

Horticultura Sustentável

Horticultura sustentável com rotação de hortaliças: rabanete, coentro, cebolinha e alface

Paulo Espíndola **TRANI**
Sebastião Wilson **TIVELLI**
Francisco Antonio **PASSOS**



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Agrônômico

Governador do Estado de São Paulo
Tarcísio de Freitas

Secretário de Agricultura e Abastecimento
Guilherme Piai Filizzola

Secretário Executivo de Agricultura e Abastecimento
Edson Alves Fernandes

Subsecretário de Agricultura
Orlando Melo de Castro

Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Carlos Nabil Ghobril

Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônômico
Marcos Guimarães de Andrade Landell

HORTICULTURA SUSTENTÁVEL

Paulo Espíndola **TRANI**
Sebastião Wilson **TIVELLI**
Francisco Antonio **PASSOS**

Ficha elaborada pelo Núcleo de Documentação Científica do Instituto Agrônomo

T772h Trani, Paulo Espíndola

Horticultura sustentável / Paulo Espíndola Trani, Sebastião
Wilson Tivelli, Francisco Antonio Passos. Campinas: Instituto
Agrônomo, 2025. 59 p. on-line.
(Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 242)

ISSN 1809-7936

1. Horticultura sustentável. I. Tivelli, Sebastião Wilson. II. Passos,
Francisco Antonio. III. Título. IV. Série.

CDD. 635

O Conteúdo do Texto é de Inteira Responsabilidade dos Autores.

Comitê Editorial do Instituto Agrônomo

Lúcia Helena Signori Melo de Castro
Fernando Alves de Azevedo
Fernando César Bachiega Zambrosi
Gabriel Constantino Blain
Valéria Aparecida Modolo

Equipe participante desta publicação

Coordenação da Editoração: Silvana Aparecida Barbosa
Editoração Eletrônica e Capa: Quebra-Cabeça
qcartesgraficas@terra.com.br / (19) 99729-2463

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação do Copyright © (Lei nº 9.610).

Instituto Agrônomo

Caixa Postal 28
13012-970 Campinas (SP) - Brasil
www.iac.sp.gov.br

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. IMPLANTAÇÃO DA HORTICULTURA SUSTENTÁVEL	5
3. RAZÕES PARA A PRIORIZAÇÃO DO ENSINO, PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM HORTICULTURA SUSTENTÁVEL	7
4. LIMITAÇÕES ATUAIS PARA A EXPANSÃO DO CULTIVO SUSTENTÁVEL DE HORTALIÇAS E OUTRAS CULTURAS	7
5. INÍCIO DOS PROBLEMAS COM A AGRICULTURA CONVENCIONAL EM SÃO PAULO	8
6. OS PROBLEMAS COM EROSÃO AINDA OCORREM!	11
7. RECOMENDAÇÕES DE PRÁTICAS E TÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DA HORTICULTURA SUSTENTÁVEL	14
7.1. Instalação de lavouras com a adoção de práticas conservacionistas	14
7.2. Sistema de plantio direto (SPD) ou semeadura direta	16
7.3. Monitoramento da água de irrigação quanto à qualidade	19
7.4. Escolha correta de cultivares e de épocas de plantio	21

7.5. Uso de sementes e mudas de qualidade	21
7.6. Uso de cobertura morta (mulching)	23
7.7. Espaçamento adequado entrelinhas e entre plantas	24
7.8. Adoção do sistema de cultivo protegido para algumas espécies hortícolas	26
7.9. Uso racional de fertilizantes orgânicos, compostos orgânicos e fertilizantes organominerais	28
7.10. Adubação verde	36
7.11. Solarização do solo	39
7.12. Rotação de culturas	42
7.13. Controle de pragas e doenças	47
7.14. Colheita e pós-colheita sustentáveis	53
7.15. Integração do horticultor com a Assistência Técnica e a Pesquisa Agrônômica para produção sustentável de hortaliças	57
 AGRADECIMENTOS	 59
 REFERÊNCIAS	 59

HORTICULTURA SUSTENTÁVEL

Paulo Espíndola **TRANI**⁽¹⁾

Sebastião Wilson **TIVELLI**⁽²⁾

Francisco Antonio **PASSOS**⁽¹⁾

RESUMO

A horticultura sustentável é definida como sendo o conjunto de práticas agrícolas que melhoram a produtividade e a qualidade das culturas, garantindo ainda a preservação do meio ambiente. As razões para a priorização do Ensino, Pesquisa e Assistência Técnica em horticultura sustentável são apresentadas, bem como as limitações existentes para a expansão do cultivo sustentável de hortaliças e outras culturas em áreas urbanas e periurbanas. Através de um resgate histórico dos últimos 50 anos, que aponta a erosão dos solos paulistas em diferentes regiões do estado como sendo o início dos problemas com a agricultura convencional, práticas e técnicas para a implantação da horticultura sustentável são recomendadas. As boas práticas agrícolas para o desenvolvimento da horticultura sustentável são tratadas em diversos tópicos, nos quais estão a instalação de lavouras com a adoção de práticas conservacionistas, o que inclui o sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH). A expansão da agricultura urbana e periurbana passa pelo monitoramento da água de irrigação quanto à sua qualidade e disponibilidade, além

⁽¹⁾ Instituto Agrônomo (IAC), Campinas (SP), Pesquisador Científico aposentado. petrani32@hotmail.com

