda dos galhos velhos, doentes e mal formados).



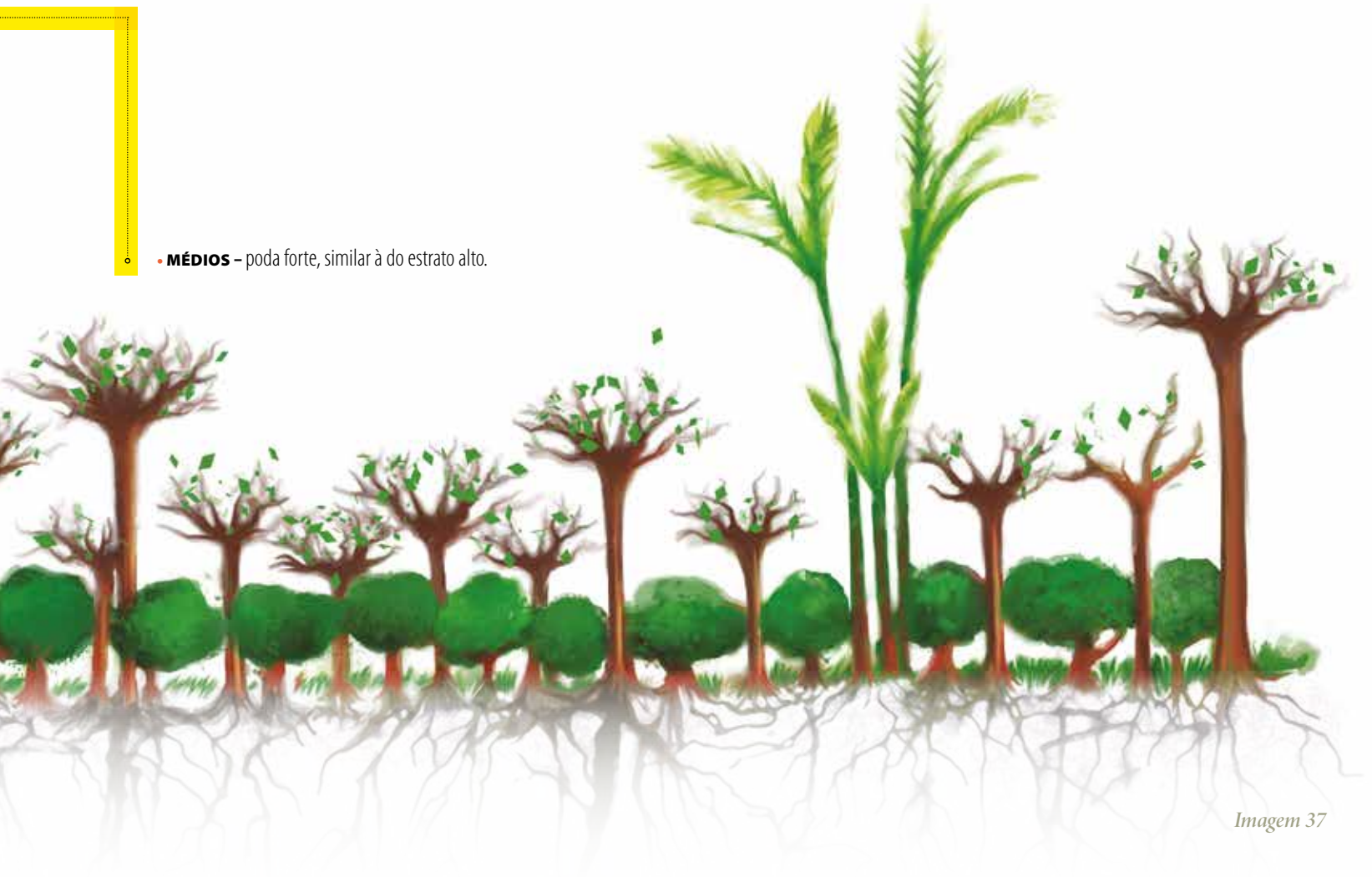
Fonte: Material didático criado, desenhado e usado por Ernst Götsch em trabalhos de ensino. Infografia de Giovanni Tabolacci, baseada nos desenhos de Ernst Götsch.

REJUVENESCIMENTO E INDUÇÃO DA FLORAÇÃO PARA A PRÓXIMA SAFRA. PLANTIO DE CACAU FAZENDA OLHOS D'ÁGUA (BA).

• **EMERGENTES** – não submetidos à poda, focando em espécies que trocam suas folhas nos meses de inverno, permanecendo despidos por um tempo.

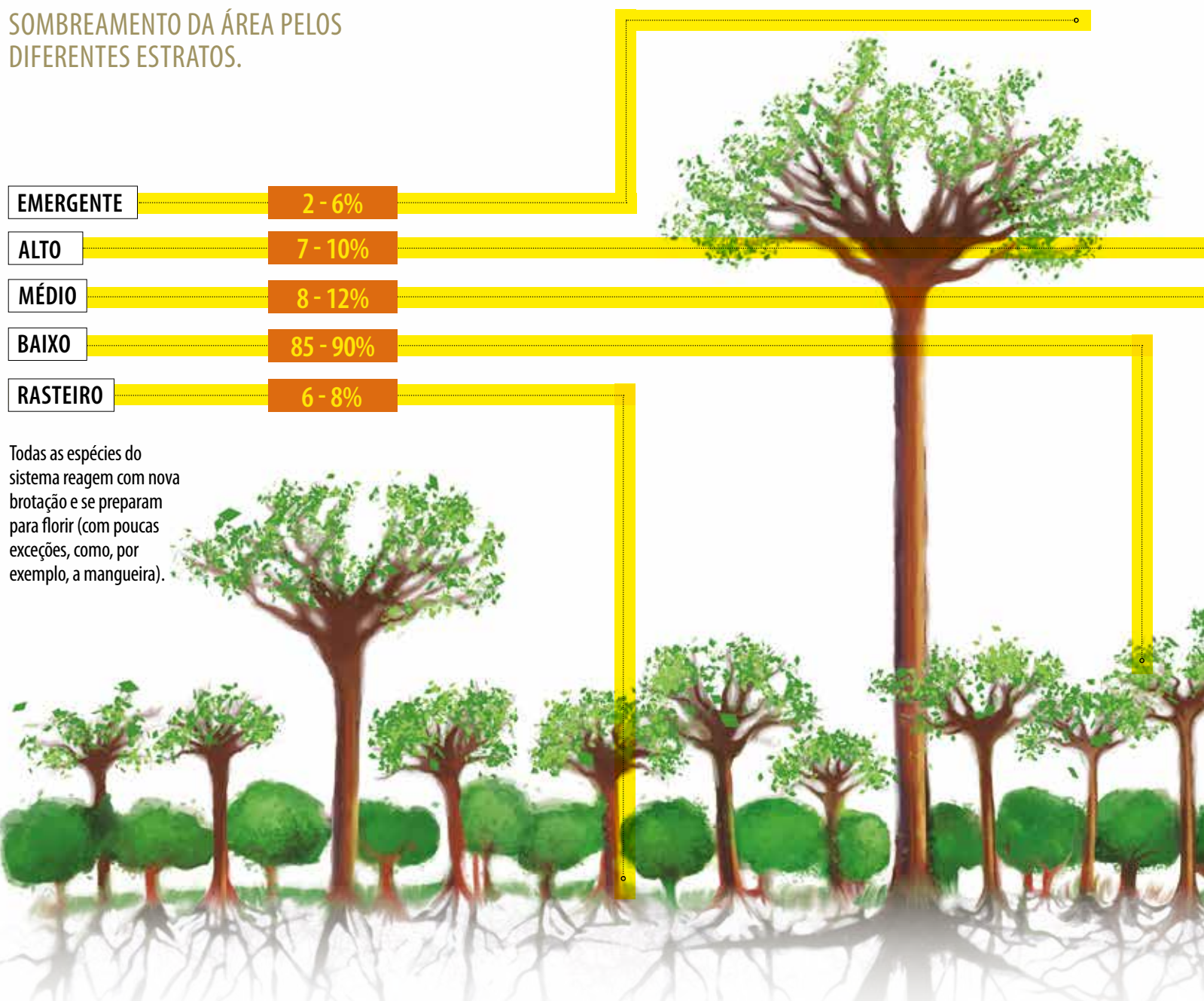
• **ALTOS** – como resultado da poda, este estrato fica com poucas folhas durante os próximos dois meses.

• **MÉDIOS** – poda forte, similar à do estrato alto.



DOIS MESES APÓS A PODA FORTE DAS ÁRVORES DE SOMBREAMENTO DO CACAU. PLANTIO DE CACAU FAZENDA OLHOS D'ÁGUA (BA).

SOMBREAMENTO DA ÁREA PELOS DIFERENTES ESTRATOS.



PRINCIPAIS FONTES FORMADORAS DE ÁGUA PARA O SISTEMA:

Forte serrapilheira com composição equilibrada entre folhas, galhos finos, galhos grossos e troncos, o que propicia a criação de uma forte população de fungos e cogumelos que trabalham higroscopicamente.

Matéria orgânica dentro do solo, este, bem estruturado (com material de raízes e material trazido da serrapilheira pelas minhocas para dentro dele), sendo pré-condição para uma farta vida bacteriana e fúngica, que, por sua vez, cria um substrato higroscópico.

Distúrbios naturais e podas de rejuvenescimento (*como mostrado na Imagem 37*) que induzem um rejuvenescimento de todo o sistema (independentemente da precipitação que tivermos nesse momento).

Xilopódio (ocorre normalmente em espécies de estrato alto ou emergente, as quais armazenam água nos xilopódios ou no tronco na época de chuva, distribuindo para outras espécies, se necessário, essa água na seca, quando estão despidas de folhas).

Forte fotossíntese com novo crescimento das espécies dos estratos baixo e médio, o que esfria o microclima naquela região e resulta em forte formação de orvalho.

PARA A FRUTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DOS ESTRATOS BAIXO E MÉDIO, NESTA FASE, É DECISIVO QUE AS PODAS SEJAM FEITAS DE MODO E NO MOMENTO INDICADO NA IMAGEM 37. EM MUITOS SISTEMAS NATURAIS, ISSO ESTÁ SENDO REALIZADO PELOS IMPACTOS DE VENTOS, INUNDAÇÕES E TEMPESTADES

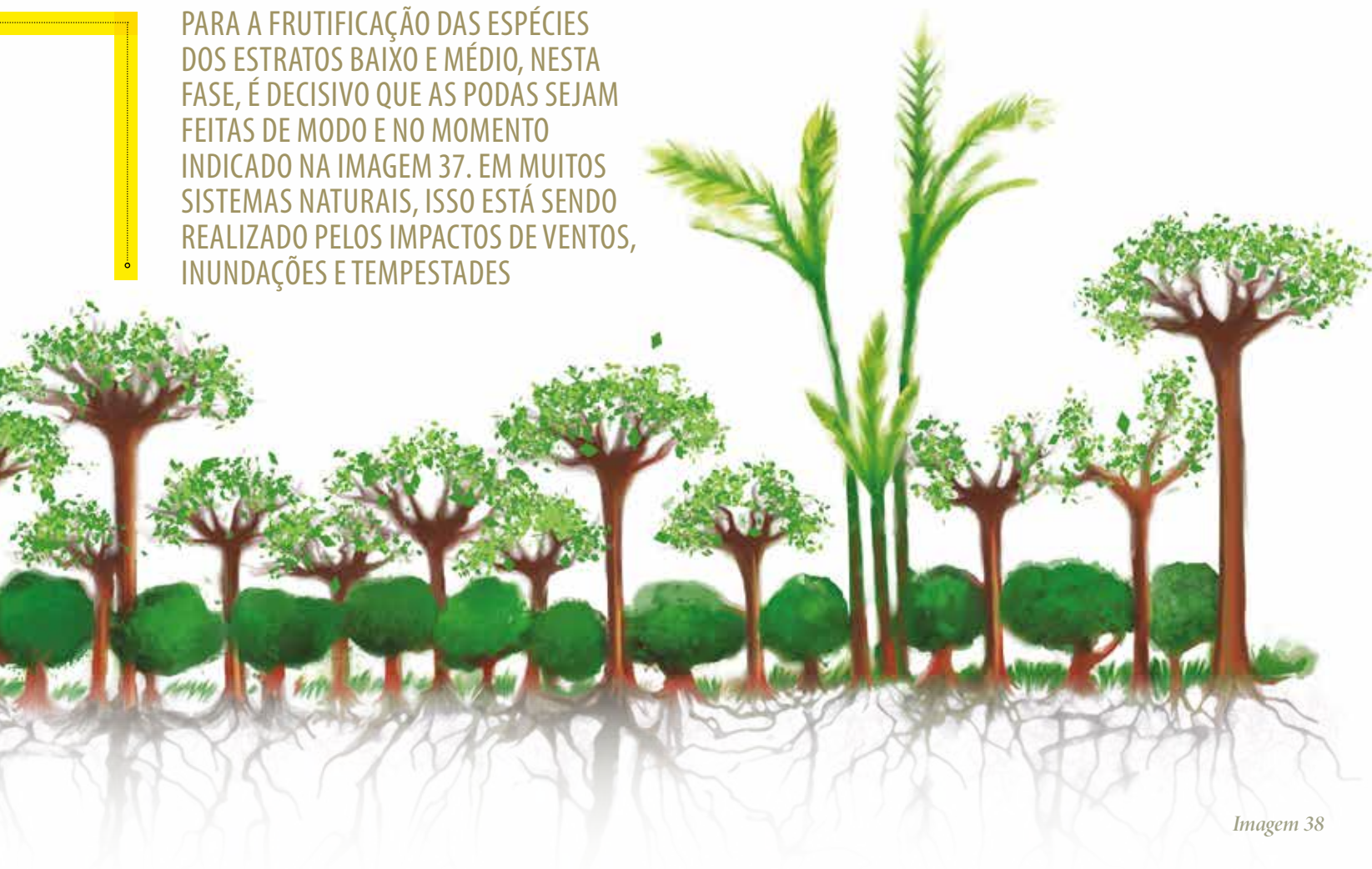
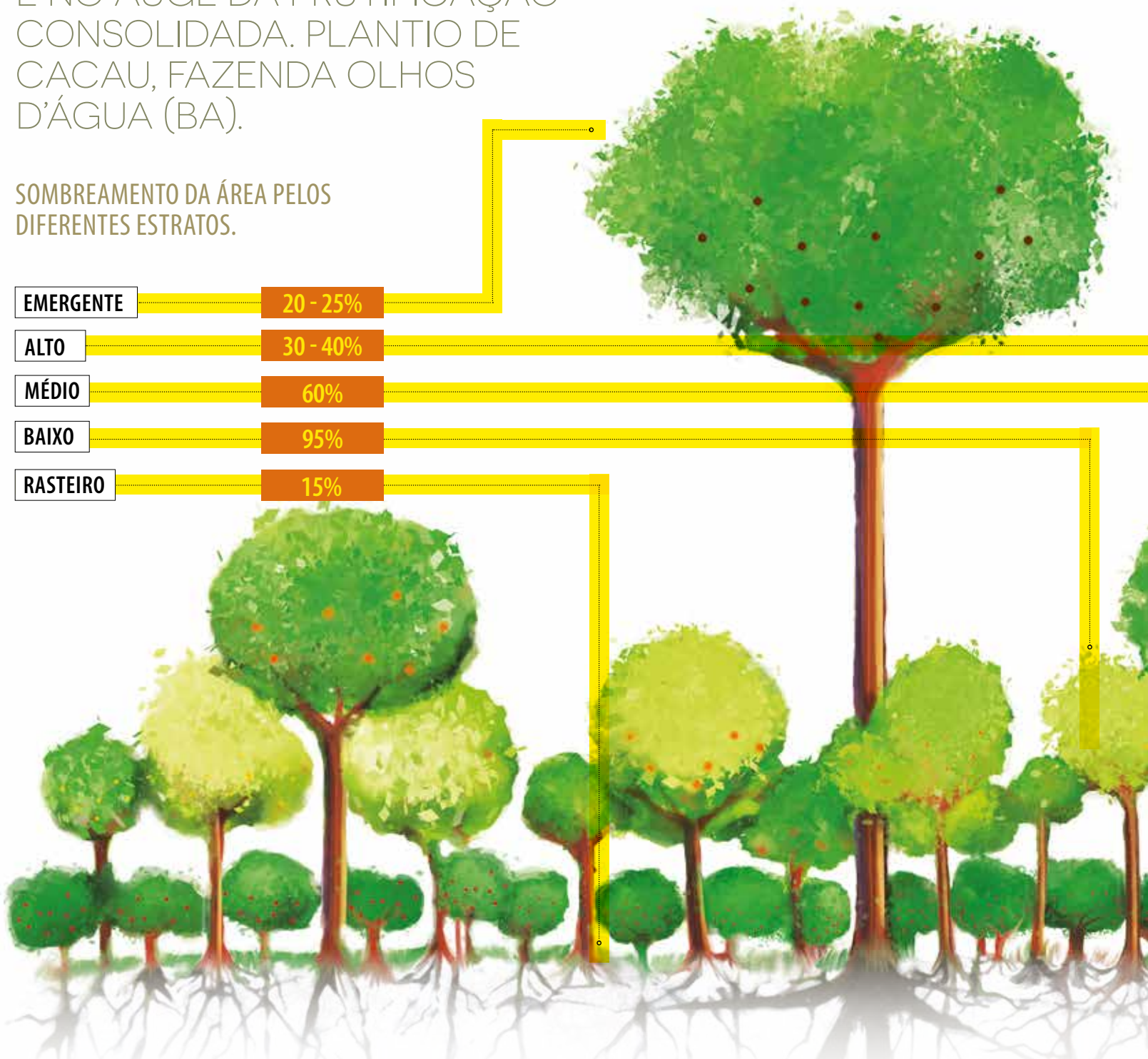


Imagem 38

APROXIMADAMENTE 7 MESES APÓS PODA FORTE DO SISTEMA E NO AUGUE DA FRUTIFICAÇÃO CONSOLIDADA. PLANTIO DE CACAU, FAZENDA OLHOS D'ÁGUA (BA).

SOMBREAMENTO DA ÁREA PELOS DIFERENTES ESTRATOS.

EMERGENTE	20 - 25%
ALTO	30 - 40%
MÉDIO	60%
BAIXO	95%
RASTEIRO	15%



OBSERVE: DEPOIS DOS FORTES LANÇAMENTOS NOVOS QUE ACONTECEM DURANTE A PRIMAVERA (SET/OUT), COSTUMA-SE FAZER UMA PODA NAS ÁRVORES DOS ESTRATOS MÉDIO E ALTO, SENDO NORMALMENTE OS GALHOS DAQUELAS ÁRVORES DIMINUÍDOS ENTRE 30 E 50%.