⁽²⁾ APTA Regional de São Roque, São Roque (SP), Pesquisador Científico. stivelli@sp.gov.br

da escolha correta de cultivares e de épocas de plantio. Aspectos importantes no uso de sementes e mudas de qualidade, da utilização de cobertura morta, além do espaçamento adequado entrelinhas e entre plantas são tratados para a horticultura sustentável. A adoção do sistema de cultivo protegido para algumas espécies hortícolas e os benefícios e limitações da solarização estão contempladas. A horticultura sustentável necessariamente passa pela rotação de culturas e pelo uso racional de fertilizantes orgânicos, compostos orgânicos e fertilizantes organominerais. As vantagens e limitações da adubação verde para os sistemas de produção, bem como o controle de pragas e doenças para diversas hortaliças foram inseridas no texto, considerando-se aspectos desde o plantio até a colheita e pós-colheita. A integração entre horticultores com os engenheiros agrônomos da Pesquisa e da Assistência Técnica e Extensão Rural é fundamental para a obtenção de boas produtividades das lavouras, bem como para o retorno econômico nas atividades de produção de hortaliças.

Palavras-chave: agricultura urbana e periurbana, qualidade da água, SPDH, boas práticas.

ABSTRACT

Sustainable horticulture is defined as a set of agricultural practices that improve crop productivity and quality while ensuring environmental preservation. The reasons for prioritizing education, research, and technical assistance in sustainable horticulture are presented, as well as the limitations that exist for the expansion of sustainable cultivation of vegetables and other crops in urban and peri-urban areas. Through a historical review of the last 50 years that points to soil erosion in different regions of the State of São Paulo as being the beginning of problems with conventional

agriculture, practices and techniques for the implementation of sustainable horticulture are recommended. Good agricultural practices for the development of sustainable horticulture are addressed in several topics, including the installation of crops with the adoption of conservation practices, which includes the no-till vegetable system (SPDH). The expansion of urban and peri-urban agriculture involves monitoring irrigation water for its quality and availability, in addition to the correct choice of cultivars and planting times. Important aspects of the use of quality seeds and seedlings, the use of mulching, and adequate spacing between rows and between plants are addressed for sustainable horticulture. The adoption of the protected cultivation system for some vegetable species and the benefits and limitations of solarization are considered. Sustainable horticulture necessarily involves crop rotation and the rational use of organic fertilizers, organic compounds and organo-mineral fertilizers. The advantages and limitations of green manure for production systems, as well as pest and disease control for various vegetables, were included in the text, considering aspects from planting to harvesting and post-harvest. Integration between horticulturists and agricultural engineers from Research and Technical Assistance and Rural Extension is essential for obtaining good crop productivity, as well as for the economic return on vegetable production activities.

Keywords: urban and peri-urban agriculture, water quality, no-till vegetable system (SPDH), good practices.

1. INTRODUÇÃO

A horticultura convencional adota tecnologias calcadas no imediatismo, que embora proporcionem lucros ao agricultor a curto prazo, poderão acarretar danos ao meio ambiente e às gerações futuras no médio e longo prazos.

As práticas adotadas convencionalmente para o manejo e produção de hortaliças no estado de São Paulo utilizam de maneira intensiva e desequilibrada fertilizantes minerais e agrotóxicos, muitas vezes sem os cuidados recomendados pelas próprias empresas produtoras dos insumos. Além disso, o preparo do solo anteriormente ao plantio com a aração e a gradagem poderá sujeitá-lo à erosão, se não forem adotadas práticas conservacionistas como o Programa de Sistema de Plantio Direto de Hortaliças - SPDH (CATI, 2023).

A captação e a distribuição de água para as lavouras também é outro motivo de preocupação, pois muitas vezes são realizadas de maneira inadequada. Frequentemente se observa o uso da água de irrigação em quantidades excessivas, acarretando a disseminação de doenças de solo tais como o mofo-branco, cujo agente causal é o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, além de bacterioses e nematoides. A Política Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana (Lei Federal nº 14.935, de 26 de julho de 2024) dedica uma atenção especial ao uso da água para a irrigação ao propor a difusão da reciclagem e o uso de águas residuais e de águas pluviais para irrigação.

Ainda é frequente na horticultura convencional o sistema da monocultura com sucessivos plantios de hortaliças da mesma espécie em uma mesma área. Isso, embora seja comercialmente melhor para o agricultor, tem causado desequilíbrios diversos para o solo e para as próprias espécies plantadas, pois as predispõem à incidência de pragas e doenças em maior escala.

A agricultura sustentável, incluindo a horticultura, consiste em um sistema integrado de práticas de cultivo e criação animal com aplicação local específica que amplia a segurança alimentar e nutricional das populações. Ao melhorar a qualidade do meio ambiente e a base dos recursos naturais da qual depende a economia agrícola para enfrentar as mudanças climáticas, a agricultura sustentável faz uso mais eficiente dos recursos não renováveis e integra, quando apropriado, ciclos e controles biológicos naturais. A resiliência da agricultura sustentável assegura ainda

a viabilidade econômica das explorações agrícolas e eleva a qualidade de vida dos agricultores e da sociedade como um todo. Uma clássica definição da década de 1990 (Programa LISA), já mostrava a importância em se procurar o equilíbrio entre a produção com lucro, a preservação do meio ambiente e a saúde humana, tanto do agricultor como do consumidor de hortaliças (entre outras culturas).

É interessante verificar a definição do que NÃO é agricultura sustentável segundo Nichols e Christie (2001): a) uma ruptura com a agricultura moderna; b) outro nome para a agricultura orgânica; c) apenas para as pequenas propriedades; d) apenas para as propriedades com criações de animais; e) um passo para o passado; f) uma panacéia para todos os problemas ambientais; g) uma solução para todos os problemas econômicos da produção agrícola.

Resumidamente pode-se definir horticultura sustentável como o conjunto de práticas agrícolas que melhoram a produtividade e a qualidade das culturas garantindo ainda a preservação do meio ambiente. Citam-se como práticas agrícolas e técnicas de cultivo no sistema de produção sustentável o seguinte: maior utilização de adubos orgânicos, compostos e organominerais, produção de mudas com qualidade, cultivo protegido, adoção de práticas conservacionistas, plantio direto, adubação verde, rotação de culturas, plantio na época adequada, manejo correto da água de irrigação, nutrição correta das culturas, controle alternativo (especialmente cultural e biológico) de pragas e doenças e manejo correto da colheita e da pós-colheita.

2. IMPLANTAÇÃO DA HORTICULTURA SUSTENTÁVEL

Dentre os fatores a serem levados em consideração no planejamento para implantação de um sistema sustentável de produção de hortaliças destaca-se o diagnóstico do local a ser cultivado, devendo-se adotar os seguintes passos:

a. Identificação da vegetação anterior ou atual do local de cultivo. Por exemplo, plantas como barba de bode (*Andropogon virginicus*), indaiá (*Attalea geransis*), sapé (*Imperata brasiliensis*) e samambaia (*Pteridium aquilinum*) indicam acidez do solo.

b. Identificação das culturas anteriores: caso o local já tenha sido explorado comercialmente obter o histórico do mesmo quanto às espécies cultivadas anteriormente e quais as produtividades obtidas. O mesmo se aplica para a criação animal.

c. Solo: realizar análise química e física do solo para determinação da sua fertilidade e o cálculo da calagem e adubação necessárias.

d. Clima: obter dados meteorológicos da região, principalmente as temperaturas e pluviosidade (chuva) de todos os meses do ano. Levantar as médias climáticas, se possível dos últimos 10 a 20 anos. Isso contribuirá para a escolha das espécies e cultivares de hortaliças mais adaptadas ao clima local.

e. Conservação do solo: verificar quais são as práticas conservacionistas adotadas pelo agricultor (plantio em nível, terraceamento, canais escoadouros, etc.). Identificar problemas como erosão, compactação, drenagem deficiente, entre outros.

f. Disponibilidade de água: verificar os sistemas utilizados pelo agricultor na captação de água, sua qualidade e estimar a quantidade necessária para irrigação das hortaliças e outras culturas a serem instaladas na propriedade.

g. Comercialização: identificar os possíveis compradores e os locais de venda, o que contribuirá para a decisão das espécies de hortaliças a serem produzidas. Realizar levantamentos de preços e quantidades comercializadas de hortaliças junto ao Instituto de Economia Agrícola, Centrais de Abastecimento e Varejões das grandes e médias cidades.

3. RAZÕES PARA A PRIORIZAÇÃO DO ENSINO, PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM HORTICULTURA SUSTENTÁVEL

- a. Demanda por alimentos saudáveis.
- b. Aumento nos custos dos agrotóxicos e fertilizantes com os recentes conflitos geopolíticos (Rússia e Ucrânia; Israel e Hamas, entre outros).
- c. Necessidade da preservação do meio ambiente, incluindo os recursos naturais renováveis.
- d. Crescente disponibilidade de técnicas e práticas em sistemas de produção sustentável.

4. LIMITAÇÕES ATUAIS PARA A EXPANSÃO DO CULTIVO SUSTENTÁVEL DE HORTALIÇAS E OUTRAS CULTURAS

- a. A disponibilidade de água para irrigação em áreas urbanas e periurbanas será cada vez mais restrita com as mudanças climáticas.
- b. A falta de recursos humanos para a produção comercial e o elevado investimento para a automatização dos sistemas de cultivos para a Olericultura 4.0 não chegaram ainda a um ponto de equilíbrio.
- c. As instituições oficiais de pesquisa possuem número reduzido de profissionais especialistas nas áreas de agricultura ecológica, agricultura orgânica e agricultura sustentável.

5. INÍCIO DOS PROBLEMAS COM A AGRICULTURA CONVENCIONAL EM SÃO PAULO

A ocorrência de sérios problemas de erosão em regiões do Oeste Paulista nas décadas de 1970 e 1980 (Figuras 1 a 7) mostravam a necessidade da adoção de um novo sistema de manejo do solo, dentro dos princípios da agricultura sustentável.



Figura 1. Estrada para o Pontal do Paranapanema. Foto: Paulo E. Trani, 1985.



Figura 2. Erosão na gleba XV de Novembro, município de Teodoro Sampaio (SP), em local com plantio de milho. Foto: Miguel Dias Batista, CATI Regional de Presidente Prudente, 1985.



Figura 3. Erosão após chuva, em local onde não foram adotadas práticas conservacionistas, reduzindo o estande e a colheita de milho. Foto: Miguel Dias Batista, CATI Regional de Presidente Prudente, 1985.