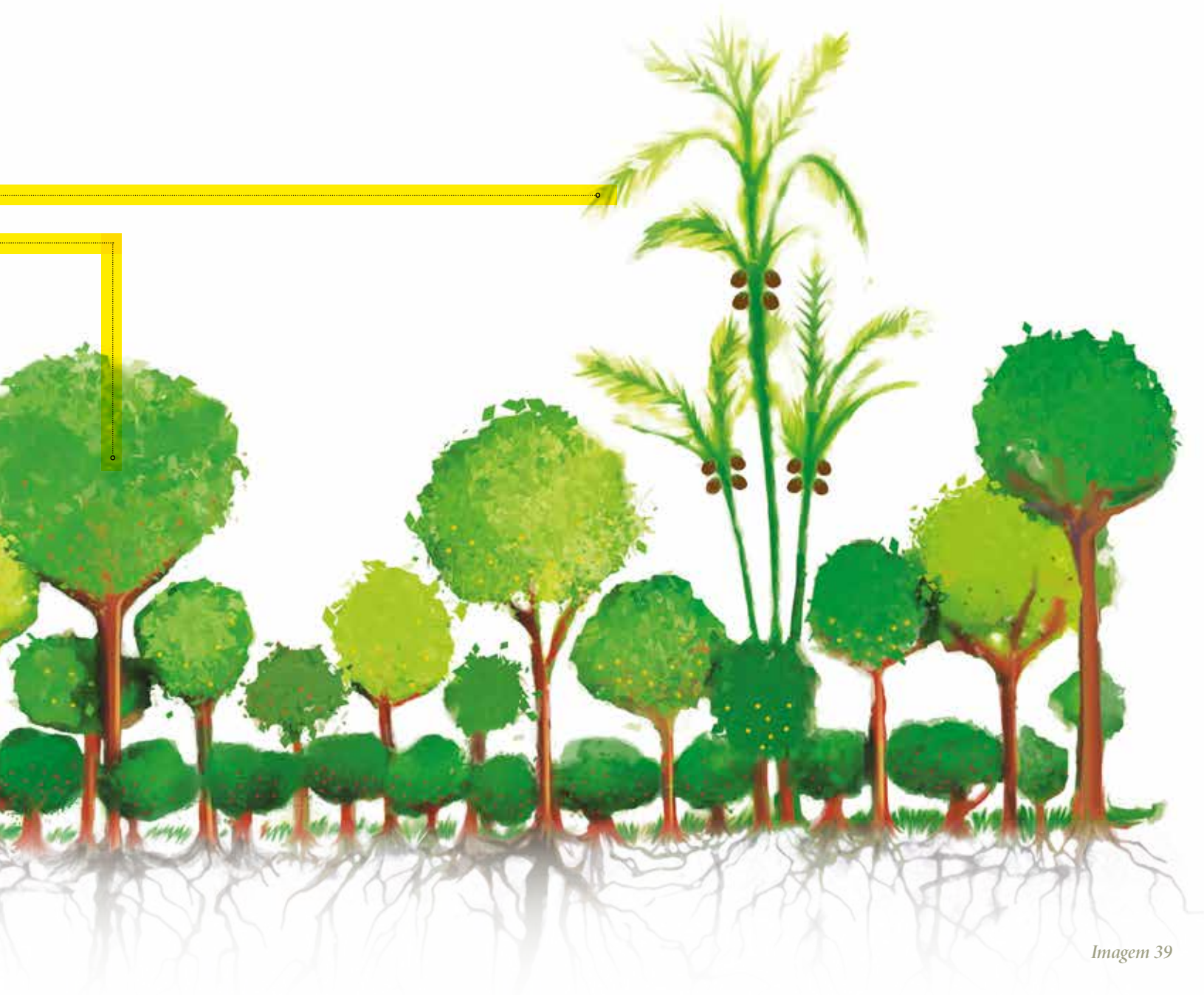
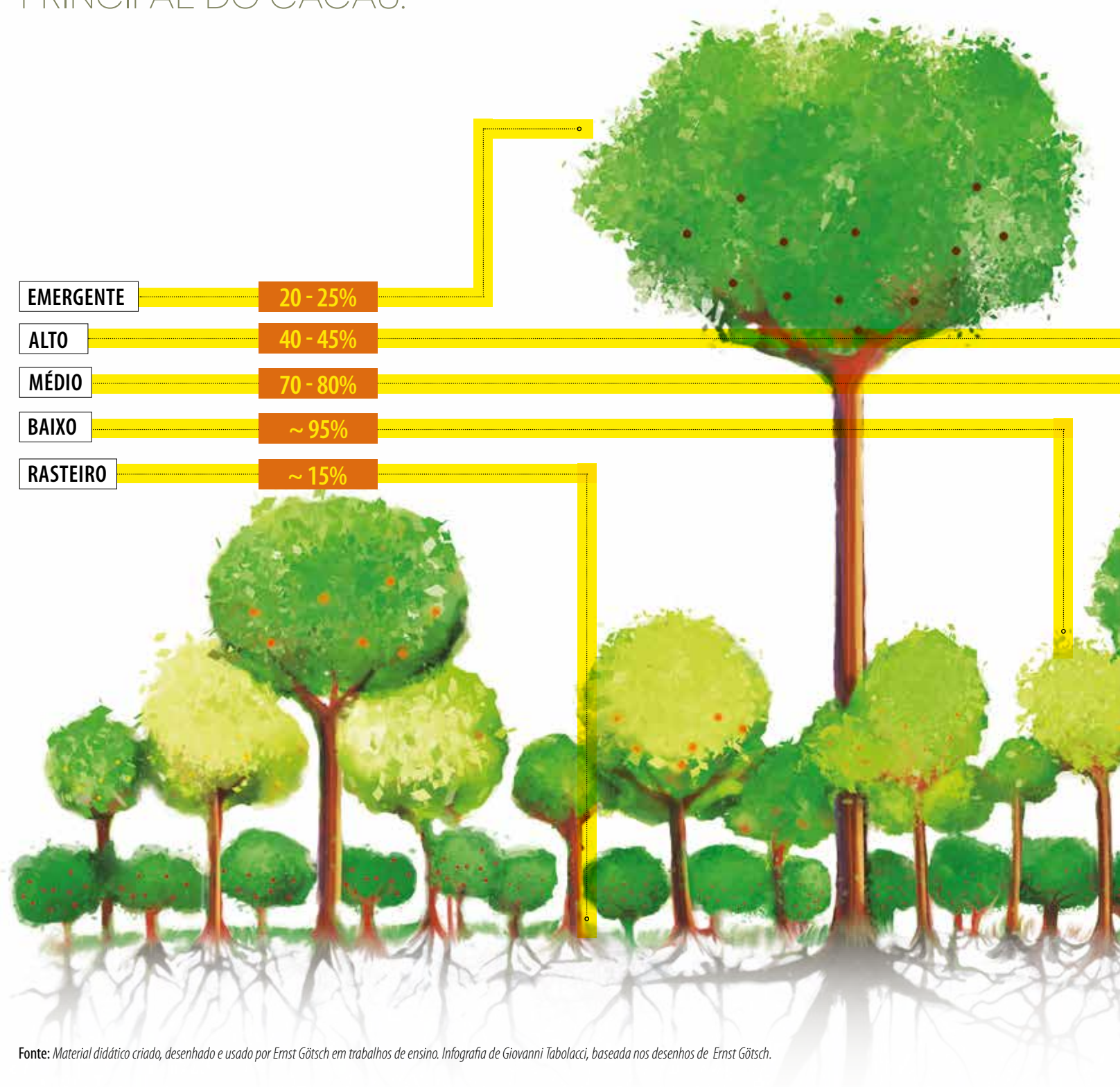


Imagem 39

ENTRE 9 E 10 MESES APÓS A PODA FORTE DO SISTEMA E NO INÍCIO DA COLHEITA PRINCIPAL DO CACAU.



Fonte: Material didático criado, desenhado e usado por Ernst Götsch em trabalhos de ensino. Infografia de Giovanni Tabolacci, baseada nos desenhos de Ernst Götsch.

OBSERVE: A MASSA VEGETAL SE ACUMULA NOS ESTRATOS MÉDIO E ALTO. A SOMBRA DEBAIXO DESSAS ÁRVORES NÃO DIMINUI O TAMANHO DOS FRUTOS DO CACAU NEM O DAS SUAS AMÊNDOAS, SOMENTE AUMENTARÁ SUA QUALIDADE. ISSO TAMBÉM ACONTECE COM OS GRÃOS DE CAFÉ, OS FRUTOS DE CÍTRICOS ETC. PELO CONTRÁRIO, ESTA FASE DE ACUMULAÇÃO NESTE PONTO DO DESENVOLVIMENTO É UM FATOR CONTRIBUINTE DECISIVO PARA O VIGOR, TAMANHO E UM EXCELENTE SABOR DAS NOSSAS FRUTAS.

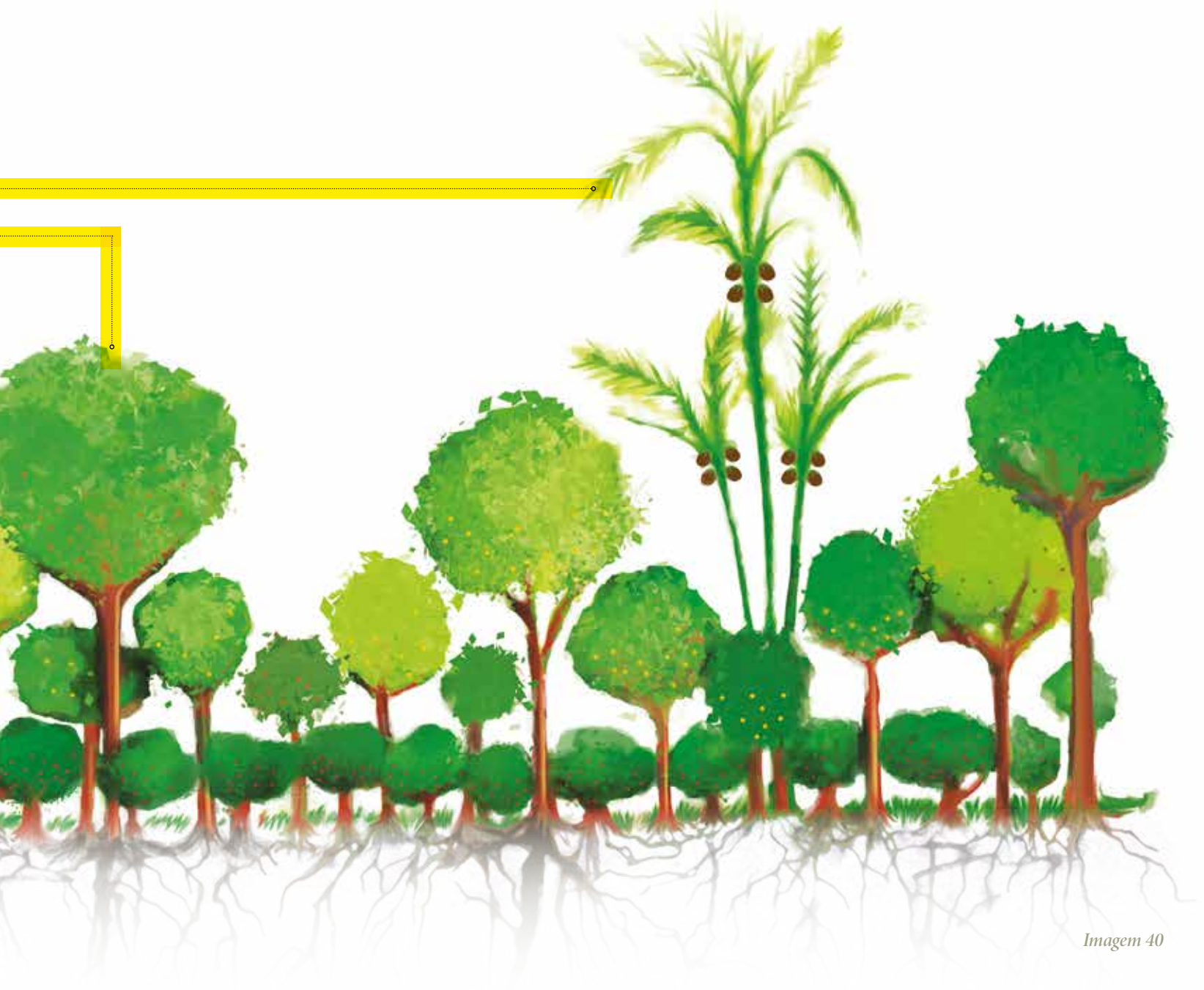
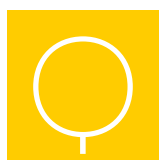


Imagem 40

3 – SOLO COBERTO E PLANTIOS ADENSADOS

Um dos princípios fundamentais com que Ernst Götsch trabalha é a cobertura do solo, pois somente ela poderá devolver-lhe sua fertilidade. Isso pode ser bem observado em sua fazenda em Piraí do Norte, no estado da Bahia. Desde a implantação e durante todo o manejo dos sistemas sintrópicos, Ernst sempre observa onde estão os lugares com pouca cobertura morta e deposita neles grande quantidade de material das podas. Ele vem trabalhando bastante com gramíneas nas entrelinhas de cultivos perenes, sempre escolhendo aquela espécie que melhor prospera em cada situação.



Quando as condições do solo ainda não estão adequadas para gramíneas produtivas, ele realiza um plantio super adensado de árvores pouco exigentes, como, por exemplo, a *Acacia mangium*, na Amazônia, ou o *Pinus eliotis*, nos subtropicais etc. As plantas são colocadas em um espaçamento de 1 a 1,5 m x 0,5 m a 0,7 m, juntamente com mandioca-brava e feijão-de-porco. Mais tarde, quando as plantas se apresentam fortes e vigorosas, ele as submete a uma ou até a duas podas drásticas apicais a cada ano, até que a terra do lugar se recupere e aquelas primeiras árvores possam ser substituídas. O foco constante de Ernst na cobertura do solo não é à toa: se olharmos o ciclo do nitrogênio no solo, essa é uma condição crucial para o sucesso de nossos plantios.

Conforme Sebastião Pinheiro:

A reserva total de nitrogênio, na capa arável de um hectare, oscila em diferentes solos, desde 1,5 toneladas em solo limo-arenoso podzólico até 15 toneladas em chernozem profundo. Entretanto, o abastecimento com nitrogênio das plantas agrícolas depende tanto do conteúdo bruto dele no solo como do conteúdo de compostos minerais assimiláveis pelas plantas. A maior parte do nitrogênio do solo é inacessível ou de difícil acesso para as plantas, pois está contida em diferentes compostos orgânicos (94 a 95%) ou em forma de amônio não trocável fixado por minerais argilosos (3 a 5%). Só uma pequena quantidade de nitrogênio (perto de 1% do total)

*encontra-se em formas minerais de fácil assimilação pelas plantas. Devido a isso, o abastecimento normal das plantas com nitrogênio depende da velocidade de mineralização da matéria orgânica nitrogenada.*¹⁰

Quando iniciamos um campo, sempre temos que ter em mente qual espécie será melhor para cobrir rapidamente o solo. Para isso, no entanto, não há receita, é preciso observar a sua fertilidade, o clima, o estrato da planta escolhida etc. Em locais com baixa fertilidade, por exemplo, podemos optar por plantas menos exigentes, como a braquiária, o andropogon ou outros capins. Não se pode esquecer que o ciclo da braquiária é mais curto que o do mombaça, e, cada vez que a gramínea

VALOR REAL DO SOLO

“Por que o solo é mais precioso do que o petróleo? Porque nós podemos (e o fizemos por milhares de anos) viver sem óleo, mas não podemos viver sem solos agricultáveis, especialmente com o crescimento da população e com os oceanos quase vazios. Solo é um material sensível que necessita cuidado. O solo não é uma fábrica ou um depósito para substâncias tóxicas nem um suporte para nossas culturas, não é sujo nem uma grande estrada pavimentada ou um estacionamento para carros. Solos agricultáveis são raros. Quarenta por cento dos solos da Terra estão degradados, então, cada colher de chá de solos férteis é preciosa, crucial para a vida humana, alimento, segurança, essencial para os serviços ambientais, redutor da pobreza, criador do desenvolvimento sustentável. O solo nos alimenta e somos responsáveis por ele. Se ele não está protegido pela vegetação, é varrido pelos ventos ou lavado pelas chuvas.”

Céline Caron

Pesquisadora canadense, Doutora em solos.

Agricultural soil, more precious than oil (2015). Tradução dos autores.

floresce, devemos roçá-la para evitar a propagação de uma infestação de senescência, que influencia negativamente e freia o crescimento dos cultivos que estão consorciados com ela.

Além disso, algumas variedades de braquiária (por exemplo, a *B. decumbens*), por serem decumbentes (se esparramando mais para os lados), acabam entrando nas linhas dos cultivos, dificultando o manejo, ao contrário do mombaça, que tem um crescimento cespitoso. Em solos mais pobres, podemos trocar o mombaça pelo andropogon, que também tem **hábito cespitoso**⁶. Para não ficarmos presos a receitas, temos que conhecer a função ecofisiológica de cada planta, pois, dessa forma, sempre escolheremos a melhor espécie para cada situação.

Afinal, se trabalharmos com receitas e não com princípios, não saberemos o que fazer ao nos depararmos com um local onde essa receita não se encaixa. Pode ocorrer, por exemplo, que o capim-mombaça não cresça em determinado lugar devido às deficiências do solo. Para usar uma imagem didática, podemos comparar nosso trabalho ao de um cozinheiro que entende a função de cada ingrediente na receita. Na falta de algum ingrediente, ele pode substituí-lo por outro, pois conhece suas funções e sabe que são equiparáveis.

Quanto mais conhecermos o lugar onde estamos e as plantas adaptadas a ele, mais possibilidades teremos de consórcios. Desse modo, em locais muito secos, como a Caatinga, por exemplo, deveremos buscar por espécies que cresçam bem em ambientes com pouca chuva, como a palma-forrageira, a palmatória, o sisal, o pinhão-roxo etc. Vejamos alguns exemplos concretos: no assentamento do Contestado, no Paraná, em virtude das geadas, que o capim-mombaça não suporta, os assentados estão utilizando ervilhaca como cultivo de inverno sobre o mombaça.

• **Hábito cespitoso:** É um termo botânico que se refere ao modo como algumas plantas crescem, lançando novos brotos ou caules de maneira aglomerada, geralmente formando uma touceira ou espesso tapete.

10 – S. Pinheiro, *Agroecologia 7.0* (2018, p. 224).

11 – N. Messerschmidt. Comunicação pessoal feita em 20 de agosto de 2016, em Workshop sobre agricultura sintrópica realizado no Instituto Caminho do Meio, Alto Paraíso.

Assim, conseguem produzir biomassa mesmo nessa estação.¹¹ Já no Sítio Semente, em Brasília, no Distrito Federal, vem-se utilizando com muito sucesso madeira triturada, obtida das ruas da cidade. As árvores das praças e ruas são podadas e, no próprio local, trituradas por implemento acoplado ao trator. No ano de 2014, Ernst Götsch realizou uma consultoria na Martinica para um produtor que exporta frutas para a Europa. Passados alguns anos, é impressionante a vitalidade que os campos transmitem: o solo está bem coberto com capim-mombaça nas entrelinhas, o qual é roçado e colocado nas linhas de banana e árvores; as árvores são podadas anualmente e trituradas, alimentando as ruas de capim. Com esse exemplo, podemos ver as várias técnicas atuando ao mesmo tempo: otimização da fotossíntese, estratificação, solo coberto e plantio adensado.

Imagem 41

Exemplo de madeira e celulose, que é o sustento da vida.



O PROFESSOR GILLES LIMIEUX, DA UNIVERSIDADE DE LAVAL, NO CANADÁ, AVALIOU O RESULTADO DA APLICAÇÃO DE APARAS DE MADEIRA NO SOLO:

Após analisar o subproduto de aparas de ramos de coníferas com relação ao seu teor em nutrientes, esse material foi aplicado experimentalmente em solos agrícolas, à base de 150 a 200 m³/ha. Esta adubação deu bons resultados na produtividade de batata, fruticultura arbórea e morangos. Os resultados, no entanto, foram melhores ainda quando se utilizou MRF (madeira rameal fragmentada) — de madeira “de lei”, madeira dura, particularmente do carvalho (*Quercus rubor*).¹²

APÓS A APLICAÇÃO DE MRF (MADEIRA RAMEAL FRAGMENTADA), OBSERVARAM-SE AS SEGUINTESS MODIFICAÇÕES NO SOLO:¹³

- | | | | | |
|---|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Após três meses, a maioria das aparas já tinha sido metabolizada pela biologia do solo. | <ul style="list-style-type: none"> • A cor do horizonte "A" tornou-se mais escura, aproximando-se de um marrom bem escuro. | <ul style="list-style-type: none"> • O teor de matéria orgânica aumentou 3% em apenas 12 meses. | <ul style="list-style-type: none"> • O pH do solo aumentou a taxa de 0,5 na maioria dos solos testados. | <ul style="list-style-type: none"> • Os teores de fósforo disponível e do magnésio intercambiável mostraram um significativo aumento. |
|---|---|--|--|--|

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE MRF (MADEIRA RAMEAL FRAGMENTADA) SOBRE AS CULTURAS

A) EM CLIMA TEMPERADO, OBSERVOU-SE QUE:	B) EM CLIMA SUBTROPICAL, OBSERVOU-SE QUE:	C) EM CLIMA TROPICAL, OBSERVOU-SE QUE:
<ul style="list-style-type: none"> • Há tubérculos de batata com aumento no teor de matéria seca em 30% e obtendo teores superiores de fósforo, potássio e magnésio. • Trigo e aveia tiveram um aumento no peso de mil grãos e no número de grãos por espiga da ordem de 30%. • O teor de nutrientes da palhada decresceu com a aplicação de MRF, mostrando claro estímulo aos processos fisiológicos de frutificação. • Redução em 50% da necessidade por água suplementar (irrigação). • Moranguinho: 300% de incremento nos frutos colhidos e maior resistência a afídeos. • Notável incremento na resistência à geada e sabor mais pronunciado em frutas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em tomate, um aumento de produtividade e qualidade que variou entre 900% e 1.000%. • A necessidade por irrigação suplementar caiu 50%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em milho, observou-se um enorme salto de produtividade, que aumentou de 1 para 4 t/ha pela aplicação de MRF de <i>Acacia auriculiformes</i>, <i>Tectona grandis</i>, <i>Gliricidia sepium</i>, <i>Senna siamea</i>, <i>Azadirachta indica</i>.

POR QUE MADEIRA RAMEAL E NÃO DO TRONCO (MARAVALHA E CEPILHOS DE SERRARIA)?