Figura 4. Voçoroca em áreas inicialmente cobertas com pastagem no Pontal do Paranapanema. Foto: Paulo E. Trani, 1985.



Figura 5. Erosão laminar e em sulcos em local próximo a Santa Bárbara d'Oeste (SP), anterior ao plantio de cana-de-açúcar, na década de 1980. Foto: Paulo E. Trani.



Figura 6. Erosão causada pelo uso de rotativa para controle de plantas daninhas em cafeeiros, em Osvaldo Cruz (SP). Foto: Paulo E. Trani, 1978.



Figura 7. Erosão em cafezal situado em Parapuã (SP) com o arraste de solo e disseminação de nematoides. Foto: Paulo E. Trani, 1978.

6. OS PROBLEMAS COM EROSÃO AINDA OCORREM!

Embora tenha ocorrido progresso no emprego de práticas conservacionistas em diversas regiões do estado de São Paulo, ainda existe um longo caminho a percorrer quanto ao combate à erosão, especialmente nas estradas rurais municipais. As figuras 8 a 11 mostram tal situação nos primeiros anos do século XXI na área rural de Campinas (SP).

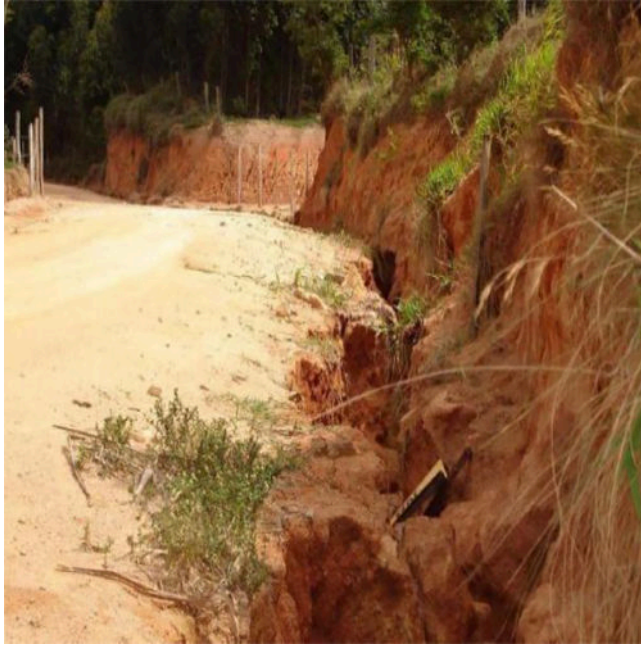


Figura 8. Perigosa vala de erosão em estrada rural municipal, em 2005, em Campinas (SP), Distritos de Sousas e Joaquim Egídio. Os sangradouros estão na margem esquerda da estrada, todos fechados, e a água vem correndo por 500 m na própria estrada. Foto: Sociedade Santa Maria da Serra das Cabras, Campinas (SP), 2006.



Figura 9. Problemas no controle de erosão na APA do Distrito de Sousas/Joaquim Egídio, Campinas (SP). Aspecto de estrada anteriormente “regularizada” com motoniveladora, porém o sangradouro (à direita) permaneceu entupido, cheio de areia, mantendo as águas nas estradas. Foto: Sociedade Santa Maria da Serra das Cabras, Campinas (SP), 2006.



Figura 10. Trecho final da estrada, com toda a infraestrutura de drenagem, mas por falta de manutenção e planejamento as águas correm pelo centro da estrada, ficando as sarjetas e as galerias sem utilidade. Foto: Sociedade Santa Maria da Serra das Cabras, Campinas (SP), 2006.



Figura 11. Reservatórios de água limpa que no período das chuvas tornam-se lagos de lama por receberem as enxurradas das estradas erodidas. Foto: Sociedade Santa Maria da Serra das Cabras, Campinas (SP), 2006.

7. RECOMENDAÇÕES DE PRÁTICAS E TÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DA HORTICULTURA SUSTENTÁVEL

7.1. Instalação de lavouras com a adoção de práticas conservacionistas

Existem diversas práticas que podem ser adotadas para evitar-se a ação da erosão nas lavouras. Uma das mais tradicionais é a construção de canteiros em nível, com terraceamento ou não, dependendo do declive e do tipo de solo (Figuras 12 e 13). Outra ação mais recente consiste na ocupação da área total com as hortaliças, com o plantio adensado e uso de cobertura morta (mulching) diminuindo a exposição do solo ao efeito da água das chuvas (Figura 14).



Figura 12. Canteiros construídos em nível, prontos para o plantio de cenoura em São José do Rio Pardo (SP). Foto: Paulo E. Trani, 2007.



Figura 13. Aspecto do mesmo local com a cenoura adulta proporcionando boa cobertura do solo em São José do Rio Pardo (SP). Foto: Paulo E. Trani, 2007.



Figura 14. Cultura da beterraba adulta em local onde foram adotadas práticas conservacionistas, proporcionando boa proteção do solo em São José do Rio Pardo (SP). Foto: Paulo E. Trani, 2007.

7.2. Sistema de plantio direto (SPD) ou semeadura direta

O sistema de plantio direto (SPD) ou semeadura direta de culturas, incluindo as hortaliças, que é denominado SPDH, também contribui para a melhor conservação do solo e maior produtividade, com mínimos danos ambientais. Foi um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira e teve início, a partir da década de 1970, no sul do país. Seu objetivo básico inicial foi controlar a erosão hídrica. Em áreas de igual declividade, o SPD reduz em cerca de 75% as perdas de solo e em 20% as perdas de água, em relação às áreas onde há cultivo convencional sobre solo que recebeu aração e gradagens anteriores ao plantio.