Os ramos e galhos, a princípio com diâmetro igual ou inferior a 7 centímetros, formam a madeira jovem com as seguintes qualidades:

- Alta proporção de casca;
- Alto teor de polifenóis solúveis (cadeia mais curta);
- Fonte de matéria orgânica fundamental para agregação do solo;
- Precusores de um húmus altamente reativo;
- Concentram 70% dos nutrientes da árvore;
- A relação C/N situa-se na faixa de 30:1 e 170:1; a do tronco está na faixa de 400:1 a 750:1.

Vale destacar que em clima tropical, como no Brasil, os processos de crescimento e decomposição são bastante acelerados quando comparados com o clima temperado. Por exemplo, os agricultores do assentamento Mario Lago, em Ribeirão Preto, no estado de São Paulo, onde um dos alunos de Ernst, Namas-tê Messerschmidt, iniciou a implantação de sistemas sintrópicos, relatam que, nas entrelinhas dos canteiros de hortaliças, onde se colocam troncos grossos, o solo torna-se, com o tempo, mais escuro do que nos canteiros que são cobertos com capim ou MRF (madeira fragmentada).



os anos 2000 e 2001, Ernst Götsch realizou uma série de experimentos em sua já referida fazenda na Bahia, testando vários adensamentos de árvores por metro quadrado. O que impressiona é a vitalidade dos cultivos após um ano do plantio. Ernst derrubou capoeiras envelhecidas e plantou, juntamente com pés de abacaxi, árvores em densidades variadas, indo de 1 a 10 árvores por m². Os experimentos foram rigorosamente inspecionados, e os que apresentaram melhores resultados foram aqueles nos quais nasceram e cresceram 10 árvores por m². O conceito de plantio em alta densidade é um conceito simples quando se trata de monoculturas, em que milhares de plantas da mesma espécie ocupam determinado espaço em um arranjo bidimensional, sendo considerados apenas largura e comprimento. Nesses casos, o aumento da densidade de plantas leva em consideração fatores como fertilidade da terra e disponibilidade de água. Se a quantidade de plantas ultrapassa os limites desses fatores, elas podem até crescer, mas haverá menor frutificação e, conseqüentemente, menor rendimento por hectare. Mas, quando pensamos em um sistema que pode conter de 40 a 80 espécies de plantas

por hectare, os parâmetros da ciência agrônômica tradicional não nos ajudam muito, com isso, necessitamos de outros critérios. Então, Ernst os criou para avaliar a sustentabilidade de um plantio sintrópico (veja “*Crítérios de sustentabilidade dos sistemas sintrópicos*” na pág. 104).

Se quisermos ter um plantio de cacau no espaçamento de 3 m x 3 m, temos que semear cem sementes de cacau nesse espaço; se quisermos ter uma jaqueira a cada 10 m x 10 m, temos que semear cem sementes de jaqueira nesse espaço. Para alguém que trabalha com agricultura convencional, pode parecer absurdo semear cem pés de cacau em 9 m² ou cem jaqueiras em 100 m², afinal, imaginando as plantas adultas, essa pessoa concluirá, com razão, que cem cacauzeiros não cabem em 9 m², assim como cem jaqueiras não cabem em 100 m². Estamos, no entanto, apenas recriando os processos naturais que vêm sendo repetidos há milhares de anos, milhões de vezes, nas florestas do planeta.

Uma árvore de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) tem sementes do tamanho de uma semente de coentro, e uma única árvore adulta dispersa milhares de sementes pelo vento. Quando chega a chuva, forma-se um tapete de plântulas no chão da floresta, e aquelas que encontrarem as condições ideais podem crescer muito mais rápido do que outras plântulas, pois o solo não é homogêneo. É esse processo que buscamos reproduzir: plantamos uma semente de cacau a

POR QUE HÚMUS ORIGINÁRIO DE LIGNINA?

Vários ecossistemas naturais são poderosos formadores de húmus do solo. Diversos solos nascem marcados pela abundância de húmus, dentre eles, solos com marcada fertilidade natural. É importante notar que o húmus formado sob florestas demonstra ser, geralmente, mais estável e durável que aquele formado por vegetação de gramíneas. Também o húmus formado pela adubação orgânica, com esterco, composto, adubos verdes e manejo do mato, não atinge o grau de durabilidade daquele de origem arbórea.

12 – G. Limieux apud M. Osterroht, “Madeira como fonte de fertilidade duradoura e sustentável. O papel da lignina no manejo dos solos” (2002, p. 14).

13 – Esquema produzido a partir de trechos do artigo de M. Osterroht, “Madeira como fonte de fertilidade duradoura e sustentável. O papel da lignina no manejo dos solos” (2002), baseado no trabalho de Gilles Limieux.



Depois de 40 anos de trabalho e 340 hectares reflorestados, a casa de Ernst quase desaparece na floresta plantada por ele.

cada 3 cm ou uma semente de jaca a cada 10 cm; em poucos meses as sementes germinam, as plântulas crescem e logo começam a se destacar aquelas que encontraram um lugar melhor. A própria dinâmica do sistema nos mostra quem pode ficar. Nosso papel agora é apoiar aquelas que encontraram um lugar melhor para crescer, por isso vamos podando e raleando aquelas que ficaram menores. No começo, tínhamos 30 plântulas de cacau em 1 metro; um ano depois, dez

plântulas; dois anos depois, cinco plântulas; três anos depois, temos cinco arvoretas de cacau em 9 m²; logo teremos duas ou três árvores que já começarão a produzir frutos, mas elas ainda não ocuparão os 9 m². Nesse momento, avaliamos as árvores mais produtivas, que geram os frutos mais saborosos, e, quando chegar o momento de termos apenas uma árvore adulta de cacau em 9 m², teremos escolhido a melhor de cem plantas semeadas quatro ou cinco anos antes.



Não devemos esquecer que, nesses 9 m², podemos ter ainda árvores dos estratos médio, como um mangustão (*Garcinia mangostana*), do estrato alto, como um açaí (*Euterpe oleracea*), e do emergente, como uma castanheira (*Bertholletia excelsa*). Fica claro, então, que podemos não apenas o cacau, mas todas as árvores associadas a ele, de todos os outros estratos. Buscamos criar em 10 m² um fractal do que teremos, no futuro, em 100 m², em 10.000 m². Vamos proporcionando a sombra adequada para cada planta, não há espaços vazios, pois, se deixamos de plantar por qualquer razão, a

própria natureza, se ainda não perdeu sua resiliência, ocupa esses espaços, semeando muitas vezes ervas de ciclo curto, capins, conhecidas erroneamente por muitos como “pragas”, “inços”, “plantas invasoras” ou “oportunistas”, mas que, na verdade, são apenas instrumentos do macrorganismo Terra para cumprir sua função de otimizar a fotossíntese, fazer a vida prosperar. Outro efeito de se plantar em alta densidade diz respeito à genética. Explicando de forma bem resumida, para a formação de um novo indivíduo, temos a contribuição de apenas 1% do material genético disponível. Ao plantar 100 vezes mais sementes para cada árvore que desejamos ter em nosso sistema, buscamos ter no campo uma maior variabilidade genética, o que permitirá aumentarmos a resiliência do sistema, pois uma maior variabilidade genética permitirá uma melhor adaptação a toda e qualquer variação do ambiente. Cada semente que plantamos é a expressão única de uma combinação possível de genes, a qual ainda sofrerá modificações induzidas pelo ambiente (epigenética⁶) durante sua vida. Assim, plantar em alta densidade significa dar chance de crescer para aqueles que *podem* crescer.

Cada centímetro cúbico de solo é diferente, assim como cada semente que vai ao chão. Esse encontro entre um solo único com uma semente única é o que torna esse planeta tão biodiverso, com cada ser completamente adaptado ao seu lugar. Por isso, cada árvore que cresce dentro de nossa floresta, sem o uso de insumos externos, é algo sagrado. Devemos destacar que o plantio em alta densidade não se aplica ao plantio das placentas 1 e 2. Nesses casos, temos que plantar na densidade adequada o que pretendemos colher. Não plantamos cem vezes mais, pois isso geraria um entupimento no sistema. Se como placenta 1 vamos plantar hortaliças, como a alface, por exemplo, o faremos no espaçamento convencional dela (30 cm x 30 cm), pois a alface cresce rapidamente e logo será colhida, se despedindo do sistema. Isso vale se vamos plantar mandioca como placenta 2: plantamos no espaçamento convencional ou maior, caso entrem outros estratos durante o seu ciclo. Como já foi dito, ao iniciarmos um plantio em um solo decaído, maltratado por gerações,

temos que plantar as espécies que conseguem crescer nesse solo bem próximas umas das outras. Como ilustração dessa situação, temos o caso do Centro de Pesquisa em Agricultura Sintrópica (Cepeas),¹⁴ que vem realizando plantios sintrópicos em uma fazenda com mais de 100 anos de idade, localizada na Chapada dos Veadeiros, no interior do estado de Goiás.

Em muitas áreas da fazenda, o solo está exposto, pois, por quase uma centena de anos, uma excessiva exploração pelo gado o exauriu, de modo que quase nenhuma planta consegue, agora, ocupar espontaneamente o lugar. Tem-se conseguido, no entanto, recuperar esse solo combinando o mínimo uso de insumos e o plantio de variadas espécies, como a piteira (*Furcraea foetida*), o margaridão (*Thitonia diversifolia*), a fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum*), o assa-peixe (*Vernonia sp*) e o andropogon (*Andropogon gayanus*). Nos lugares onde o solo está mais fraco, a piteira é plantada a cada 20 centímetros.

Quem já viu uma piteira adulta em terra de cultura sabe que a planta ocupa com suas folhas um círculo com diâmetro de até 3 metros. Com o crescimento da piteira, primeiro podamos suas folhas e cobrimos todo o solo. Depois, conforme a área vai se tornando pequena para as plantas crescidas, começamos a raleá-las. Esse raleio é fundamental, pois é ele que alimenta o solo: o material do raleio é transformado em cobertura morta, que, por sua vez, se torna húmus.

Além disso, temos a rebrota vigorosa da piteira, informação esta que circula por toda a rede de microrganismos do solo, estimulando o crescimento de todo o sistema. Podemos repetir esse processo plantando árvores em alta densidade: conforme elas vão crescendo e as tensões começam a surgir, podemos selecionar as melhores plantas e podar as outras, construindo a fertilidade à medida que o sistema avança. Em um plantio em Casimiro de Abreu, na região de Mata Atlântica, no estado do Rio de Janeiro, Ernst plantou como estrato médio o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*, nativo da Amazônia, mas que cresce muito bem na Mata Atlântica) e o cambucá (*Plinia edulis*).

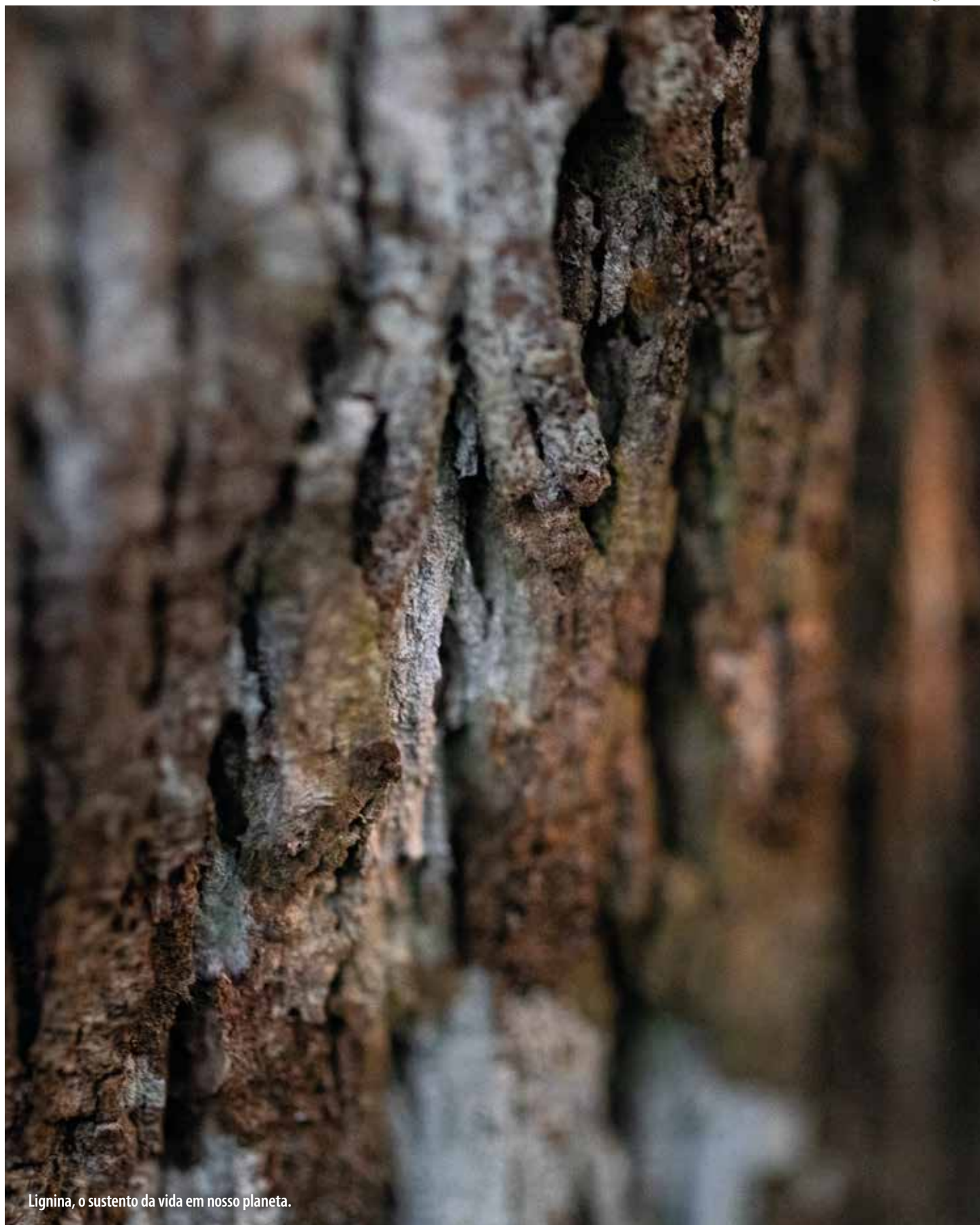
TAMANHO DAS APARAS OU FRAGMENTOS

De modo geral, o tamanho das aparas é ditado pelo tempo previsto para a decomposição e transformação da madeira rameal em húmus ativo no solo, em um determinado clima.

- Em clima mais frio ou seco, eventualmente montanhês, temperado ou semiárido, aparas menores (de 2 a 4 centímetros) oferecem maior superfície de contato da madeira com os agentes de transformação;
- Em clima quente e úmido, nos trópicos e subtropicais, esses agentes invadem a madeira rapidamente, diminuindo a necessidade de picá-la em pequenas aparas. Torna-se necessário picar a madeira em sistemas agroflorestais mecanizados, para evitar o embuchamento das máquinas. Em sistemas agroflorestais de menor escala e sem mecanização, os fragmentos poderão ter o comprimento de 10 a 40 centímetros. A prática de aplicação de MRF é antiga nos sistemas agroflorestais.

Sempre que houver uma poda do sistema, haverá um aporte de MRF ao solo. Nesse sentido, podas mais drásticas não apenas disponibilizam mais luz como também devolvem ao solo a dinâmica biológica perdida com o desmatamento, criando os fundamentos para uma fertilidade duradoura e capaz de gerar abundantes colheitas. A experiência tem mostrado que a adubação com madeira gera abundante frutificação.

O cupuaçu começa a produzir aos 6 ou 7 anos de idade, ao passo que o cambucá, que tem crescimento muito mais lento, só atinge o estrato médio e começa a produzir aos 15 anos. Como ambas as árvores são do mesmo estrato e estão próximas, começam a surgir tensões quando o espaço se torna pequeno para elas. Aos 15 anos, o cupuaçu já produziu muitas safras de frutos e, nesse momento, nos vemos diante de um dilema positivo: mantemos os cupuaçus e cortamos os cambucás, ou damos preferência aos cambucás e cortamos os cupuaçus? Como diz Ernst, temos que escolher entre o Nirvana, o Paraíso, ou a Terra dos eternamente felizes! O leitor e a leitora se lembram, provavelmente, das quatro dimensões com que a agricultura sintrópica trabalha. A quarta dimensão é o tempo, e ele está intimamente associado ao plantio em alta densidade. Graças ao plantio em alta densidade e ao manejo do sistema com o raleamento e as podas, conduzimos as plantas até a fase adulta com um espaçamento que reproduz o sombreamento adequado para cada estrato.



Lignina, o sustento da vida em nosso planeta.

4 – CAPINA SELETIVA E PODAS

Sempre que iniciamos a manutenção de um sistema sintrópico, é recomendado fazermos primeiro a chamada “capina seletiva”. Capina seletiva é um termo criado por Ernst Götsch e que significa:

1. Retirar do sistema plantas que tenham cumprido sua função (normalmente, essas plantas já estão naquele momento em que têm **sistema radicular**⁶ fraco);

2. Podar só o que está amadurecendo (plantas que saíram da fase de rápido crescimento).



Com a capina seletiva, cada espécie trabalha até que tenha cumprido sua função no sistema. Por exemplo, quando plantamos capim-mombaça (*Panicum maximum*), e em meio a ele nasce capim barba-de-bode (*Cyperus compressus*), devemos, ao realizar o corte do mombaça, podar também o capim barba-de-bode, pois este, além de ter florescimento mais precoce, pertence também a um sistema de acumulação bem anterior ao do mombaça. Se temos a presença do barba-de-bode em nossos campos, tudo indica que ainda não atingimos a fertilidade ideal para o mombaça e que o barba-de-bode ainda cumpre uma função. Por isso, nossa capacidade de observação conta muito para avaliarmos o estado de saúde das ervas e não praticarmos o que Ernst chama de “exterminação seletiva”. Cada vez que o capim barba-de-bode

• **Sistema radicular:** É constituído das raízes das plantas, órgãos especializados que têm como funções: a) ser meio de fixação ao solo; b) servir como órgão absorvente de água, compostos nitrogenados e outras substâncias como potássio, fósforo, micronutrientes, moléculas orgânicas etc.; c) alimentar fungos e bactérias por meio de seus exsudatos (açúcares, ácidos orgânicos etc.). A extensão do sistema radicular depende de vários fatores, mas a grande massa de raízes de nutrição encontra-se próxima à superfície do solo.

floresce, ele indica um amadurecimento do sistema, freando o desenvolvimento do mombaça. O mesmo acontece quando floresce o malmequer (nome comum de várias espécies de *Asteraceae*), o picão-preto (*Bidens pilosa*), o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), o ervanço (*Alternanthera sp*) e muitos outros capins e ervas de ciclo curto que são abundantes nos sistemas de acumulação.

Essas ervas têm o importante papel de cobrir o solo, concentrar nutrientes escassos, preparar o ambiente para as plantas do futuro etc. Isso é fundamental de ser observado porque, se temos as plantas de sistemas de acumulação mais avançados ocupando o campo, significa que a saúde de nosso sistema está prosperando. É importante apontar que não poderíamos arrancar as ervas de ciclo curto quando estas são as únicas plantas que temos cobrindo nosso solo no início da recuperação de uma área extremamente degradada. Nesse caso, apenas podamos e concentramos sua biomassa próxima às nossas árvores do futuro, criando nichos com mais matéria orgânica e uma melhor fertilidade, que são a porta de entrada para o próximo passo na sucessão. Quando o sistema avança e o solo melhora, plantas mais eficientes, produtoras de biomassa e com relação carbono/nitrogênio mais estreita, começam a surgir. Nosso papel, então, é de acelerar a sucessão natural, retirando as plantas de sistemas anteriores e criando melhores oportunidades para o aparecimento das plantas do futuro.

Assim, arrancamos o picão-preto e o usamos para proteger um pé de guandu ou mombaça, por exemplo. Para entender melhor, vamos imaginar um campo de sapé (*Imperata sp*). Iniciamos esse campo sem insumos e concentramos o sapé roçado em ilhas. Nessas ilhas, plantamos árvores de sistemas de acumulação mais avançados, como lobeira (*Solanum lycocarpum*), assa-peixe (*Vernonia polyphasera*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) ou angico (*Anadenanthera*

macrocarpa), caso o local seja no bioma Cerrado; nos locais com solo um pouco melhor, plantamos mandioca (*Manihot esculenta*), por exemplo. Quando o sapé concentrado nessas ilhas se decompõe, ele alimenta o solo. Nesses locais, podem surgir naturalmente moitas de *Braquiaria brisantha*, um capim que exige uma fertilidade do solo maior que o sapé. Além disso, o sapé rebrota, produzindo mais biomassa para um novo ciclo de corte e gerando concentração dos recursos disponíveis (nesse caso, por enquanto, somente matéria orgânica advinda do sapé). Próximo às ilhas, sempre haverá um maior grau de fertilidade. As plantas que surgem nos mostram esse gradiente: são as plantas indicadoras. O surgimento, por exemplo, de plantas de sistemas de acumulação, como capim rabo-de-burro ou capim rabo-de-raposa, nos indica que o solo ainda está ácido nesses lugares (veja “Plantas indicadoras” na pág. 106 deste livro).