No caso de hortaliças cultivadas em áreas mais extensas como é o caso da cenoura e cebola, a irrigação com o uso do pivô central e o minipivô são indicadas para uso adequado da água e a obtenção de maiores produções em relação ao sistema de plantio por transplante de mudas (Figuras 15 e 16). Entretanto, devem ser tomados cuidados como: evitar o excesso de água de irrigação para não haver risco da disseminação de *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo-branco), de bacterioses e nematoides.



Figura 15. Utilização de pivô central para irrigação de cebola no sistema de semeadura direta em São José do Rio Pardo (SP). Foto: Paulo E. Trani, 2007.



Figura 16. Sistema de semeadura direta adensada de cebola, mostrando os bulbos em fase de colheita em São José do Rio Pardo (SP). Foto: Paulo E. Trani, 2007.

O SPDH oferece benefícios como a proteção do solo contra erosão e maior produtividade. Por outro lado, podemos relacionar como limitações o maior gasto de sementes e de fertilizantes nitrogenados em cobertura, bem como o investimento em maquinários adequados à semeadura direta de hortaliças. A máquina semeadeira pneumática utilizada em SPDH proporciona semeaduras de boa precisão para várias hortícolas, desde que o solo seja bem preparado (Figura 17). A semeadeira manual, de menor custo e fácil manuseio, também pode ser utilizada no sistema SPDH (Figura 18).



Figura 17. Aspecto de máquina semeadeira pneumática utilizada em SPDH. Foto: Sebastião de Lima Júnior, Área Experimental da Fundação Municipal de São José do Rio Pardo (SP), 2008.



Figura 18. Aspecto de máquina semeadeira manual. Foto: Sebastião de Lima Júnior, Área Experimental da Fundação Municipal de São José do Rio Pardo (SP), 2009.

7.3. Monitoramento da água de irrigação quanto à qualidade

Não se observa de maneira geral, preocupação dos agricultores de hortaliças, e até de técnicos quanto às características (qualidade) da água de irrigação, a não ser quando há ocorrência de problemas como queima das plantas, entupimento dos orifícios dos gotejadores ou dos microaspersores.

O pH da água de irrigação não deve ser inferior a 5,0-5,5 e nem superior 7,0-7,5. A condutividade elétrica da água (C.E. ou E.C.) era expressa em mmhos cm^{-1} ou em dS m^{-1} e conforme a atual Legislação é apresentada em mS cm^{-1} . Deve-se observar que 1 mS cm^{-1} corresponde a aproximadamente 640 mg de sal por litro de água. O termo RAS significa relação de adsorção de sódio, sendo dado pela equação: $\text{RAS} = \text{Na} / [(\text{Ca}+\text{Mg})/2]^{1/2}$.

A literatura internacional mostra que há comportamentos distintos das diferentes hortaliças com relação à tolerância ao eventual excesso de elementos como o boro, sódio, cloro, tanto na água de irrigação como no solo. A beterraba e a cebola, por exemplo, toleram até 4 mg L^{-1} de boro na água de irrigação enquanto quantidades em torno de 1 a 2 mg L^{-1} de boro prejudicam o desenvolvimento de outras hortaliças como pimentão, alcachofra e feijão-vagem.

Na tabela 1 são apresentadas as faixas de valores máximos ou níveis críticos de diferentes parâmetros, visando proporcionar uma avaliação da qualidade da água de irrigação para hortaliças. Valores acima das faixas apresentadas poderão acarretar danos ao desenvolvimento das hortaliças, ou indicar a possibilidade de formação de resíduos causando problemas nos sistemas de irrigação, ou ainda, possibilidade de reações químicas, afetando a disponibilidade de elementos minerais, entre outras consequências.

Tabela 1. Faixas de valores máximos ou níveis críticos de diferentes parâmetros na água de irrigação para hortaliças, condimentares e medicinais

Parâmetro*	Valores máximos*	Parâmetro*	Valores máximos*
pH	7,0 – 7,5	Si	5 – 10
C.E. (mS cm⁻¹)	0,5 – 1,2	Pb	0,1
RAS	3 – 6	Co	0,05 – 0,10
Bicarbonatos	60 – 120	Ni	0,2 – 0,5
Sólidos Solúveis	480 – 832	Al	5
Na	50 – 70	F	0,2 – 1,0
Ca	80 – 110	Mo	0,01 – 0,1
Mg	50 – 110	Se	0,01 – 0,02
N total	5 – 20	V	0,1
NO₃⁻	5 – 10	Li	0,07 – 2,50
NH₄⁺	0,5 – 5	Cr	0,05 – 0,10
NO₂⁻	1,0	Be	0,1 – 0,5
SO₄⁻	100 – 250	As	0,05 – 0,10
H₂S	0,2 – 1,0	Ba	1,0
K	5 – 100	Hg	0,002
P	30	Cd	0,01
Cl	70 – 100	CN	0,2
Fe	0,2 – 1,5	Sn	2,0
Mn	0,2 – 2,0	Fenóis	0,001
Cu	0,2 – 1,0	Col. fecal**	1.000
Zn	1,0 – 5,0	Col. total **	5.000
B	0,5 – 1,0	-	-

* valores em mg L⁻¹ (ppm) com exceção do pH, C.E. e RAS.

** coliformes em nmp (número mais provável) em 100 ml de água. Fonte: Trani, P. E.; Carrijo, O. A., 2004.

7.4. Escolha correta de cultivares e de épocas de plantio

O plantio nas épocas mais adequadas das cultivares proporciona melhor desenvolvimento da planta, menor incidência de pragas e doenças e, conseqüentemente, melhor produtividade. O conceito de horticultura sustentável preconiza o plantio nas épocas mais adequadas de acordo com a fisiologia da planta, como tipicamente ocorre no cultivo de beterraba plantada nas condições climáticas mais adequadas para cada região (Figura 19).

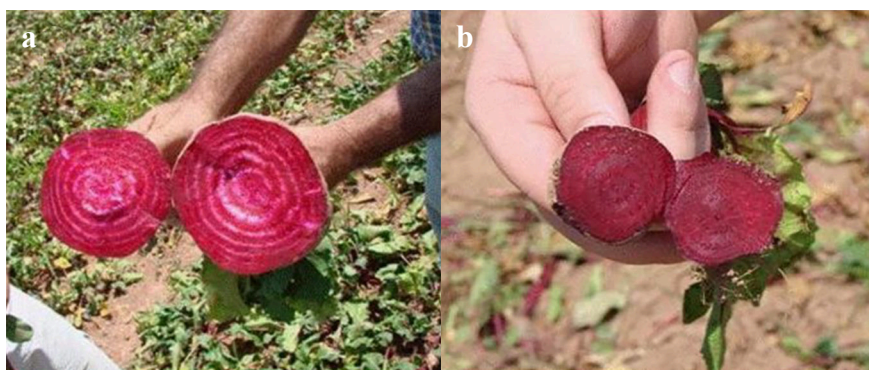


Figura 19. Duas raízes de cultivar de beterraba mostrando sintomas de “anéis claros”, típico de intolerância ao calor (a) e raízes normais, sem sintomas (b). Foto: Paulo R. N. Carvalho, 2008.

7.5. Uso de sementes e mudas de qualidade

Desde a década de 1980, as mudas de hortaliças de alta qualidade, produzidas em sistema coletivo de células (bandeja), tomaram o lugar daquelas hortaliças de frutos formadas individualizadas em torrão, jacazinho de bambu e copinho de papel (jornal) ou plástico. Para obter mudas de alta qualidade, na maioria das regiões brasileiras, é necessária uma estrutura coberta com plástico e lateralmente protegida com telas especiais (Tivelli; Purquerio, 2024). O emprego de sementes de qualidade, com altíssimo índice de germinação, pré-germinadas e peletizadas foi determinante para o sucesso da produção de mudas de hortaliças folhosas em bandeja (Figuras 20 e 21).



Figura 20. A produção de mudas de qualidade faz parte do conceito de horticultura sustentável. Foto: Oliveiro Bassetto Jr., Santa Cruz do Rio Pardo (SP), 2004.



Figura 21. Viveiro com mudas de diferentes espécies de hortaliças. Foto: Mario L. Cavallaro Jr., Elias Fausto (SP), 2004.

Vantagens ou benefícios da produção de mudas em bandejas

- a. melhor equilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular das mudas;
- b. economia de sementes, agrotóxicos e irrigação;
- c. redução do estresse no transplante;
- d. maior rendimento e aproveitamento de mão de obra;
- e. redução do ciclo da cultura;
- f. maior uniformidade da lavoura e aproveitamento da área de cultivo.

7.6. Uso de cobertura morta (mulching)

A cobertura morta (mulching) de origem orgânica sempre que possível deve ser utilizada na produção sustentável de hortaliças. Citam-se como principais benefícios:

- a. propiciar menos aquecimento da superfície do solo para não prejudicar a germinação de sementes e o crescimento das mudas;
- b. proporcionar a proteção do solo contra respingos da água de chuva e da irrigação, o que jogaria a terra sobre as folhas das plantas;
- c. acarretar menor crescimento de plantas daninhas concorrentes das hortaliças.

Dentre os materiais orgânicos que servem de mulching destacam-se o bagacilho de cana pré-fermentado (Figura 22); a casca de arroz curtida; a serragem pré-fermentada; grama batatais picada e seca; camas de animais como frango, equinos, etc.

A cobertura morta pode ser obtida pelo dessecamento das plantas daninhas nos canteiros que serão utilizados para plantio das hortaliças.

No caso de se trazer materiais de outros locais, recomenda-se realizar a cura ou compostagem dos mesmos para não correr o risco de se introduzir sementes de plantas daninhas e de microrganismos nocivos às plantas, tais como o *Verticillium*.



Figura 22. Horta periurbana conduzida no sistema sustentável. Foto: Paulo E. Trani, Campinas (SP), 2006.

7.7. Espaçamento adequado entrelinhas e entre plantas

O adensamento das hortaliças e outras culturas é preconizado visando um máximo aproveitamento da área. O adensamento proporciona melhores produtividades (produções por área), menor concorrência com plantas daninhas, economia na irrigação, melhor aproveitamento da mão de obra. Por outro lado, deve-se tomar o cuidado de não se “apertar”

muito o espaçamento entrelinhas e entre plantas, para não propiciar a formação de um microclima que poderá favorecer a ocorrência de doenças da parte aérea das plantas como fungos e bactérias (Figura 23). Tem-se como exemplo negativo o aumento da incidência de ferrugem branca (*Albugo candida*) em folhas de rúcula devido a exageros nos espaçamentos adensados dessa espécie de hortaliça, além do plantio da mesma em épocas muito quentes do ano.