Conforme as árvores crescem e são podadas, introduzimos material de melhor qualidade para formação de húmus, a acidez diminui e surge a beldroega (*Portulaca oleraceae*), planta indicadora de uma melhor fertilidade do solo. Com as podas das árvores e a melhoria da fertilidade do solo, introduzimos plantas como maracujá, mandioca e todas as outras que temos interesse em estabelecer no lugar, juntamente com as árvores nativas, frutíferas e madeiras nobres. Até aqui, a construção de nosso agroecossistema foi realizada sem a introdução de qualquer insumo externo, a não ser sementes e manivas de mandioca.

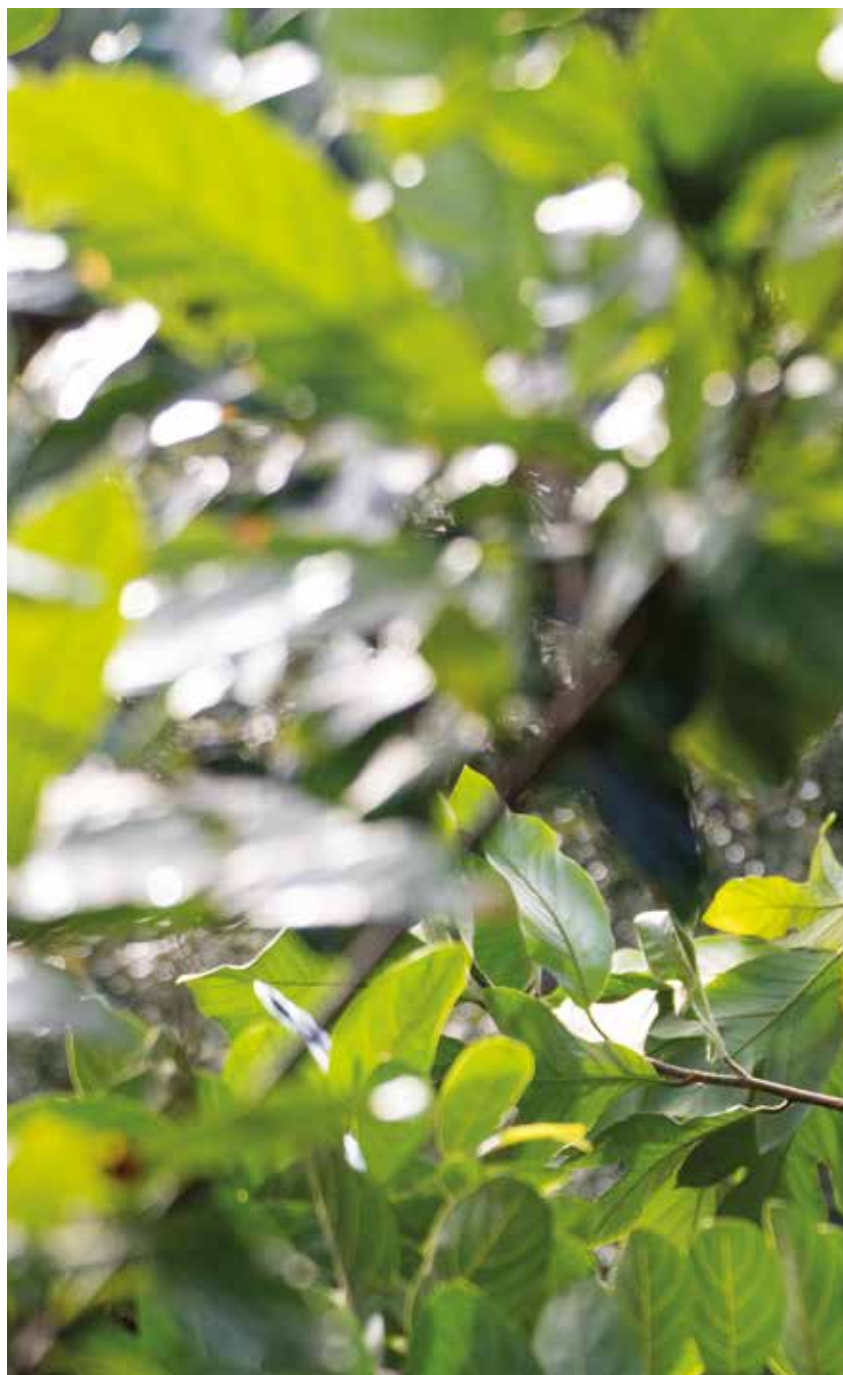
Nesse mesmo campo, se quisermos criar condições artificiais de um estágio mais avançado na sucessão natural para introduzir desde o início plantas mais exigentes, teremos que lançar mão de muletas, como adubo orgânico (esterco, composto, torta de mamona etc.), termofosfato, pó de rocha, calcário, inoculação de microrganismos. Essa aplicação de insumos deve ser cuidadosa e a mais homogênea possível, pois iremos criar uma condição artificial de fertilidade,

introduzindo plantas que demandam uma fertilidade que naturalmente não existia naquele campo. É muito importante ter isso em mente, pois, empregando de forma simplista e equivocada esses elementos, destruiu-se praticamente todo o Cerrado brasileiro, cuja agricultura industrial foi alicerçada no tripé: melhoramento genético das cultivares de soja, correção da acidez dos campos com calcário e aumento da fertilidade do solo com NPK. Mas, com isso, os solos foram amplamente comprometidos pela erosão e compactação, as chuvas diminuíram, milhares de córregos e rios foram assoreados e destruiu-se uma das florestas mais biodiversas do planeta. Voltando ao nosso agroecossistema imaginário, e feita a correção do solo de maneira cuidadosa e consciente, plantamos milho, frutíferas, hortaliças, árvores de madeira nobre etc. Podemos deduzir se estamos caminhando ou não para o sistema de abundância a partir do surgimento natural de plantas indicadoras. Por exemplo, se o campo se forra de guanxuma (*Sida sp.*), isso indica que não fizemos uma boa descompactação do solo; se aparece muito amendoim-bravo, há deficiência de molibdênio; se semeamos mombaça, mas a braquiária ressurgiu em muitas manchas, é sinal de que ainda estamos em um forte sistema de acumulação, pois não atingimos a fertilidade exigida pelo mombaça.

Forçar o avanço artificialmente é possível, mas requer cuidado e muita observação, caso contrário, colocaremos insumos que não serão aproveitados e o campo insistirá em ficar em estágios anteriores da sucessão (veja a Imagem 21 “Por que temos pragas, ervas invasoras e doenças em nossos cultivos?”). Além disso, quando criamos uma condição artificial de fertilidade, queimando etapas na sucessão natural, abrimos caminho para que fungos, bactérias e insetos se tornem “pragas” e para que ervas e capins se tornem plantas invasoras, pois estes são os fiscais de nossos cultivos e estão sempre nos indicando o verdadeiro estágio da sucessão em que nosso campo se encontra, permitindo-nos detectar a verdadeira causa dos problemas que surgem com nossas plantas (ver pág. 98 “Tentar enxergar o que cada ser está fazendo de bom”). Por isso, além de observar fatores, como deficiências nutricionais, aspectos físicos, químicos e biológicos

do solo, compactação, nutrientes disponíveis e microflora, é fundamental ter planejada toda a sucessão das principais espécies produtoras de biomassa em nossos campos, pois os estercos e compostos adicionados não formam húmus estáveis e logo serão consumidos pela biologia do solo, de modo que ele será rapidamente descoberto e lavado pelas chuvas, retrocedendo na sua fertilidade e sendo ocupado novamente pelo picão-preto, pela braquiária, capim-marmelada, feto-de-gaiola, barba-de-bode etc. Avaliados todos esses fatores e escolhidos cuidadosamente as espécies e os insumos, avançamos a passos largos rumo aos sistemas de abundância. Quando conseguimos criar uma fertilidade estável e homogênea para o solo, conectada com o plantio das espécies corretas, não há espaço para o aparecimento de plantas de estágios anteriores da sucessão, pois nossas plantas estão em seu máximo vigor, ocupando correta e rapidamente seus estratos — estamos “voando baixo”. Um dos princípios fundamentais para o crescimento e a frutificação de nosso agroecossistema são as podas, elas são o motor propulsor, aceleram a ciclagem de nutrientes e a sucessão natural das espécies, ou seja, pavimentam o caminho para sistemas de abundância, ou, como diz Ernst, são “o pulo do gato”. Quando Ernst iniciou os trabalhos no Brasil, recebeu uma terra completamente devastada, na chamada Fazenda Fugidos da Terra Seca (mais tarde, descobriu-se que o nome original do lugar era Fazenda Olhos D’Água, o que já sugere o processo de degradação pelo qual o solo do local passou com o tempo).

Ele plantou em alta densidade milhares de sementes e, conforme foi raleando e podando as plantas que cresciam, descobriu o grande *input* de energia que surgia com as podas, como se fosse um rejuvenescimento do sistema ou, como disse Renate Götsch (esposa de Ernst, quando chegaram ao Brasil), um “reprimaveramento”. Atualmente, como vimos anteriormente, vários pesquisadores vêm estudando a grande rede subterrânea formada por raízes e milhares de microrganismos, que mantém as árvores conectadas. As pesquisas mostram que nutrientes, carbono e hormônios se translocam de uma planta para a outra, fazendo com que todo o sistema entre em ressonância por meio de laços de realimentação positivos.



Ernst nos dá algumas dicas básicas para nos orientar na arte da poda. Sempre que formos podar as árvores, devemos começar preferencialmente de cima para baixo, pois, assim, podemos diminuir os estragos da queda de galhos maiores, os quais são amortecidos pelos galhos inferiores. Ele aconselha, também, podarmos primeiro os galhos doentes, mal formados, tortos e sobrepostos. Podemos podar drasticamente árvores que resistem a esse manejo, deixando apenas o tronco



Na copa de uma árvore, Ernst Götsch se sente em casa, e ele está. Fazenda Olhos D'Água (BA).

principal, ou podá-las mantendo a arquitetura da copa. Tudo depende do contexto, da vizinhança e do objetivo da poda. As porcentagens de sombra em cada estrato também não são cláusulas pétreas, podemos aumentar o sombreamento em um andar se o diminuimos no anterior ou posterior e vice-versa. Geralmente, sistemas que sustentam mamíferos de porte grande,

como os seres humanos, têm um grande investimento de árvores nos estratos médio e baixo; já sistemas de acumulação têm um aumento do estrato alto. De todo modo, uma coisa é certa: só vamos realmente entender esses princípios quando plantarmos e manejarmos nossos próprios agroecossistemas. Somente praticando é que vamos adquirir confiança e sabedoria.

5 – CONCENTRAR ENERGIA E GERAR BIOMASSA DE FORMA EFICIENTE

Concentrar energia significa aglutinar recursos em linhas ou ilhas, o que é particularmente importante quando trabalhamos em solos decaídos, empobrecidos pela agromineração. Aglutinamos, então, as gramíneas e as ervas em linhas ou ilhas e plantamos nesses lugares nossos cultivos, que podem receber o luxo de algum insumo, como esterco ou pó de rocha etc., para auxiliá-los a crescer.

A braquiária é considerada por muitas pessoas como uma planta ruim, agressiva, invasora, de difícil controle, mas, entendendo como a natureza funciona, podemos usá-la a nosso favor. Podemos começar um agroecossistema em um pasto de braquiária: retiramos o capim em faixas com largura de 80 cm, que afofamos; em seguida, roçamos 5, 10 ou 15 metros de cada lado dessas faixas¹⁵ e acumulamos a braquiária roçada nelas. Essas faixas formam duas leiras convexas paralelas, e é no côncavo delas (o centro da faixa) que vamos plantar o que desejamos. Com essa cobertura, nenhum mato crescerá e nosso cultivo estará melhor adubado e protegido contra o ressecamento. Se for verão, trinta ou quarenta dias depois teremos novamente a braquiária crescida nas entrelinhas, de modo que vamos sucessivamente dominando o campo com a força da própria braquiária, em linhas ou ilhas, conforme mostra a imagem a seguir. Atualmente, Ernst Götsch vem desenvolvendo vários projetos de consultoria nos quais prevê a utilização de gramíneas nas entrelinhas das árvores. Uma dessas gramíneas é o capim-mombaça, que tem hábito cespitoso, não invadindo as linhas de árvores, e apresenta um ciclo vegetativo longo (trazendo, portanto, menos informação de senescência). Essas características facilitam o manejo.

15 – O que vai determinar se vamos roçar 5, 10 ou 15 metros é a quantidade de capim presente no campo, pois as leiras acumuladas e apertadas devem ter uma altura ideal de, no mínimo, 50 cm.

Imagem 45



DICAS

- 1) De preferência, construa as linhas no sentido norte-sul, observando a topografia, o relevo, as plantas que gostam de mais sol, se preferem o sol da tarde ou o da manhã. A proposta determina o design. A justificativa para a recomendação de construir linhas no sentido norte-sul é a inclinação da Terra em relação ao Sol: o Sol nunca descreve uma “trajetória” perpendicular em relação à Terra, ou seja, se plantarmos no sentido leste-oeste, as linhas mais ao norte farão sombra o tempo todo sobre as entrelinhas ao sul (no hemisfério Sul). Por outro lado, se plantamos no sentido norte-sul, todas as entrelinhas receberão a luz do Sol diretamente em algum momento do dia, pois o Sol descreve uma trajetória aparente, cortando todas as linhas e entrelinhas.**
- 2) Observe os ciclos das plantas, a velocidade de seu crescimento, veja “quem sucede quem”.**
- 3) Lembre-se: tudo é recurso, tudo é adubo. A palavra recurso é entendida por nós no sentido daquilo que segue o fluxo da natureza para potencializar os processos de vida.**

Imagem 45 - Concentrando recursos: capim roçado e acumulado na linha de plantio. Início do sistema com sementes de árvores em pasto de *Brachiaria decumbens*, Cepeas (GO).

6 – ECOFISIOLOGIA E FUNÇÃO ECOFISIOLÓGICA DAS PLANTAS



ecofisiologia vegetal estuda a adaptação da fisiologia dos organismos às condições ambientais. Por exemplo, com relação a plantas nativas da Caatinga, foram observados três mecanismos quanto à adaptação à seca: a resistência das espécies que permanecem enfolhadas no período seco, como o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*); a tolerância das espécies caducifólias, que perdem as folhas durante a estação seca, como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*); e o escape das plantas anuais, que completam o ciclo fenológico durante a época chuvosa, como a *Brachiaria plantaginea*, conhecida como milha. Muitas espécies da Caatinga exercem rígido controle da transpiração, principalmente pela velocidade de fechamento dos seus estômatos, como reação ao aumento do déficit de vapor da atmosfera, mesmo sob condições favoráveis de umidade de solo.¹⁶

Assim, fica clara a importância da escolha certa das espécies que irão compor nosso plantio, pois elas precisam ter os instrumentos necessários para lidar com os diversos fatores do local onde crescem, como baixa fertilidade, compactação, encharcamento ou seca prolongada do solo, baixas ou altas temperaturas, insolação etc. Daí a importância do trabalho de Vavilov, pois é necessário descobrir qual o contexto de origem das plantas que estamos usando, para que possamos reproduzi-lo e diminuir o estresse delas. Conhecendo-as, podemos moldar nossos plantios e nos livrarmos das receitas prontas. É importante ressaltar que não basta conhecermos apenas as plantas de nosso bioma, pois, devido ao acelerado processo de destruição de todos os biomas do Brasil e do mundo, o que contribui para o aquecimento global e as mudanças climáticas, presenciamos

a alteração profunda do clima em cada um deles. Vastas regiões da Amazônia estão passando por um processo de savanização; em grandes áreas do Cerrado, a quantidade de chuvas entre 2014 e 2017 foi a metade da média histórica, lembrando condições da Caatinga; em muitas áreas degradadas da Mata Atlântica crescem plantas do Cerrado. Isso nos mostra que, para recuperar a Amazônia, por exemplo, precisaremos de plantas do Cerrado, e, para recuperar o Cerrado, necessitaremos introduzir plantas da Caatinga (o que é mais difícil, pois os solos da Caatinga têm, no geral, uma fertilidade bem maior do que os solos do Cerrado). Ou seja, as condições criadas com a destruição dos biomas não permitem, em muitos casos, que espécies do próprio local o colonizem novamente, já que o ecossistema perdeu a resiliência, necessitando urgentemente de nossa intervenção. Quando o plantio de espécies típicas de determinada região não é suficiente para a sua recuperação, precisamos introduzir espécies exóticas com maior resiliência, oriundas de outras partes do mundo, como o eucalipto, a *Acacia mangium* etc.

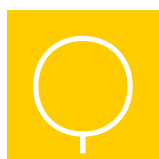
Essas espécies não são pragas nem destruidoras de nascentes e solos. Na verdade, quando utilizadas no contexto da agricultura sintrópica, elas são verdadeiras “salvadoras da pátria”, pois o eucalipto pode favorecer o crescimento de nossa peroba, cedro, jaboticaba, laranja, mangaba etc., desde que utilizado de forma dinâmica, como já visto. Por exemplo, na Austrália, na região de Melbourne, o eucalipto é vegetação nativa protetora de mananciais. Assim, muitas espécies exóticas podem ser pontes para o estabelecimento de florestas primárias altamente biodiversas e produtivas.¹⁷ Com a ecofisiologia das plantas, podemos transformá-las em uma ferramenta. Por exemplo, em ambientes áridos, introduzimos plantas que resistem à seca para criar umidade para as plantas do futuro; em solos pobres, introduzimos plantas que disponibilizam fósforo, com a função de criar a fertilidade para as plantas que virão depois.

16 – J. A. Araújo e F. C. Carvalho apud J. M. P. Lima Filho, *Ecofisiologia de plantas da Caatinga* (2004).

17 – Ernst Götsch, comunicação pessoal, Rio de Janeiro, 2016.

7 – SINCRONIZAR OS PLANTIOS

Muitas vezes, quando optamos pela agricultura sintrópica, já temos em nossa fazenda áreas com cultivos perenes instalados, seja de forma orgânica ou convencional, com aplicação de adubos químicos ou orgânicos, de agrotóxicos ou caldas, e o emprego de máquinas pesadas, ou seja, com todo o pacote tecnológico da agricultura industrial.



Quando Ernst iniciou os trabalhos na Fazenda da Toca, em Itirapina, no estado de São Paulo, produziam-se nela frutas orgânicas. Ernst recebeu uma das áreas com manejo orgânico e com citrus já plantado, com 1 a 2 anos de idade. Após o manejo sintrópico, a pulverização de caldas foi abandonada e buscou-se utilizar máquinas mais leves para diminuir a compactação do solo e evitar a morte do capim. Ao optarmos por trabalhar com o que já está plantado, é necessário avaliar de que maneira podemos aplicar todas as técnicas sintrópicas naquele local e se é viável manter ou não o cultivo anterior. Por exemplo, se temos um plantio adulto de seringueiras já em produção, o primeiro passo é identificar a qual estrato aquele cultivo pertence. Feito isso, avaliamos se é possível introduzir os outros estratos. No caso desse plantio adulto de seringueira, é necessário realizarmos uma poda drástica, pois seria inviável que as novas plantas introduzidas crescessem sob plantas adultas, envelhecidas e com porcentagem de sombra muito superior à do estrato alto (afinal, elas foram plantadas em monocultura). A seringueira é boa de poda, rebrota com vigor, e todo o material podado servirá como adubo para os outros estratos que introduzimos. Uma possibilidade seria suprimir comple-

• **Genótipo:** Composição genética de um indivíduo, ou seja, o conjunto de todos os genes daquele organismo.

• **Bisel:** Corte oblíquo em aresta ou quina.

tamente linhas alternadas de seringueiras e podar fortemente as linhas que deixamos. Após o corte e a poda das seringueiras, podemos plantar nas entrelinhas, como estrato baixo, algum tipo de capim juntamente com mudas de café, cacau, jabuticaba; como estrato médio, banana-prata (que cresce bem sob a sombra do estrato alto), citrus, achachairu, rambutan; como estrato emergente, seria possível experimentar mudas de jequitibá, castanha-do-brasil, cajá-mirim, guapuruvu. Este último seria o estrato mais difícil de ser introduzido, porque, pela lógica da sucessão natural, os emergentes estariam por cima das seringueiras, surgindo a necessidade da poda drástica delas, atrasando seu crescimento para que haja luz suficiente para os emergentes recém-plantados. Ernst já realizou experimentos tentando fazer essas “cirurgias” e percebeu que o ideal é começar do zero, realizando o corte raso do sistema e semeando todas as plantas de todos os estratos, pois, com isso, teremos um grande *input* de matéria orgânica nele, além de forte informação de crescimento promovida pelas sementes introduzidas e pela rebrota da maioria das árvores cortadas.