Figura 23. Horta periurbana mostrando canteiro com cebolinha plantada no espaçamento adequado para o bom desenvolvimento das folhas. Foto: Carlos Reys Vukomanovic, Campinas (SP), 2006.

7.8. Adoção do sistema de cultivo protegido para algumas espécies hortícolas

O cultivo de hortaliças, condimentares e plantas medicinais em estufas plásticas têm se mostrado uma prática econômica, sendo uma maneira sustentável de se conseguir aumentos de produtividade com mínima agressão ao meio ambiente (Figura 24). De maneira geral se adaptaram melhor a esse sistema de produção o pimentão, pepino, tomate e diversas hortaliças folhosas.

Recomenda-se ao agricultor especializado em cultivo protegido realizar algumas práticas como: utilização de fertilizantes orgânicos em pré-plantio; escolha das espécies e cultivares de hortaliças conforme o clima local e o retorno econômico, evitando-se porém, a monocultura; escolher um sistema de irrigação e fertirrigação adequado a esse sistema de cultivo.



Figura 24. Aspecto do sistema de cultivo protegido (estufas agrícolas), no Sudoeste Paulista. Destaca-se a possibilidade do uso de telas antifídeos diminuindo ou eliminando o uso de alguns agrotóxicos. Foto: Edson Akira Kariya, Itapetininga (SP).

Em uma estufa do tipo Capela, em Campinas (SP), adotou-se a miniaspersão para hortaliças folhosas como alface, almeirão, salsa, cebolinha e espinafre. O agricultor utiliza para adubação de cobertura fertilizantes pouco solúveis diretamente no solo e após irriga o local (Figura 25). Isso possibilita boa economia quanto ao emprego de fertilizantes de alta solubilidade em fertirrigação, mais caros que os demais adubos.



Figura 25. Cultivo protegido com espinafre irrigado por miniaspersão no Sítio dos Cucoli - Colônia Tozan, em Campinas (SP). Foram aplicados sobre o solo em cobertura, adubos pouco solúveis, de menor custo. Foto: Paulo E. Trani, 2006.

No interior da maioria das estufas agrícolas prevalece o sistema de irrigação por gotejamento. As principais vantagens desse sistema são: uso racional e controlado da água quanto à quantidade e à qualidade; localização da água diretamente no solo protegendo a parte aérea das plantas contra a incidência de algumas doenças fúngicas e bacterianas; o sistema de gotejo permite também a aplicação de fertilizantes solúveis na água de irrigação.

No sudoeste do estado de São Paulo prevalecem as estufas cobertas com plástico nas suas laterais devido à incidência de ventos frios no outono/inverno (Figura 26). Em outras regiões, parte das laterais é coberta com telas do tipo sombrite ou clarite. Deve-se preferir aquelas de malha bem fina para se evitar a entrada de pulgões e outros insetos. Isso possibilita uma economia no uso de agrotóxicos.



Figura 26. Vista de estufa agrícola com persiana de plástico nas laterais. Isso permite um controle sustentável da entrada de ventos frios. Foto: Edson Akira Kariya, Itapetininga (SP).

7.9. Uso racional de fertilizantes orgânicos, compostos orgânicos e fertilizantes organominerais

Os fertilizantes orgânicos, compostos orgânicos e os fertilizantes organominerais constituem-se em fator de aumento da produtividade das hortaliças e outras culturas, com ação útil a curto e médio prazos, para a melhoria das características físico-químicas do solo.

Benefícios dos fertilizantes orgânicos

- a. melhoram as condições físicas do solo (aeração e permeabilidade), diminuindo as variações bruscas de temperatura e minimizando ainda a compactação do mesmo;
- b. ajudam no equilíbrio das populações de microrganismos do solo, úteis às plantas;
- c. fornecem parcialmente os nutrientes necessários às plantas.

Um dos melhores fertilizantes orgânicos encontrados no comércio é o húmus de minhoca (Figura 27). Tal produto resulta da decomposição de material inicialmente cru ou mal curtido, o qual após a ação das minhocas resultará em um produto estável que proporcionará benefícios ao solo e à produtividade das culturas.



Figura 27. Boa alternativa para agricultores: produção e aplicação de fertilizantes orgânicos, onde destaca-se o húmus de minhoca para hortaliças e frutíferas. Foto: Reginaldo Bassetto, 2004.

Limitações dos fertilizantes orgânicos

- a. Há necessidade da aplicação com certa antecedência ao plantio (30 a 40 dias) para ocorrer integral decomposição (fermentação) do adubo orgânico em mistura ao solo.
- b. Os esterco animais crus ou mal curtidos e restos de cultura mal decompostos devem ser evitados, pois podem introduzir patógenos indesejáveis (*Verticilium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*) no local.
- c. O esterco de galinha poedeira puro e de alguns outros animais criados no sistema confinado devem ser misturados a outros materiais, pois pode haver risco de excesso de sal (NaCl), resíduos de antibióticos e de outros componentes da ração animal.