Nos cultivos convencionais em monocultura, temos, geralmente, um estresse provocado nas plantas por vários fatores. Por exemplo:

*1. Plantas como o café são do estrato baixo, o que faz com que seja fundamental termos os outros estratos acima dele para evitarmos seu estresse. Ao observar uma monocultura de café a pleno sol, pode-se imaginar que dessa forma ele produza naturalmente mais e melhor; no entanto, o café vai muito bem sob a copa dos estratos superiores. O que houve é que muitos **genótipos**⁶ atuais usados em monocultura foram selecionados por sua capacidade de tolerarem sol pleno. Além disso, o problema de plantar o café solteiro é que estaremos atrelados ao uso excessivo de insumos externos, pois, nessa forma de cultivo, não*

temos outras plantas para alimentá-lo, não há poda dos estratos superiores, tampouco há formação de serrapilheira, que provoca um aumento do húmus, trazendo maior fertilidade, maior acúmulo de água no solo e resistência a doenças. Aqui, citamos o café, mas o mesmo vale para plantas cultivadas de qualquer estrato, como laranja, noz pecã, pêssego, maçã, manga, banana etc.

2) Nas entrelinhas dos cultivos, dominam muitas vezes gramíneas ou ervas que florescem rapidamente (como a braquiária) e que, se mal manejadas e não podadas no tempo certo, amadurecem e provocam uma frenagem no crescimento das árvores e na captação de água da atmosfera por parte das micorizas. A partir do momento em que entendemos isso, buscamos colonizar as entrelinhas com um capim que não seja do mesmo estrato das árvores cultivadas. Por exemplo, em um plantio de laranja (estrato médio), podemos plantar mombaça, que é do estrato baixo, e não capim-elefante, que é estrato alto, pois este entraria em conflito com a laranja e causaria problemas quando podado, já que o material podado é depositado na linha das árvores rebrotaria facilmente, ocupando essa linha e dificultando o manejo.

Muitas vezes, só conseguimos realizar uma transição dos cultivos arbóreos já instalados em monocultura para a agricultura sintrópica se as árvores aceitarem podas, pois são elas que permitirão sincronizar a brotação vigorosa das árvores já instaladas com a brotação de sementes e mudas introduzidas. Às vezes essa poda significa um corte raso. Podemos citar, como exemplo, o coqueiro (emergente). Em 2017, Ernst Götsch realizou um trabalho para a empresa Ducoco, em que recomendou a poda das folhas velhas de cada coqueiro e a substituição das ervas das entrelinhas dos coqueiros por um capim cespitoso resistente à seca (*green panic*), além da introdução, nessas mesmas entrelinhas (com 9 m de largura), de filas alternadas (de 4,5 m x 1 m) de caju e neem, intercalando com o plantio da mandioca. O caju, como estrato alto, não briga com o coco e ainda vai produzir frutos e castanhas.

O neem será utilizado para a poda, adubando as linhas de coco e capim. Ao nos depararmos com um cultivo perene em monocultura, deveríamos nos perguntar: é possível dinamizar esse cultivo? Quais plantas podem ser introduzidas para cobrir melhor o solo e ocupar, se possível, todos os estratos? É possível fazer isso de modo mecanizado? Não raro, ao concluir um plantio, temos, em um dos lados do campo, uma mata ou uma plantação de eucalipto, pinus etc. Para evitarmos uma influência negativa sobre nossos cultivos, devemos obrigatoriamente manejar essas árvores, realizando uma poda da borda para dentro da mata, retirando a influência negativa de um estrato fora de sincronia com o nosso campo, pois ela causaria uma depressão no crescimento das plantas. Essa influência negativa sobre o campo corresponde ao comprimento das árvores deitadas. Assim, podemos fazer uma poda em **bisel**⁶ e transferir todo o material podado para nosso campo, adubando-o. Tenha em mente que é muito mais prejudicial nosso plantio não ser banhado pela luz do sol nascente do que não receber luz do sol poente.

Imagem 46

Exemplo de entrelinha de cultivo na prática.



8 – TENTAR ENXERGAR O QUE CADA SER ESTÁ FAZENDO DE BOM

A parte visível da natureza ao ser humano é infinitamente menor que a parte não visível, e, na maioria das vezes, não temos a capacidade de olhar para além de seu aspecto material, físico. Somos incapazes de ver a olho nu o que acontece no solo, quais as relações que se estabelecem entre as plantas, entre a microfauna e a flora. Difícilmente conseguimos observar os animais se não usarmos técnicas de camuflagem, esconderijos. Como se isso não bastasse, existe ainda um mundo desconhecido no nível de energia, um mundo etéreo que não pode ser captado pelos cinco sentidos.



upert Sheldrake provou, por meio de dezenas de experimentos, que os animais são sensíveis a campos de conhecimento inacessíveis à maior parte dos seres humanos. É comum, por exemplo, os animais detectarem um tsunami antes de ele acontecer. No livro *Cães sabem quando seus donos estão chegando* (2000), Sheldrake mostra a capacidade dos cães de detectarem o pensamento do dono a milhares de quilômetros de distância. Esses animais têm a capacidade de acessar regiões sutis que o autor chamou de campos morfogenéticos. Observando os trabalhos desenvolvidos por Ernst Götsch, podemos nos perguntar se os seres humanos também não são capazes de acessá-los. O próprio Ernst se pergunta se a nossa fonte primordial de inteligência não seria, antes da razão, a nossa intuição. Ernst propõe, então, que, sempre que chegemos a um lugar e encontremos animais trabalhando (a que muitos chamam de pragas), perguntemos, seja para formigas, cupins

ou insetos: o que vocês estão fazendo de bom? Que perguntemos às plantas: qual o plano de vocês para este lugar? E que também perguntemos, antes de cada intervenção (poda, manejo etc.): o que posso fazer para otimizar os processos de vida e trazer mais vida a esse lugar? O que posso fazer para ser um ser querido neste lugar? Fazendo essas perguntas, colocamo-nos como seres receptivos às respostas da natureza. Segundo a física quântica, o observador interfere no objeto e vice-versa (em **escalas nanométricas**⁶). Isso significa que as interferências que fazemos em nosso objeto, as medidas distintas que tomamos, dependem da perspectiva a partir da qual o observamos. Alguém que não enxerga as formigas cortadeiras como nossas aliadas, mas como pragas, seguirá o caminho do controle, do uso de venenos, exterminando a vida, contaminando os lençóis freáticos etc. Já alguém que recebe as formigas cortadeiras como mensageiras da natureza e as entende como parte do sistema imunológico do macrororganismo Terra tomará outras providências: plantará em alta densidade nas áreas próximas aos olheiros, cobrirá o solo com muita matéria orgânica, auxiliando as formigas em seu trabalho de trazer mais vida para aquele agroecossistema, afinal, formigas não cortam indistintamente as plantas.

O que leva um formigueiro próximo a dezenas de eucaliptos (uma planta comumente cortada por elas) a se deslocar por mais de 50 metros para cortar uma árvore de neem ou uma jabuticabeira? Pela lógica do racionalismo ocidental capitalista, seria muito mais fácil e barato cortar as árvores próximas. Mas a natureza não trabalha seguindo a lógica capitalista, a natureza trabalha o tempo inteiro para otimizar o sistema, para criar sistemas de abundância. A Terra, como um macrororganismo, possui uma inerente capacidade autocurativa, capacidade esta que os povos antigos mostravam reconhecer quando deixavam a terra em **pousio**⁶ para que recuperasse sua fertilidade.

• **Escala nanométrica:** Escala cuja base de medida é igual ou inferior a um bilionésimo de metro.



A floresta bem manejada, impulsionada pelas podas, faz com que todos os estratos tenham folhas verdes na maior parte do ano.

BORDAS DEVEM SER TRABALHADAS

A altura da árvore deitada define o seu destino, se será podada, cortada ou se ficará da mesma forma.

Em uma linguagem sistêmica, essa capacidade autocurativa está associada a ciclos de *feedback* autoequilibradores inerentes aos sistemas vivos, por meio dos quais o sistema auto-organizador retorna mais ou menos ao estado flutuante original.¹⁸ Podemos ver a destruição das florestas e, conseqüentemente, dos solos provocada pelos seres humanos como um estado precário de saúde do macrorganismo Terra. Quanto mais a agricultura industrial se afasta das florestas na dimensão temporal, mais comuns se tornam as explosões populacionais de insetos, fungos e bactérias, que, do ponto de vista dessa forma de agricultura, são pragas e doenças, mas, do ponto de vista do planeta Terra, são parte do sistema imunológico, pois aparecem para restabelecer o equilíbrio interrompido, forçando uma mudança de ritmo. Se não entendemos o aparecimento desses seres como uma mensagem de alerta decorrente da perda da matéria orgânica, da salinização do solo pelo uso de adubos químicos, compactação, erosão, diminuição das chuvas etc., a crise se aprofunda por

meio de ciclos de *feedback* de reforço negativo até o rompimento da resiliência do agroecossistema e sua morte. Para recuperar áreas degradadas, maiores esforços são necessários, principalmente quando desejamos que isso ocorra em um curto espaço de tempo. Nesse caso, podemos recorrer a ajuda externa, como inoculação de microrganismos, aplicação de pó de rocha, esterco animal, plantas de cobertura resistentes à salinização e a condições de vida inóspitas, criando uma sucessão de espécies de sistemas de acumulação iniciais até sistemas de abundância, quando será possível o plantio de alimentos que sustentem mamíferos de porte grande. Esse caminho inclui estágios de crise e transformação, levando à emergência de um estado de equilíbrio inteiramente novo.¹⁹

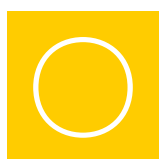
• **Pousio:** Em agricultura, é o nome que se dá ao descanso ou repouso das terras cultiváveis, interrompendo as culturas para tornar o solo mais fértil. Pode ser usado também como meio de controle de ervas-daninhas, consorciado a outras práticas, como a rotação de culturas.

18 – F. Capra e P. L. Luisi, *A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas* (2014).

19 – Idem.

NA NATUREZA TUDO ESTÁ EM EQUILÍBRIO. O CASO DO FEIJOEIRO

Atualmente, a cultura do feijoeiro com manejo convencional não tem suportado toda a gama de agrotóxicos empregados para combater as doenças e as pragas que surgem. O manejo intensivo da cultura do feijoeiro, principalmente em sistemas de produção irrigada, incrementou a alta demanda pelo pacote tecnológico de produção, de preparo de solo, seleção de variedades, adubação e manejos de controle de pragas e doenças na colheita do grão.



uso de alta carga química em forma de fertilizantes e agrotóxicos num solo de Cerrado vulnerável à produção intensiva interferiu negativamente. Além disso, quebrou o equilíbrio ecológico dos organismos, dos ciclos biológicos e da relação harmônica das comunidades, criando uma dinâmica populacional restrita de pragas e doenças, resultando em problemas que limitam a produção do feijoeiro. Durante o ciclo de cultivo do feijoeiro, o número médio de pulverização de inseticidas e acaricidas é de 14,8 aplicações, além de 9,2 para o controle de doenças em sistemas irrigados. No sistema sequeiro, o uso de agrotóxicos é 17,3% menor, mas sua produtividade média é 21,6% menor do que a do irrigado. Pode-se observar que os números exagerados de aplicações realizadas para o controle das pragas e doenças não estão tendo a devida eficiência, e as perdas começam a

se tornar evidentes, o que resulta em vulnerabilidade: inúmeras doenças de solo, como, principalmente, o mofo-branco, a podridão-radicular-de-Rhizoctonia, a murcha-de-fusário e a podridão-cinzenta-do-caule. Na natureza, é comum encontrar uma gama de diversidade microbiológica em fluxo, ou seja, cadeias e redes de desenvolvimento e relacionamento dinâmico das populações. Sabe-se que, dentro dessa biodiversidade, menos de 0,06% é de organismos fitopatógenos do feijoeiro em relação ao mundo microbiológico. Em área irrigada com podridão, após a recomposição biológica com resíduos biorremediadores, houve recuperação de 83 a 91% da saúde das plantas. Em áreas manejadas com a aplicação de todos os recursos de manejo sustentável, acompanhadas com monitoramento de pragas e doenças e com uso de biofertilizantes que promovem o estabelecimento da biodiversidade benéfica, foi possível reduzir em 28,1% a adubação química e em 81,7% as cargas químicas pulverizadas contra pragas e doenças.²⁰ Embora a pesquisa realizada pelo fitopatologista Celso Tomita não esteja relacionada diretamente com os princípios propostos por Ernst Götsch, por meio desse estudo, pode-se observar que é possível abandonar quase por completo os agrotóxicos, reativando a vida no solo, mesmo em áreas de monocultura. Quando adotamos a agricultura sintrópica, restabelecemos a biocenose do solo, de forma endógena, e não por meio de insumos externos. Somente quando ela está em equilíbrio podemos trazer de volta a saúde de nossos cultivos e, conseqüentemente, abandonar por completo os agrotóxicos.

20 – Adaptado do artigo de C. Tomita, “Feijão: o manejo sustentável de pragas e doenças” (2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

PARA TERMOS SUCESSO NA IMPLANTAÇÃO E NO MANEJO DE NOSSOS SISTEMAS SINTRÓPICOS, DOIS PONTOS SÃO FUNDAMENTAIS:

1) *Conhecer profundamente todas as técnicas e princípios da agricultura sintrópica;*

2) *Conhecer as necessidades e características de todas as plantas cultivadas que crescem bem em nossa região, juntamente com todas as plantas nativas e exóticas que vão bem ali. Isso significa que devemos saber: lugar de origem, nome popular e científico, resistência à poda, estrato que a espécie ocupa na mata, presença ou não de folhas caducas, arquitetura da copa, época de floração e frutificação, utilidades para o ser humano, tipo de sistema radicular, velocidade de crescimento, qualidades da semente (presença de dormência, semente recalcitrante ou ortodoxa etc.), se a espécie ocorre naturalmente em terra boa ou fraca, o tipo de solo (argiloso, arenoso ou misto) mais adequado a ela, o tipo de relevo no qual mais ocorre (baixada, cabeceira de nascente, boqueirão, topo de morro etc.) e o ciclo de vida da espécie (placenta, secundária 1 ou 2, ou climática).*

Esse conhecimento implica a valorização e o resgate do saber local e tradicional, importante base para o sucesso de nossos cultivos. Com esse olhar sintrópico do mundo, não há dúvidas de que estaremos cada vez mais aptos a construir sistemas semelhantes em sua forma, função e dinâmica às florestas originais do nosso lugar. Nosso cérebro, assim como a natureza, apresenta-se como uma rede, e as pesquisas atuais demonstram que até mesmo nosso DNA não é linear, já que a manifestação dos genes depende mais de uma rede **epigenética** e do metabolismo da célula para se manifestar do que do seu próprio DNA. Com essas informações em nosso “sangue”, facilmente estabeleceremos as conexões (entre espécies) necessárias quando nos depararmos com a necessidade de construir sistemas sintrópicos em qualquer lugar que um dia já foi floresta em nosso planeta.

Há muito ainda para ser desenvolvido e testado na agricultura sintrópica (em pequena e larga escala), a qual busca recriar o ambiente em que as plantas coevoluíram por milhares de anos. Embora não encontremos atualmente no mercado máquinas adaptadas para a agricultura sintrópica, com o desenvolvimento tecnológico atual é plenamente factível a construção delas, as quais nos permitirão cultivar milhares de hectares. Isso não apenas transformará a paisagem rural da Terra, como também poderá garantir um futuro à espécie humana, pois, se há algum futuro para nós, ele está intrinsecamente ligado à recuperação de todas as florestas de nosso planeta.

• **Epigenética:** É a área da biologia que estuda mudanças no funcionamento de um gene que não são causadas por alterações na sequência de DNA e que se perpetuam nas divisões celulares, meióticas ou mitóticas.





Clareira aberta por uma das filhas de Ernst, Mathilde, para construção de uma casa com madeira oriunda das florestas plantadas por ela mesma e sua família. A banana, no início, gera renda e cria as árvores do futuro. Fazenda Olhos D'Água (BA).

CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS SINTRÓPICOS

ERNST GÖTSCH ESTABELECE OS SEGUINTE CRITÉRIOS PARA MEDIRMOS A SUSTENTABILIDADE DE UM SISTEMA SINTRÓPICO:

SOLO

- Porcentagem da superfície do solo coberta por matéria orgânica;
- Composição do material da cobertura (quanto maior é a fração lignificada e/ou coriácea, melhor);
- Espessura da cobertura;
- Atividade da microflora e microfauna.

VEGETAÇÃO

- Cobertura vegetal (%);
- Vigor e saúde da vegetação;
- Estratificação do consórcio dominante;
- Desenvolvimento, complexidade e distribuição individual de cada espécie;
- Complexidade, saúde, vigor e desenvolvimento dos consórcios que chegarão a dominar no sistema do qual o consórcio dominante faz parte; ou, no caso em que este último foi dominado por espécies primárias, vigor regenerativo do mesmo sistema;
- Capacidade do sistema para aumentar, por sua autodinâmica, a qualidade e a quantidade de vida consolidada, tanto no “sublugar” em que se encontra quanto no planeta Terra por inteiro.

IMPACTO ECOLÓGICO

- Proximidade do agroecossistema ao ecossistema natural e original do lugar quanto ao seu modo de funcionar ecofisiologicamente e quanto à sua dinâmica e ao seu impacto no macrororganismo planeta Terra por inteiro;
- Impacto do uso de insumos considerando toda a corrente, desde a sua produção até os impactos diretos e indiretos provocados pelo seu uso.

ECONÔMICO

- Uso de insumos;
- Custo-benefício quanto a requerimentos de mão de obra para sua implementação;
- Custo-benefício considerando por inteiro os impactos causados pelo sistema em relação ao desenvolvimento dos recursos do planeta (solo, biodiversidade, água potável, hidrocarbonetos (petróleo), atmosfera etc., incluindo os custos causados pelos impactos originados pela produção, transporte e comércio dos insumos).

SOCIAL

- Distribuição de requerimentos de uso de mão de obra durante o ano;
- Acessibilidade (dependência do uso de alta tecnologia e outras inversões para sua implementação);
- Dependência de fatores externos (crédito, mercado etc.).

Diante de tais complexidades, a implantação de sistemas sintrópicos depende, em grande parte, dos seguintes fatores:

- *Um instrumento didático eficaz para que o agricultor entenda todas as técnicas e princípios envolvidos na implantação e na manutenção de seu agroecossistema;*
- *Disponibilidade de mão de obra;*
- *Acesso do agricultor ao seu principal meio de produção, que é a terra.*

Ernst em comunicação pessoal no "Workshop de Agricultura Sintrópica", Alto Beni, Bolívia, 2001.

CONHECENDO NOSSAS PLANTAS

PLANTAS INDICADORAS*

Na relação que se segue, estão algumas das plantas indicadoras mais comuns e as indicações que elas fornecem.

ESPÉCIES INDICADORAS

Amedoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*)

Também conhecido como “leiteira”. Invade campos de soja, indica solos onde há desequilíbrio do nitrogênio com micronutrientes e, em especial, com molibdênio e cobre.

Ariri (*Syagrus vagans*)

Aparece em solos muito queimados.

Assa-peixe (*Vernonia spp*)

Indica solos de Cerrado secos e com lajes.

Bacuri (*Attalea phalerata*)

Também conhecido como palmeira-do-cerrado, indica solos férteis, tanto física quanto quimicamente.

Barba-de-bode (*Aristida pallens*)

Capim típico de paisagens com queimadas recorrentes resultantes da ação humana. Indica pobreza de fósforo, cálcio e potássio. Quando recém-brotado, o gado aceita. Eliminando-se o fogo, pode dar lugar a outras forragens.

Beldroega (*Portulaca oleracea* e outras)

Recurso de pastagem na seca (na região Nordeste). Aparece nos solos melhores, protegendo-os.

Berneira ou maria-mole (*Senecio brasiliensis*)

Indica solos (pastagens) com uma camada adensada entre 40 cm e 120 cm de profundidade.

Capim-amargoso ou capim-açu

(*Digitaria insularis*)

Surge em lavouras abandonadas e em pastagens, nas manchas úmidas onde a água estagna após a chuva. Nunca indica solos com boa produtividade.

Capim-amoroso ou capim-carrapicho

(*Cenchrus echinatus*)

Indica campos agrícolas muito decaídos, erodidos e adensados. Surge também em pastagens onde o pisoteio foi intenso em época adversa. Afogado o solo, desaparece.

Capim-arroz ou capim-capivara

(*Echinochloa crusgalli*)

Frequente em campos de arroz irrigado. Indica a formação de um “horizonte de redução” (rico em substâncias tóxicas) logo abaixo da superfície do solo. Eliminando-se o horizonte de redução (por drenagem), o capim não germina mais.

Cabelo-de-porco (*Carex sp*)

Aparece em solos muito compactados e anaeróbicos, com um nível de cálcio irrisório. Altamente beneficiado pelas queimadas.

Capim-cabeludo (*Trachypogon spp*)

Típico de paisagens com queimadas recorrentes; sem queimadas, regride.

Capim-caninha ou capim-colorado (*Andropogon laterallis*)

Surge em solos temporariamente encharcados e periodicamente queimados (típicos no Rio Grande do Sul). Indica deficiência aguda de fósforo. Adubado com fosfato, torna-se forrageira boa. Em pastejo rotativo, tende a desaparecer.

Capim-favorito, capim-gafanhoto ou capim-natal (*Melinis repens*)

Indica solos muito secos, decaídos.

Capim-marmelada ou capim-papua

(*Brachiaria plantaginea*)

Surge só em terra arada ou gradeada. Boa forrageira. Indica solos em decadência.

Capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* e outros)

Indica solos muito ácidos, com baixo teor de cálcio e uma camada impermeável entre 60 cm e 120 cm de profundidade. Rompida a laje subterrânea, desaparece.

Capim-rabo-de-raposa (*Setaria parviflora*)

Indica solos pobres. Faz pouca massa verde e floresce cedo. Durante a seca, pode ser um recurso forrageiro. Típico de beiras de estradas, onde a compactação é maior.

Caraguatá ou gravatá (*Eryngium ciliatum*)

Bromeliácea típica de pastos com húmus ácido.

Carquejas (*Baccharis spp.*)

Preferem terrenos que, na estação das chuvas, estagnam águas do subsolo até a superfície, mas

que, na época de estiagem, são muito secos. Dependem da pobreza do solo em molibdênio.

Chirca (*Eupatorium spp.*)

Indica boas condições para o gado. Só aparece em solos ricos em molibdênio e nos quais há o manejo rotativo das pastagens.

Cravo-branco ou erva-fedorenta

(*Tagetes erecta* e *Tagetes minuta*)

Assentam-se em grande quantidade nos solos infestados por nematoides.

Dente-de-leão (*Taraxacum officinale*)

Surge em pastagens, indicando a presença de boro no solo. O gado o aprecia como aperitivo. As folhas novas são comestíveis para o ser humano.

Fazendeiro ou picão-branco (*Galinsoga parviflora*)

Surge em solos com excesso de nitrogênio, mas deficientes em micronutrientes. Aparentemente, é beneficiado pela deficiência de cobre.

Feto-de-gaiola ou samambaia-das-taperas

(*Pteridium aquilinum*)

Indica solos ácidos, encharcados e níveis elevados de alumínio.

Gramma-seda, do-burro, paulista ou bermuda-grass (*Cynodon dactylon*)

Indica solos muito compactados, muito pisoteados. O solo em que aparece é bem mais rico do que aquele onde cresce o amoroso, mas é menos compactado.

CONHECENDO NOSSAS PLANTAS

Guanxuma, malva ou vassourinha (*Sida spp.*)

Indica onde o subsolo é adensado ou onde o solo superficial foi lavado pela erosão. Indicadora de laje mais ou menos grossa, que restringe o crescimento radicular em geral, mas que a guanxuma consegue vencer. Aparece por efeito da aração profunda demais, de pisoteio de gado ou de movimentação excessiva de máquinas.

LEGUMINOSAS EM GERAL

Indicam, no solo, presença de fósforo, cuja quantidade elas aumentam. Faltando potássio, são dominadas por capins. Faltando cálcio, são atacadas pelas cochonilhas, como o guandu, e suas sementes são facilmente parasitadas por brocas.

Mentrasto (*Ageratum conyzoides*)

Indica o melhoramento físico do solo.

Mio-mio (*Baccharis coridifolia*)

Surge em solos rasos e em locais onde o solo é pobre e ácido. Indica, sobretudo, deficiência de molibdênio.

Nabisco ou nabo-bravo (*Raphanus raphanistrum*)

Indica carência de boro e manganês.

Pinhá ou pinhão-manso (*Jatropha curcas*). Na atualidade, apresenta distribuição cosmopolita nas regiões tropicais e subtropicais devido à sua grande facilidade em se adaptar a condições adversas, nomeadamente à seca, aos solos degradados e à salinização de solos e águas. Indica solos adensados pelo uso do fogo e pela exposição ao impacto das chuvas, solos que alternam erosão e enchentes com secas.

Sapé-macho, mãe-de-sapé

ou erva-lanceta (*Solidago microglossa*)

Indica solos muito ácidos, com pH entre 4,5 e 5,2.

Sapé (*Imperata exaltata*)

Capim ácido, rico em alumínio.

Indica um pH entre 4,0 e 4,5.

Tiririca ou capim-dandá (*Cyperus rotundus*)

Indica solos muito ácidos, adensados e temporariamente encharcados (ou anaeróbicos pela perda de macroporos).

Viceja, em geral, também em solos em que há deficiência de magnésio.

* Adaptado de *Manual de Agricultura Orgânica*. Editora Abril. S/d.



Mentrasto (*Ageratum conyzoides*)

ESPÉCIES CULTIVADAS E RESPECTIVOS ESTRATOS

ESTRATO E OCUPAÇÃO DE ALGUMAS ESPÉCIES CULTIVADAS QUE PODEM OCORRER NAS PLACENTAS 1 E 2							
ESTRATO	OCUPAÇÃO	GRUPOS SUCESSIONAIS					
		Até 45 dias	Até 90 dias	Até 120 dias	Até 6 meses	Até 12 meses	Até 18 meses
EMERGENTE	20%	Crotalária	Girassol	Milho	Quiabo	Mamona	-
		-	Milho-verde	Gergelim	-	-	-
ALTO	40%	-	Couve-flor	Tomate	Mucuna	Mandioca	Guandu
		-	Brócolis	Ervilha-torta	Berinjela	Guandu	Fedegão
		-	Milheto	Cebolinha	Manjeriço	Yacon	Algodão
		-	Sorgo	Repolho	Pimenta-cambuci	Manjeriço	-
		-	Feijão-de-corda	Trigo	Pimenta dedo-de-moça	Alfavaca	-
		-	Vagem-trepadeira	Pimentão	-	-	-
		-	-	Vinagreira	-	-	-
		-	-	Jiló	-	-	-
		-	-	Couve	-	-	-
MÉDIO	60%	Alface-crespa	Alface-americana	Batata	Cebola	Inhame	Amora-de-espinho
		Alface-roxa	Arroz de 3 meses	Almeirão-roxo	Pimenta-cambuci	Pimenta-malagueta	-
		Rabanete	Chicória	Linhaça	Mangarito	Moranginho	-
		Rúcula	Almeirão pão-de-açúcar	Alho-poró	Arroz	Mandioquinha Salsa	-
		Coentro	Nabo-forrageiro	Cenoura	Fava	Alho	-
		-	Acelga	Beterraba	-	Helicônia	-
		-	Nabo	Salsão	-	Bardana	-
		-	-	Arroz	-	Mangarito	-
		-	-	Abobrinha-de-tronco	-	-	-
BAIXO	80%	-	Feijão-preto	Feijão-de-porco	Amendoim	Gengibre	Abacaxi
		-	Agrião-d'água	Melancia	Salsinha	Nirá	Açafrão
		-	Feijão-carioca	Batata-doce	Hortelã	Orégano	-
		-	Pepino	Melão	Abóbora	Poejo	-
		-	Maxixe	Espinafre	-	Araruta	-
		-	Vagem-rasteira	Soja	-	Manjerona	-
		-	-	Feijão-azuki	-	Lírio-do-brejo	-
		-	-	-	-	Taioba	-

ESTRATO EMERGENTE	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	15 e mais de 30
Cajá-mirim	<i>Spondias mombin</i>	3 e mais de 30
Castanha-do-brasil	<i>Bertholletia excelsa</i>	12 e mais de 30
Coco-da-bahia	<i>Cocos nucifera</i>	5 e mais de 30
Fruta-pão	<i>Artocarpus altilis</i>	5 e mais de 30
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	10 e mais de 30
Mamão	<i>Carica papaya</i>	1 e 4
Noz-pecã	<i>Carya illinoensis</i>	10 e mais de 30

ESTRATO ALTO/EMERGENTE	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Bacuri	<i>Platonia insignis</i>	10 e mais de 30
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i>	15 e mais de 30
Chichá	<i>Sterculia striata</i>	6 e mais de 30
Copaíba	<i>Copaifera Langsdorffii</i>	10 e mais de 30
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>	6 e mais de 30
Pera	<i>Pyrus sp</i>	6 e mais de 30
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	8 e mais de 30

ESTRATO ALTO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>	3 e 15
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	10 e mais de 30
Araçá-piranga	<i>Eugenia leitonii</i>	10 e 30
Babaçu	<i>Attalea speciosa</i>	10 e mais de 30
Banana-da-terra	<i>Musa sp / Plantain group</i>	1 e 3
Banana-nanica	<i>Musa sp</i>	1,5 e 3
Caqui	<i>Diospyros kaki</i>	3 e 30
Cereja-do-rio-grande	<i>Eugenia aggregata</i>	10 e mais de 30
Figo	<i>Ficus carica</i>	2 e 30
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	3 e 30
Guaraná	<i>Paullinea cupana</i>	6 e 15
Ingá	<i>Inga sp</i>	3 e 15

ESTRATO ALTO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	6 e mais de 30
Jambo	<i>Eugenia malaccense</i>	7 e 30
Jambo-amarelo	<i>Syzygium jambos</i>	10 e mais de 30
Jambolão	<i>Syzygium cumini</i>	3 e 15
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	10 e 30
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	6 e mais de 30
Lichia	<i>Litchi chinensis</i>	5 e mais de 30
Maçã	<i>Malus domestica</i>	3 e mais de 30
Manga	<i>Mangifera indica</i>	3 e mais de 30
Marangue	<i>Artocarpus odoratissima</i>	10 e mais de 30
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i>	0,5 e 3
Oliveira	<i>Olea europaea</i>	5 e mais de 30
Pitaia	<i>Hylocereus polyrhizus</i>	2 e 15
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>	5 e 30
Rambutã	<i>Nephelium lappaceum</i>	6 e 15
Romã	<i>Punica granatum</i>	5 e 15
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	10 e mais de 30
Videira	<i>Vitis vinifera</i>	3 e mais de 30

ESTRATO MÉDIO/ALTO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Abacate	<i>Persea americana</i>	6 e 30
Abiu-roxo	<i>Chrysophyllun cainito</i>	15 e mais de 30
Araçá	<i>Psidium sp</i>	8 e mais de 30
Banana-roxa	<i>Musa acuminata</i> (Red dacca)	2 e 15
Banana-são-tomé	<i>Musa sp</i>	2 e 15
Biribá	<i>Rollinia deliciosa</i>	4 e 15
Cagaita	<i>Stenocalyx dysentericus</i>	10 e mais de 30
Cambucá	<i>Plinia edulis</i>	10 e mais de 30
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	6 e mais de 30
Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i>	3 e mais de 30
Graviola	<i>Annona muricata</i>	5 e 15
Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	10 e mais de 30

ESTRATO MÉDIO/ALTO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Jabuticaba-da-mata-atlântica	<i>Plinia cauliflora</i>	15 e mais de 30
Jambo	<i>Eugenia jambos</i>	8 e 30
Macadâmia	<i>Macadamia integrifolia</i>	10 e 30
Nêspera	<i>Eryobotria japonica</i>	5 e 15
Pinha	<i>Annona squamosa</i>	4 e 15
Pitomba	<i>Talisia esculenta</i>	10 e 30
Sapoti	<i>Manilkara zapota</i>	10 e 30

ESTRATO MÉDIO/MÉDIO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Abiu	<i>Pouteria caimito</i>	10 e 30
Ameixa-japonesa	<i>Prunus salicina</i>	3 e 30
Amora	<i>Morus nigra</i>	1,5 e 3
Bacupari-açú	<i>Rheedia macrophylla</i>	10 e mais de 30
Banana-maçã	<i>Musa sp</i>	1,5 e 30
Banana-ouro	<i>Musa sp</i>	1,5 e 30
Banana-pão	<i>Musa sp</i>	1,5 e 30
Banana-prata	<i>Musa sp</i>	1,5 e 30
Caferana	<i>Bunchosia armeniaca</i>	5 e 15
Cambuci	<i>Campomanesia phaea</i>	10 e mais de 30
Canela-de-cheiro	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	15 e 30
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	3 e 30
Coité	<i>Crescentia cujete</i>	3 e 15
Goiaba-serrana	<i>Acca sellowiana</i>	6 e 15
Groselha (vinagreira)	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	6 e 15
Grumixama	<i>Eugenia brasiliensis</i>	10 e 30
Laranja	<i>Citrus x sinensis</i>	3 e 15
Longan	<i>Dimocarpus longan</i>	5 e 15
Louro	<i>Laurus nobilis</i>	3 e 20
Mangostão	<i>Garcinia mangostana</i>	15 e mais de 30
Mangostão-amarelo	<i>Cratoxylum cochinchinense</i>	15 e mais de 30
Marmelada-de-cachorro	<i>Alibertia edulis</i>	6 e 15
Murici	<i>Byrsonima crassifolia</i>	6 e 30

ESTRATO MÉDIO/MÉDIO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Nectarina	<i>Prunus persica var nucipersica</i>	3 e 15
Patate	<i>Theobroma bicolor</i>	8 e 30
Pêssego	<i>Prunus persica</i>	3 e 30
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	6 e mais de 30
Poncã	<i>Citrus reticulata</i>	3 e 15
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	2 e 3
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	6 e mais de 30

ESTRATO MÉDIO/BAIXO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>	3 e mais de 30
Jabuticaba-sabarã	<i>Myrciaria jaboticaba</i>	10 e mais de 30
Lima-da-pérsia	<i>Citrus limettioides</i>	3 e 15
Limão-taiti	<i>Citrus x latifolia</i>	3 e 15
Marmelo-português	<i>Cydonia oblonga</i>	5 e 30

ESTRATO BAIXO	NOME CIENTÍFICO	PRODUZ ENTRE (ANOS)
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	1,5 e 3
Bacupari-miúdo	<i>Garcinia gardneriana</i>	10 e 30
Cabeludinha	<i>Myrciaria glazioviana</i>	6 e 30
Café	<i>Coffea arabica</i>	2 e mais de 30
Limão-cravo	<i>Citrus x limonia</i>	3 e 10

GLOSSÁRIO

Agroecossistema: Segundo R. D. Hart (1978), um agroecossistema é constituído pelas interações físicas e biológicas de seus componentes. O ambiente vai determinar a presença de cada componente no tempo e no espaço. Esse arranjo de componentes será capaz de processar *inputs* (insumos) ambientais e produzir *outputs* (produtos). Ernst Götsch emprega este termo e não “agrofloresta”, o qual é usado normalmente.

Agrofloresta: Termo usualmente empregado quando se misturam árvores nativas ou exóticas, madeiráveis ou não, com culturas anuais, frutíferas e/ou animais.

Amálgama: Fusão de elementos ou pessoas, formando um todo.

Amido: Polissacarídeo formado pela união de várias moléculas de glicose e presente em grande quantidade nos vegetais. É um carboidrato de reserva energética.

Antrópico(a): Característica resultante da ação dos seres humanos.

Biocenose: Refere-se ao conjunto de comunidades formadas pelas populações dos organismos que interagem entre si. Envolve a fauna, a flora, os micróbios, ou seja, os seres vivos em geral.

Bioma: Um conjunto de ecossistemas forma um bioma, ou seja, é uma grande comunidade estável e desenvolvida, adaptada às condições ecológicas de certa região.

Bisel: Corte oblíquo em aresta ou quina.

Celulose: Principal polissacarídeo estrutural das plantas. É o componente mais abundante da parede celular.

Egrégora: Campo de energias extrasféricas criado pelo plano astral a partir da energia emitida por um grupo de seres vivos através de seus padrões vibracionais.

Entropia: Conceito que, dentro da Termodinâmica, refere-se à função relacionada à desordem de um dado sistema, associada com a degradação de energia. Tudo o que se refere ao consumo e à degradação de energia é explicado pela Lei da Entropia.

Epifitismo: É uma relação de inquilinismo entre duas plantas ou algas, na qual uma planta vive sobre a outra, utilizando-se apenas de apoio e sem dela retirar nutrientes e sem estabelecer contato com o solo. O epifitismo é muito comum nas florestas tropicais e abundante em comunidades de algas.

Epigenética: É a área da biologia que estuda mudanças no funcionamento de um gene que não são causadas por alterações na sequência de DNA e que se perpetuam nas divisões celulares, meióticas ou mitóticas.

Escala nanométrica: Escala cuja base de medida é igual ou inferior a um bilionésimo de metro.

Floresta xerófila: É composta por plantas que estão adaptadas a habitats secos e que sobrevivem com quantidades de água reduzidas.

Frugívoro: Animais frugívoros são aqueles cuja dieta alimentar é composta principalmente por frutos, não causando prejuízo às sementes de uma planta, que são eliminadas intactas por defecação ou regurgitação.

Fuste: É a parte principal do tronco de uma *árvore*, aquela situada entre o solo e as primeiras ramificações.

Genótipo: Composição genética de um indivíduo, ou seja, o conjunto de todos os genes daquele organismo.

Hábito cespitoso: É um termo botânico que se refere ao modo como algumas plantas crescem, lançando novos brotos ou caules de maneira aglomerada, geralmente formando uma touceira ou espesso tapete.

Homeostase: É a capacidade que um organismo tem de controlar a sua composição química e o seu estado físico, de forma a se manter sempre em boas condições, mesmo quando o ambiente externo se altera.

Leira: Qualquer amontoado em linha. Por exemplo: a) leira de café: uma pequena pilha de café em linha no terreiro; b) leira de terra: o monte de terra ao lado de cada sulco num campo arado.

Lignificado: O mesmo que lenhoso, que tem aspecto ou consistência de madeira.

Macrorganismo: Qualquer organismo animal ou vegetal cujas dimensões são visíveis a olho nu. O próprio planeta Terra é considerado um macrorganismo, na medida em que é um sistema vivo e auto-organizado, uma unidade composta pelos inúmeros sistemas físico-químico-biológicos.

Maniva de mandioca: Pedaco do caule da mandioca usado para o plantio.

Micorrizas: São associações entre fungos e raízes de plantas.

Microrganismo: Qualquer organismo microscópico ou ultramicroscópico, como as bactérias, cianofíceas, fungos, leveduras, protistas e os vírus.

Onívoro (ou omnívoro): Animais omnívoros são aqueles com capacidade para metabolização de diferentes classes alimentícias. Eles têm, portanto, uma dieta alimentar menos restrita que a dos carnívoros ou herbívoros. Normalmente são predadores, mas têm o aparelho digestivo adaptado para metabolizar diferentes tipos de alimentos.

Polissacarídeo: São carboidratos compostos por grande quantidade de moléculas de monossacarídeos (açúcares simples). O monossacarídeo presente em maior quantidade na formação dos polissacarídeos é a glicose.

Pousio: Em agricultura, é o nome que se dá ao descanso ou repouso das terras cultiváveis, interrompendo as culturas para tornar o solo mais fértil. Pode ser usado também como meio de controle de ervas-daninhas, consorciado a outras práticas, como a rotação de culturas.

Ralear: Tornar ralo, menos compacto, menos denso.

Sacarose: Substância extraída da cana-de-açúcar e da beterraba. Mais conhecida como açúcar, empregado como adoçante de alimentos e bebidas, a sacarose é usada também em produtos farmacêuticos.

Safrinha: O cultivo da safrinha (geralmente milho ou sorgo) é definido como o

plantio de sequeiro (sem irrigação) cultivado extemporaneamente, de janeiro a abril, quase sempre depois da soja precoce. Ocorre na região Centro-Sul brasileira, envolvendo basicamente os estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e, mais recentemente, Minas Gerais.

Sintropia: Refere-se à organização das partículas de um dado sistema. É a função que representa o grau de ordem e de previsibilidade existente nesse sistema. Quando o sistema vai do simples para o complexo, convergindo e concentrando a energia, trata-se de um sistema sintrópico.

Sinergia: É o momento em que o todo é maior que a soma das partes.

Sistema radicular: É constituído das raízes das plantas, órgãos especializados que têm como funções: a) ser meio de fixação ao solo; b) servir como órgão absorvente de água, compostos nitrogenados e outras substâncias como potássio, fósforo, micronutrientes, moléculas orgânicas etc.; c) alimentar fungos e bactérias por meio de seus exsudatos (açúcares, ácidos orgânicos etc.). A extensão do sistema radicular depende de vários fatores, mas a grande massa de raízes de nutrição encontra-se próxima à superfície do solo.

Tecnomorfia: Refere-se ao conjunto de relações entre as técnicas e o solo, e entre o solo e as técnicas. A tecnomorfia em si não é algo negativo, porém, quando essas relações se dão de modo destrutivo para o planeta, ela se torna danosa para a vida. Frequentemente, ao ter o lucro como objetivo fundamental, as tecnologias criadas e empregadas pelos seres humanos não levam em conta os princípios que regem a multiplicação e a manutenção da vida no planeta.

Trifoliolada: Que tem folha dividida em três partes, com três folíolos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. V. P. *Agricultura, meio ambiente e sociedade. Um estudo sobre a adotabilidade da agricultura sintrópica*. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Conservação) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2019.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Apud LIMA FILHO, J. M. P. *Ecofisiologia de plantas da Caatinga*. XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Petrolina, 2004.

CAPRA, F.; LUISI, P. *A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas*. São Paulo: Editora Cultrix, 2014.

CAVALCANTE, P. B. *Frutas comestíveis da Amazônia*. Belém: Edições CEJUP, 1991.

CARON, C. "Agricultural soil, more precious than oil". *Maine Organic Farmers and Gardeners Association*, 2015. Disponível em: <<https://www.mofga.org/Publications/The-Maine-Organic-Farmer-Gardener/Spring-2015/Agricultural-Soil>>. Último acesso em: 18 jan. 2020.

DIXON, R. K. "Sistemas agroflorestais y gases invernadores". In: *Agrofloresteria en las Américas*. Nº 2, vol. 7, 1995.

HART, R. D. "Methodologies to produce agroecosystem management plants for small farmers in tropical environment". In: *Word Agricultural Workshop, Conference on Basic Technics in Ecological Agriculture*. Montreal: Infoam, 1978.

LEHMIGER, A. *Princípios de Bioquímica*. Porto Alegre: Editora Artmed (7ª ed.), 2018.

LIMIEUX, G. Apud OSTERROHT, M. "Madeira como fonte de fertilidade duradoura e sustentável". In: *O papel da lignina no manejo dos solos*. *Agroecologia hoje*. Nº 15, São Paulo, 2002.

LOVELOCK, J. *Gaia: um novo olhar sobre a vida no planeta*. Lisboa: Editora 70, 1995.

Manual de Agricultura Orgânica. Editora Abril. S/d.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. *Microcosmos*. Nova York: Summit, 1986.

MESSERSCHMIDT, N. Comunicação pessoal em 20 de agosto de 2016, em Workshop sobre Agricultura Sintrópica realizado no Instituto Caminho do Meio, Alto Paraíso, Goiás.

NETO, E. C.; MESSERSCHMIDT, N.; STEENBOCK, W.; MONNERAT, P. F. *Agroflorestando o mundo de facão a trator*. Barra do Turvo: Cooperafloresta, 2016.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1983.

PINHEIRO, S. *Agroecologia 7.0*. Porto Alegre, 2018 (Edição do autor).

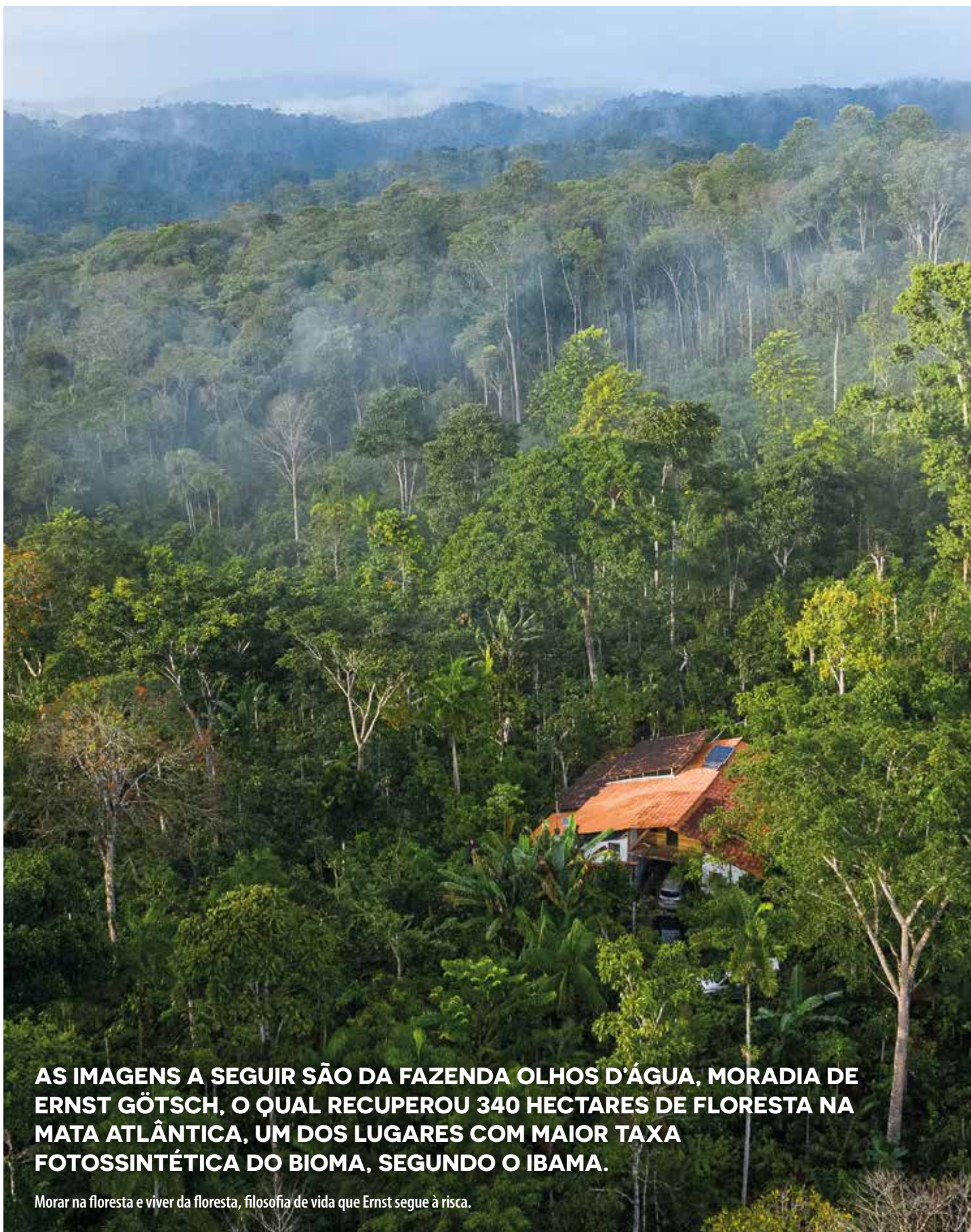
POLLAN, M. *Intelligent plants*. The New Yorker, 2013.

SHELDRAKE, R. *Cães sabem quando seus donos estão chegando*. São Paulo: Editora Objetiva, 2000.

TOMITA, C. K. "Feijão: o manejo sustentável de pragas e doenças." *A Granja*, n. 749, maio de 2011.

UNIVERSIDADE DE AMSTERDÃ. *Plants under drought stress change their microbes through their roots*. 12 de julho de 2019. Disponível em: <<https://phys.org/news/2019-07-drought-stress-microbes-roots.html>>. Último acesso em: 18 jan. 2020.

WOHLLEBEN, P. *A vida secreta das árvores*. Rio de Janeiro: Sextante, 2017.



AS IMAGENS A SEGUIR SÃO DA FAZENDA OLHOS D'ÁGUA, MORADIA DE ERNST GÖTSCH, O QUAL RECUPEROU 340 HECTARES DE FLORESTA NA MATA ATLÂNTICA, UM DOS LUGARES COM MAIOR TAXA FOTOSSINTÉTICA DO BIOMA, SEGUNDO O IBAMA.

Morar na floresta e viver da floresta, filosofia de vida que Ernst segue à risca.

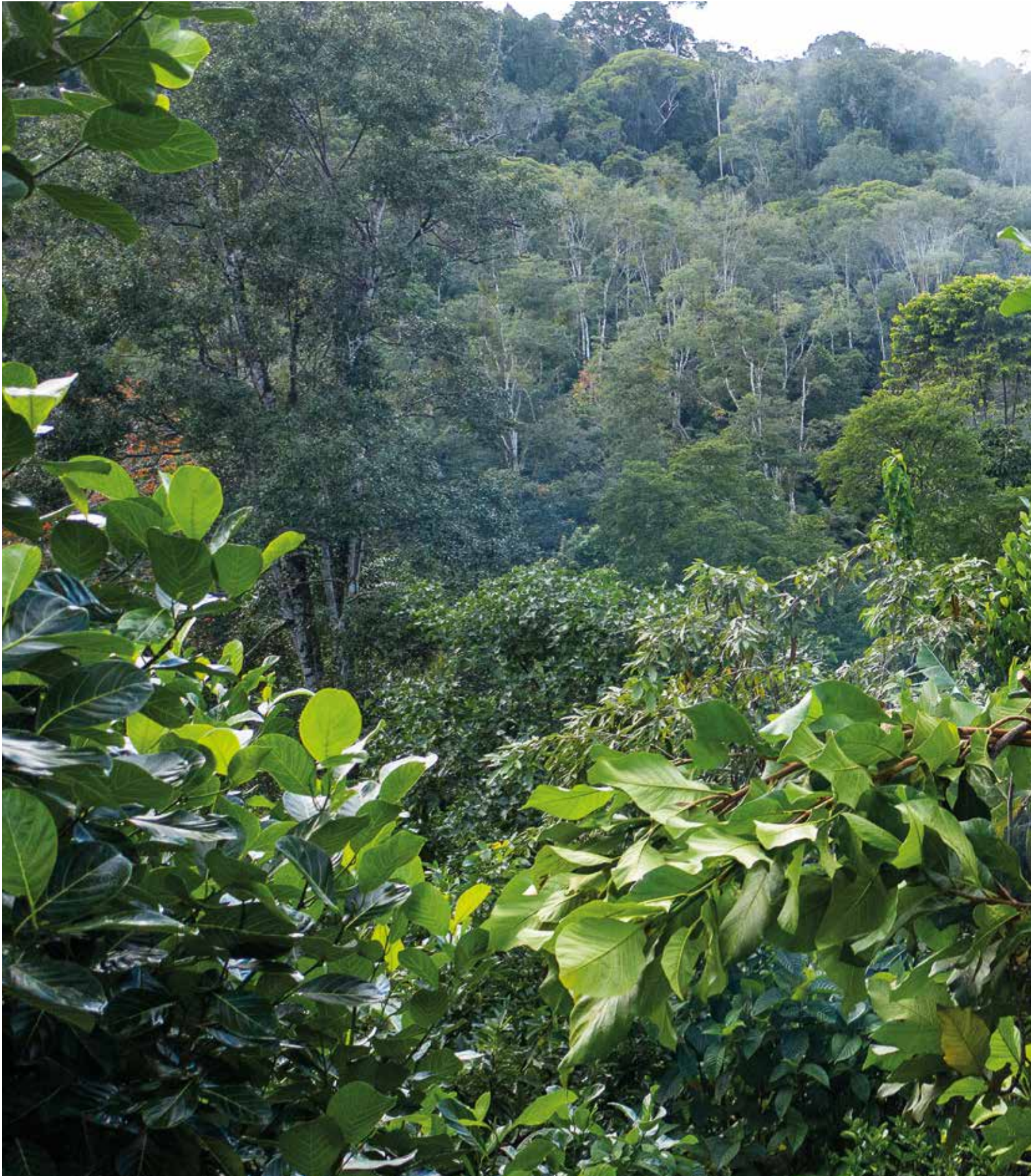








A poda das árvores aumenta a superfície da copa, o tamanho das raízes e o diâmetro do tronco, quando comparado com indivíduos não podados. Ernst sobre um marang (*Artocarpus odoratissimus*) já podado.





Ernst podando um exemplar de marang (*Artocarpus odoratissimus*)
planta do mesmo gênero da jaca (*Artocarpus heterophyllus*).



A poda drástica anual reduz a superfície foliar dos estratos médio e alto em até 3% apenas de sombra desses estratos, distúrbio essencial para a indução floral de todo sistema.







Poda drástica, principalmente dos estratos médio e alto, após a colheita do cacau.



Produção de tangerina (*Citrus reticulata*), planta que ocupa o estrato médio, acima do cacau.



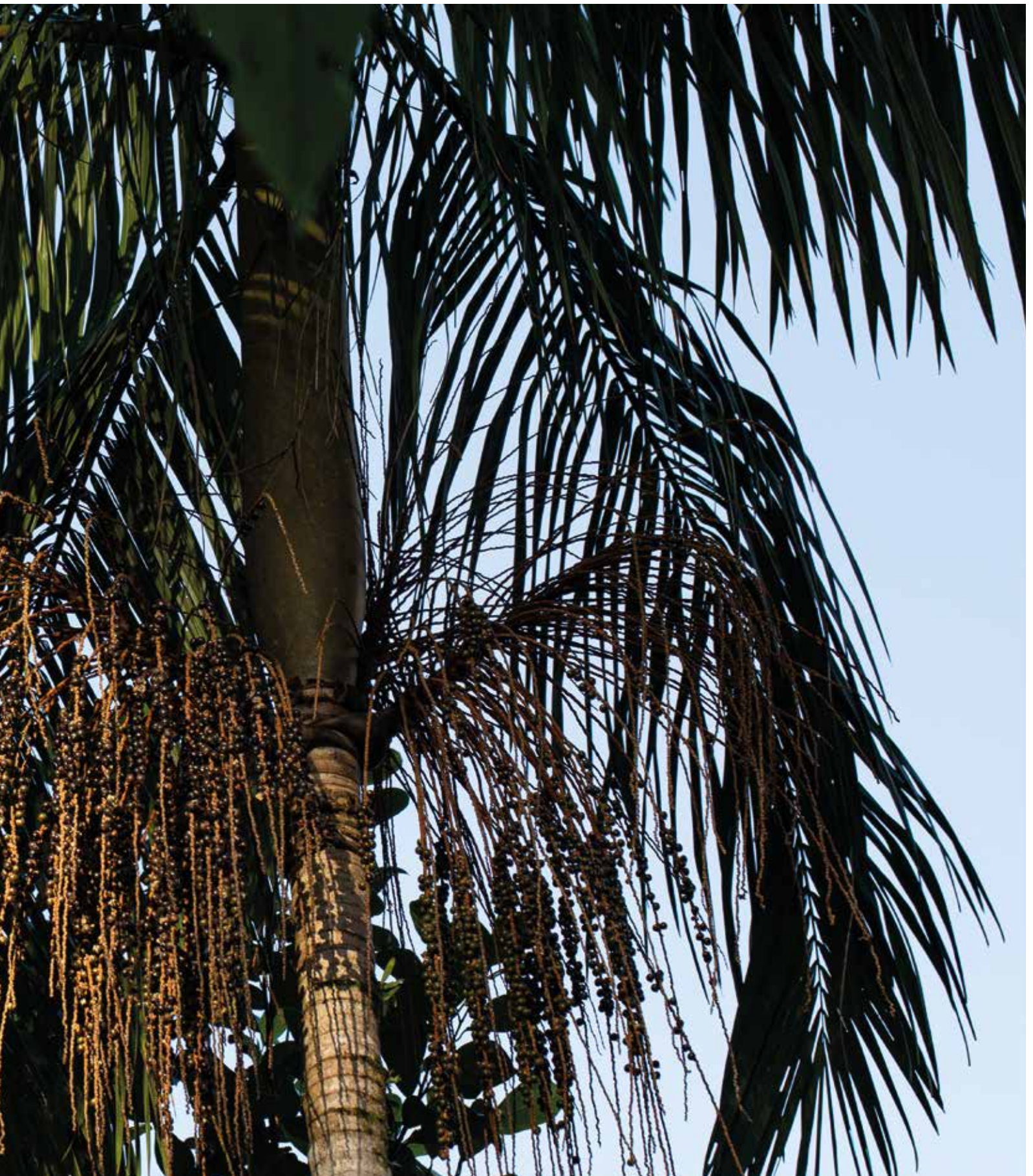


Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), Fazenda Olhos D'Água (BA).





Açaí (*Euterpe oleracea*), exemplo de espécie do estrato alto.








Um dia de colheita na Fazenda Olhos D'Água (BA).



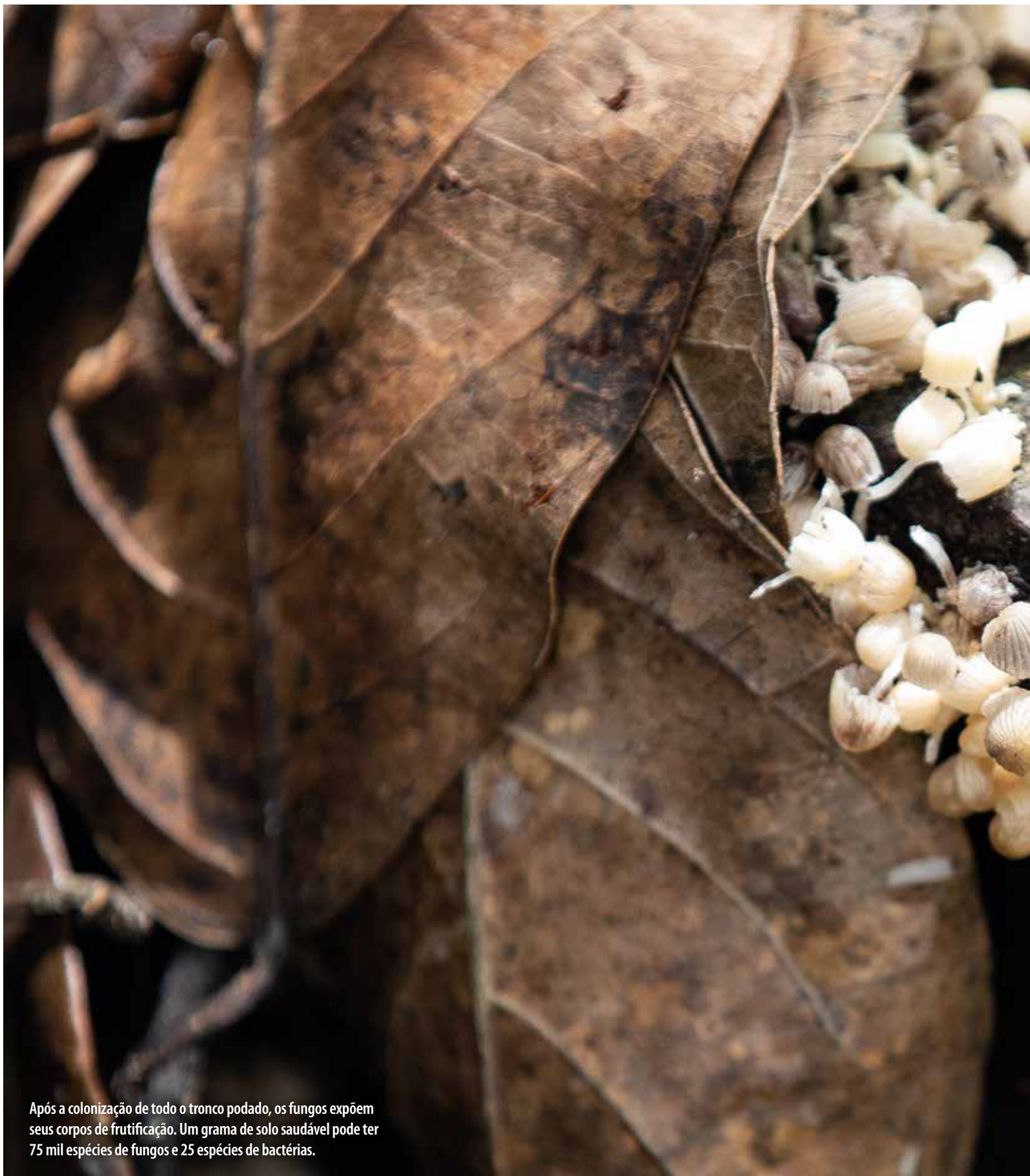


Quarenta anos de pesquisas dedicadas para aprimorar o cultivo de cacau (*Theobroma cacao*), o resultado: 70 arrobas por hectare, duas vezes e meia a média do estado da Bahia, com zero insumos, zero adubos químicos, zero fungicidas e zero agrotóxicos.

Cacau cru, beneficiado, produzido na Fazenda Olhos D'Água, sem torra e de grande vitalidade, um produto de qualidade superior.







Após a colonização de todo o tronco podado, os fungos expõem seus corpos de frutificação. Um grama de solo saudável pode ter 75 mil espécies de fungos e 25 espécies de bactérias.



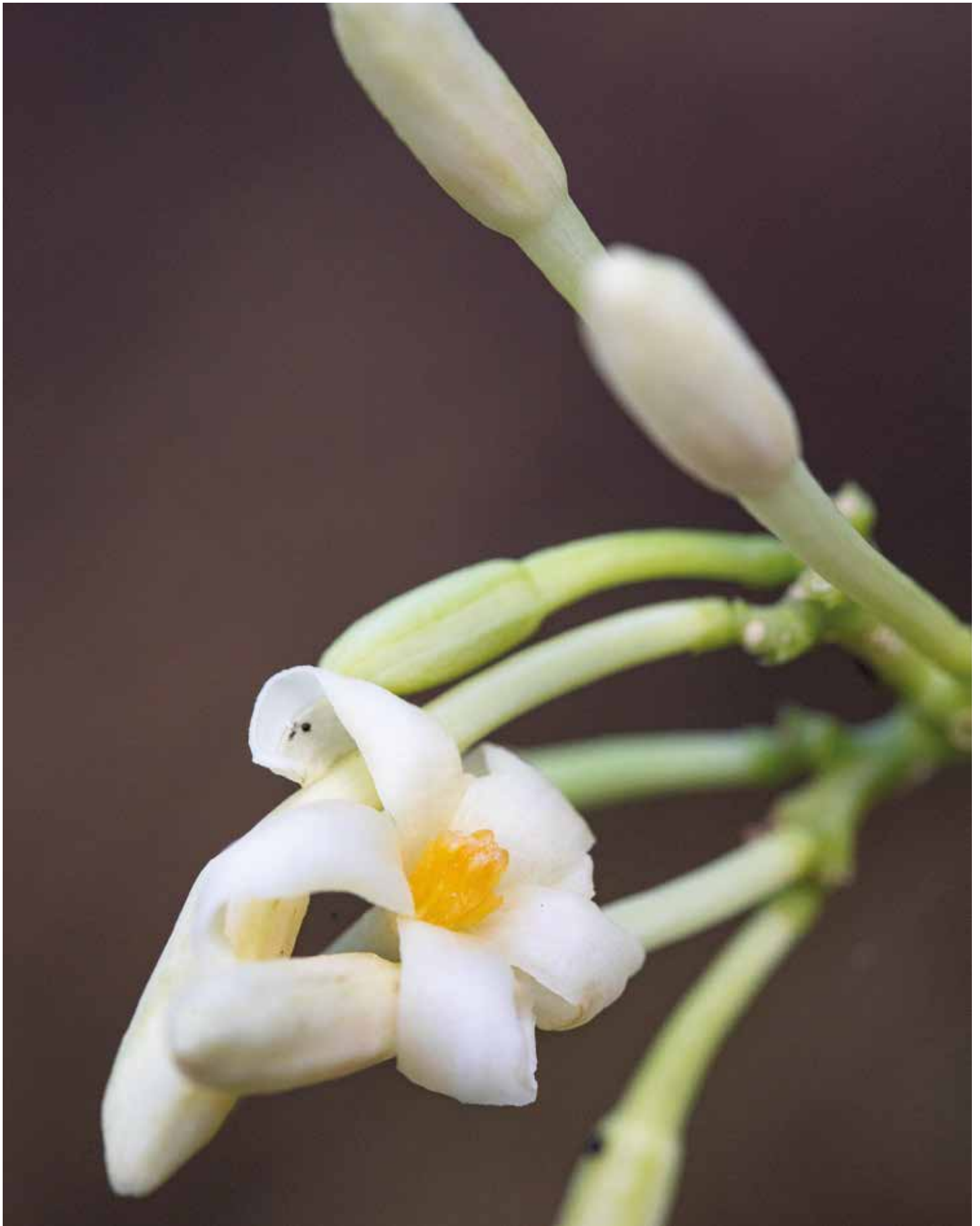


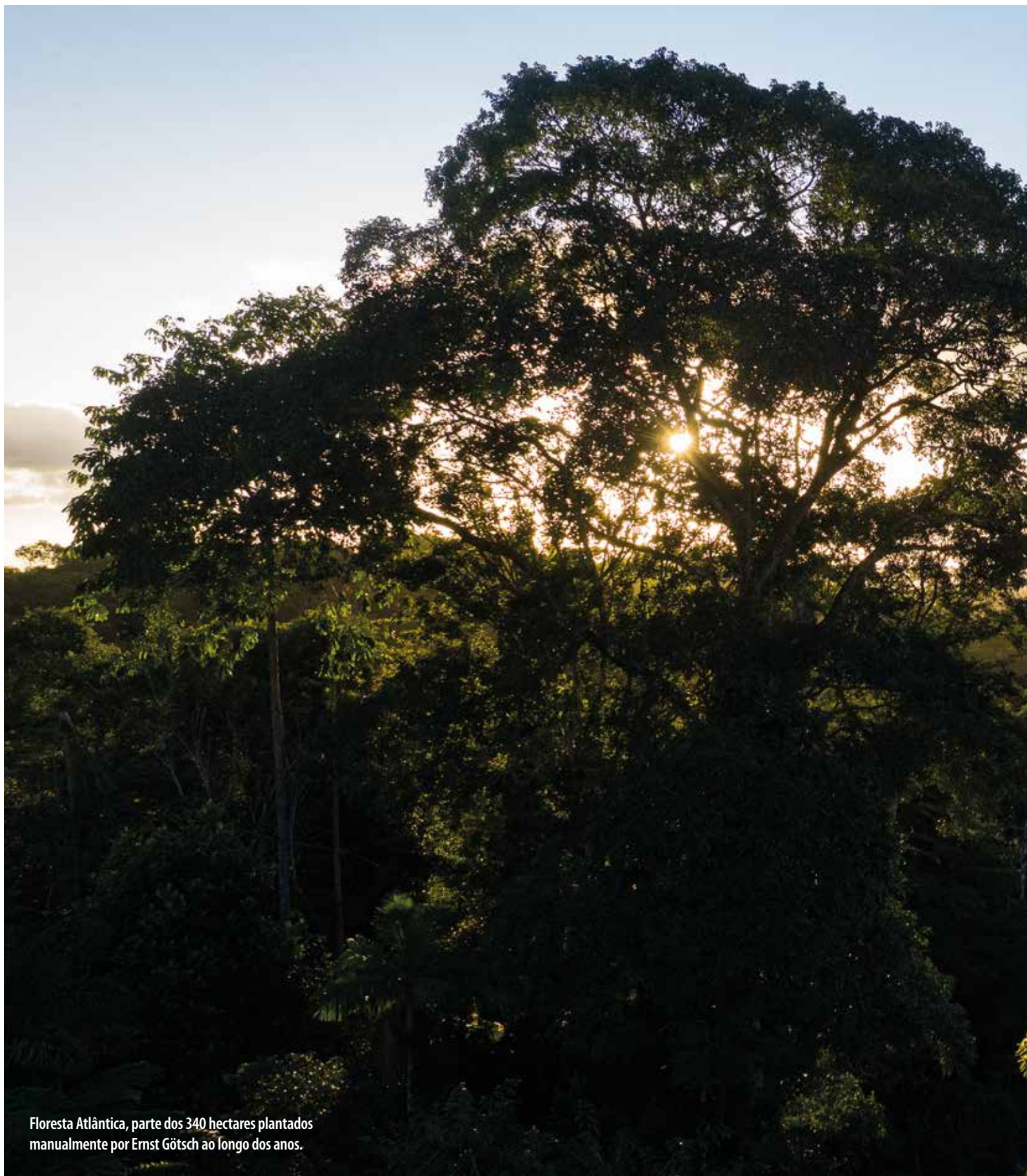
Fungos por toda parte. As estimativas apontam para mais de 1,4 milhões de espécies, apesar de só conhecermos menos de 100 mil espécies de fungos.



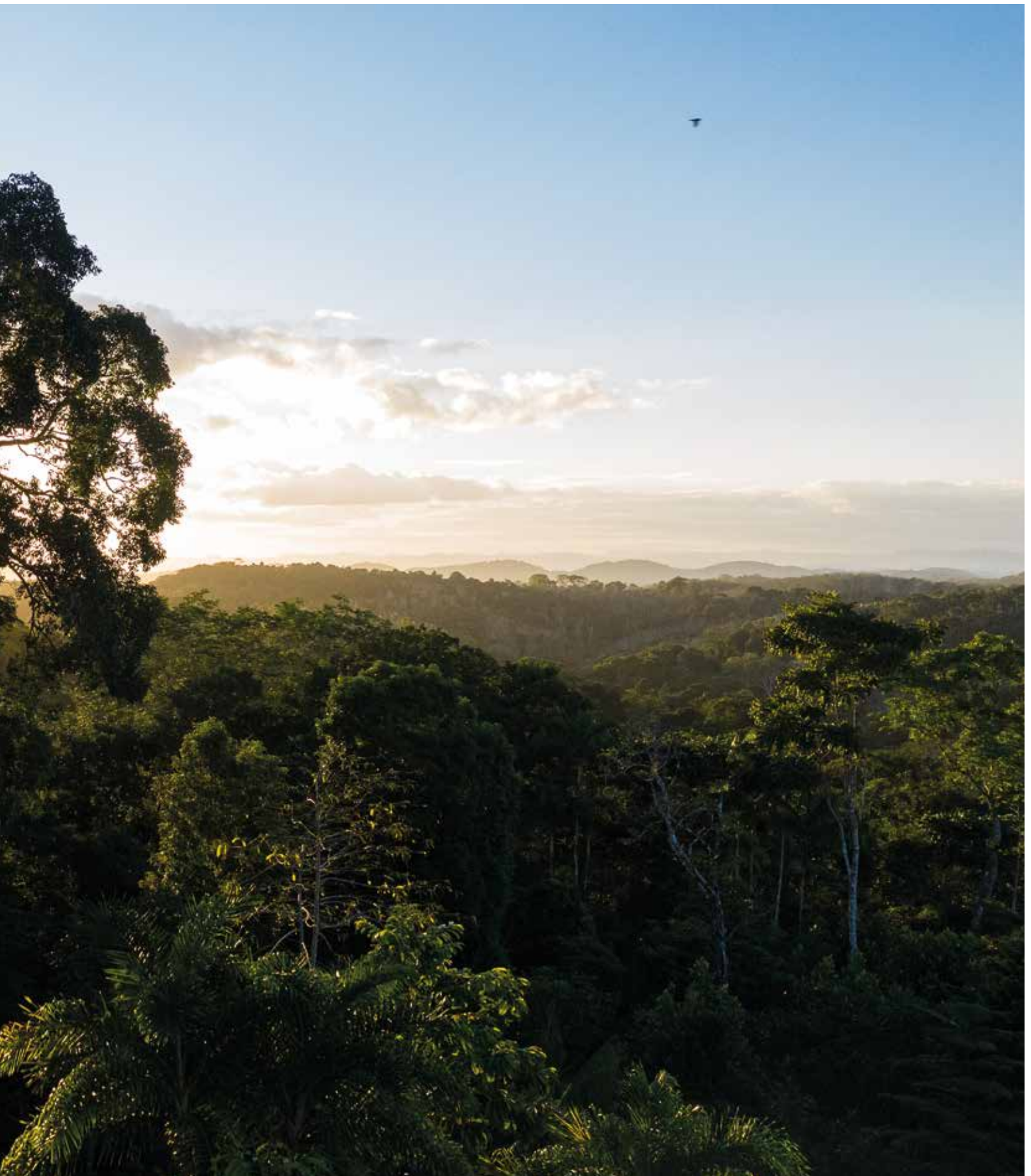


Em muitos lugares do mundo as abelhas estão desaparecendo por vários fatores, principalmente por falta de alimento e pelo uso excessivo de agrotóxicos. Em agroecossistemas biodiversos temos flores em abundância e um ambiente livre de qualquer pesticida.

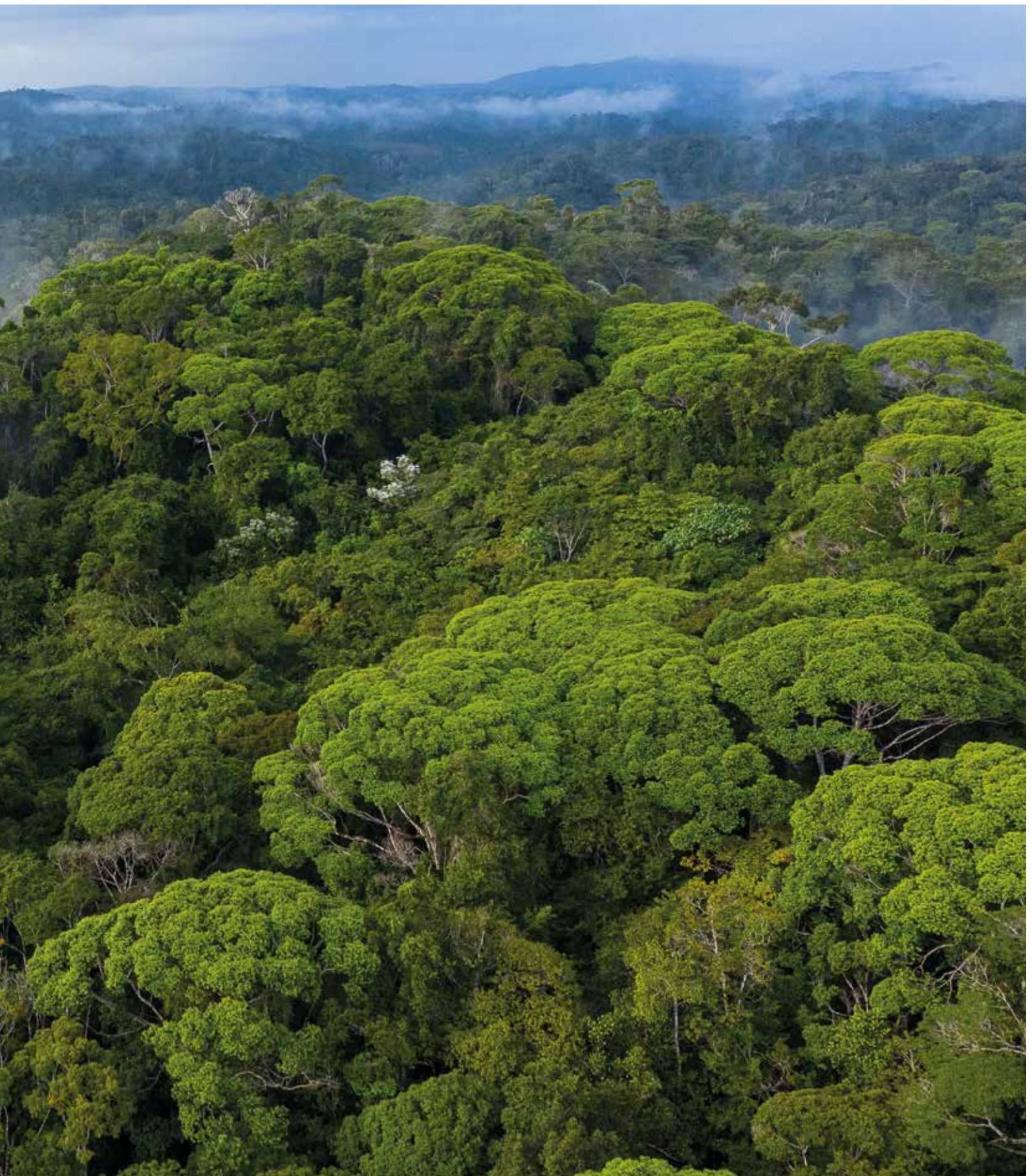




Floresta Atlântica, parte dos 340 hectares plantados manualmente por Ernst Götsch ao longo dos anos.









Quando ocuparmos toda nossa fazenda com florestas, poderemos abrir clareiras, como essa da foto, para poder plantar nossas hortaliças novamente, agora em um patamar muito mais elevado de fertilidade e colocar todas as árvores que gostaríamos de ter plantado quando começamos.





Quanto mais pesquisadores, técnicos e agricultores entenderem as técnicas propostas por Ernst e apostarem nesse caminho, mais rapidamente teremos exemplos novos e mais próximos da dinâmica da sucessão natural que ocorre em florestas primárias.

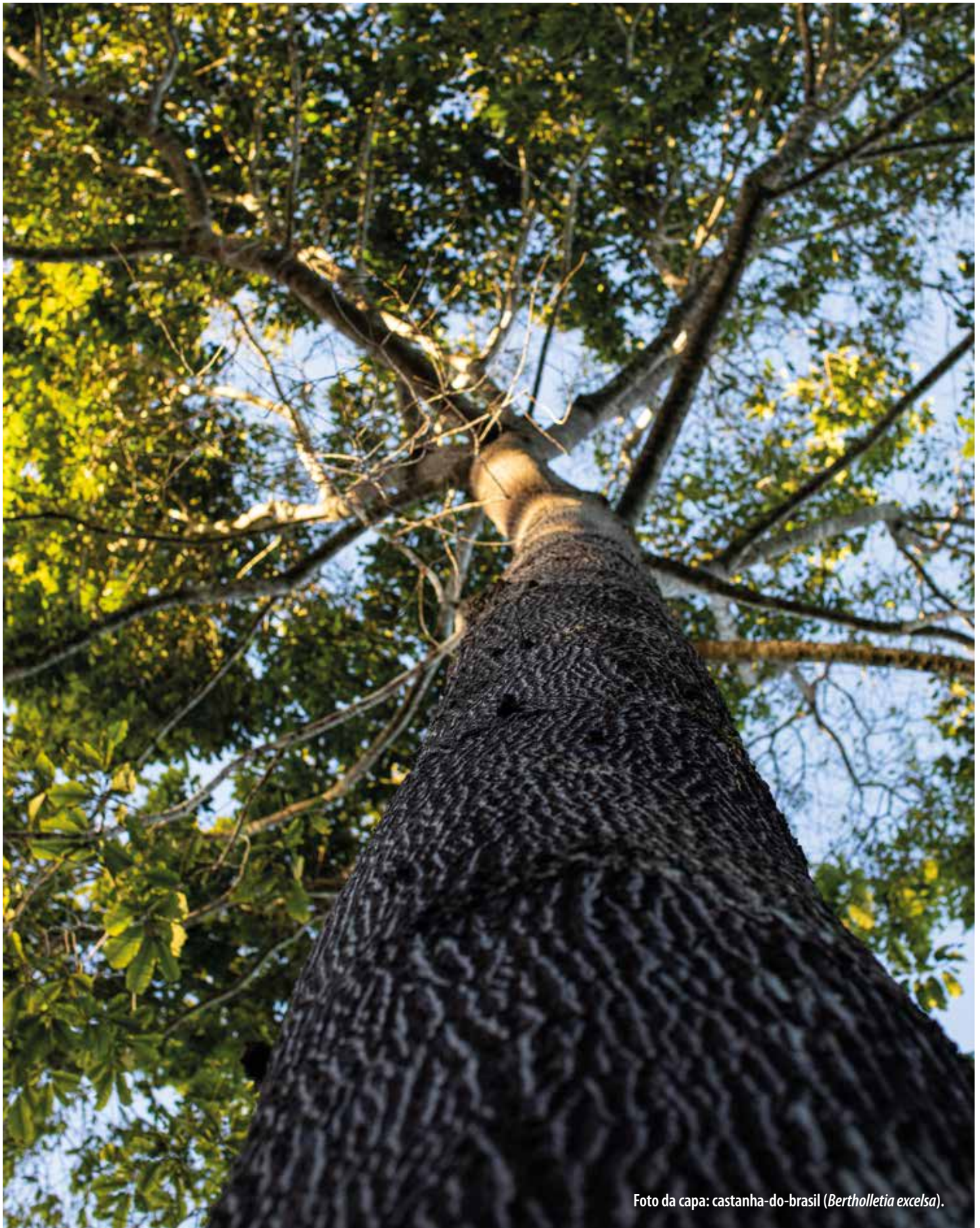


Foto da capa: castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*).



o homem mesmo
do seu por ele
mesmo elevar
pedestal de (artista)
inteligente e se parece
diferente



Ernst nos proporciona uma alfabetização ecológica e o caminho para a sustentabilidade.





Ilberth Perissé

“Conheci o Ernst Götsch na Fazenda da Toca, onde ele assessorava a recuperação de uma área severamente degradada. Entre as fileiras de árvores plantadas, chamou-me a atenção a tiririca. Perguntei-lhe como lidava com essa erva-daninha, e ele replicou energicamente: ‘Erva-daninha não, é uma planta milagrosa!’. Diante do meu assombro, explicou: ‘A tiririca é um milagre tecnológico, ela cresce e produz biomassa onde nenhuma planta considerada útil consegue crescer’. Como agrônomo e ecólogo, eu deveria saber isso, mas agricultura e ecologia ocupavam nichos separados em minha mente, até conhecer o Ernst. Este livro é uma introdução maravilhosa para a agricultura sintrópica. Os autores fizeram um trabalho belíssimo na concatenação das ideias bondosas e sábias de Ernst Götsch, um Nikola Tesla da agricultura. Em linguagem acessível, rica e bem documentada, esses campos mutuamente fecundos do saber são apresentados de forma articulada e viva. Esta obra amplifica e dá fundamentos para a indispensável revolução na agricultura, que a reaproximará do funcionamento saudável em Gaia.”

Antonio Nobre
Pesquisador do INPE