Experimentos do Instituto Agrônomo (IAC) na utilização de fertilizantes e compostos orgânicos para produção sustentável de hortaliças

O IAC desde a década de 1940 realiza pesquisas na utilização de fertilizantes e de compostos orgânicos e sua ação na produção de hortaliças. Os trabalhos realizados abrangeram o estudo de doses, época de aplicação, o preparo e ação de novos fertilizantes orgânicos como o bokashi, a farinha de casco e chifre bovino e os ensilados de pescado marinho. Em um experimento na Fazenda Santa Elisa do IAC, em Campinas (SP), sob cultivo protegido, verificou-se efeito benéfico do bokashi (tão eficiente quanto o esterco de frango nesse experimento) em duas cultivares de alface (lisa e crespa) (Figuras 28 a 30).



Figura 28. Estufa agrícola com experimento de adubação orgânica em alface. Foto: Paulo E. Trani, Campinas (SP), 2000.



Figura 29. Alface crespa em canteiro testemunha (sem adubo). Observar a cobertura morta com grama batatais triturada. Foto: Paulo E. Trani, Campinas (SP), 2000.



Figura 30. Alface em canteiro que recebeu bokashi (1 kg m⁻²). Foto: Paulo E. Trani, 2000.

O bom efeito do bokashi e também do esterco de frango pode ser explicado observando-se atentamente as análises químicas desses materiais orgânicos apresentadas na tabela 2. Deve ser ressaltado que o sucesso na ação dos fertilizantes e compostos orgânicos está relacionado a uma correta antecedência de sua aplicação (30 a 40 dias antes do plantio das culturas), boa incorporação ao solo (desde a superfície até 20 a 30 cm de profundidade) e de uma boa uniformidade (granulometria) desses produtos.

Tabela 2. Análise química dos adubos orgânicos usados para produção de alface cultivada em estufa agrícola, no IAC - Campinas (SP), 2000

	Bokashi⁽¹⁾	Esterco de curral	Esterco de frango
Umidade (%)	7,29	52,33	26,13
pH	8,1	7,03	8,05
M.O. (%)	30,33	31,20	51,00
N (%)	1,06	1,21	2,20
P₂O₅ (%)	1,17	1,87	4,25
K₂O (%)	3,58	1,47	3,50
Ca (%)	2,16	2,12	8,41
Mg (%)	1,23	0,62	1,18
S (%)	1,17	2,15	-
Na (mg dm⁻³)	2.200	-(²)	-
Fe (mg dm⁻³)	12.325	12.300	3.100
Mn (mg dm⁻³)	200	500	800
Cu (mg dm⁻³)	37,5	300	300
Zn (mg dm⁻³)	90	400	700
C/N	17:1	14:1	13:1

⁽¹⁾ Composição do bokashi: 500 kg de esterco de frango + 500 kg de terra de barranco + 80 kg de farelo de arroz + 1,5 kg de “Bym-Food” e 1,0 kg de Nitrex (micronutrientes silicatados);

⁽²⁾ parâmetro não determinado.

Os compostos orgânicos podem ser preparados de maneira caseira em pequenas áreas, mas cresce a produção em maior escala (Figuras 31 e 32).



Figura 31. Compostagem em escala semi-industrial. Foto: Jairo Hanasiro, Bioland, Piracicaba (SP), 2001.



Figura 32. Irrigação por gravidade durante o processo de fabricação do composto orgânico em escala semi-industrial. Foto: Jairo Hanasiro, Bioland, Piracicaba (SP), 2001.

Diferentes materiais, que isoladamente teriam utilidade limitada, podem e devem ser aproveitados para preparo dos compostos orgânicos. É importante ressaltar que as misturas devem ser uniformes e as etapas da compostagem devidamente monitoradas quanto à temperatura e umidade do material em preparo (Figura 33).



Figura 33. Uso de resíduos agroindustriais para processo de compostagem, atendendo a filosofia da agricultura sustentável. Podas de capim (a); Soro de leite (b); Bagaço de cana (c) e Casca de eucalipto (d). Fotos: Jairo Hanasiro, Bioland, Piracicaba (SP).

Fertilizantes organominerais

Os fertilizantes organominerais são o resultado da mistura dos fertilizantes orgânicos com os fertilizantes minerais. Constituem-se em opção viável tanto tecnicamente como economicamente para agricultores de hortaliças, plantas aromáticas, condimentares, medicinais e frutíferas. As fórmulas dos fertilizantes organominerais devem conter os nutrientes na forma $N + P_2O_5 + K_2O$ em concentrações maiores ou iguais a 10%. Isso proporciona economia no frete em relação aos fertilizantes orgânicos. A seguir são apresentados exemplos de fórmulas de fertilizantes organominerais.

Exemplos de fórmulas com fertilizantes organominerais

3-12-6		4-5-5	
Ureia	50 kg	Torta de mamona	120 kg
Torta de filtro de cana-de-açúcar*	350 kg	Cama de frango**	260 kg
Termofosfato magnésiano (17% P ₂ O ₅)	100 kg	Superfosfato simples	120 kg
Superfosfato simples	100 kg	Sulfato de potássio	100 kg
Fosfato natural (com 27% P ₂ O ₅)	300 kg	Silagem de pescado***	400 kg
Cloreto de potássio	100 kg		
Total	1.000 kg		1.000 kg

* Torta de filtro (compostada) de cana-de-açúcar com 1,5% N; 1,8% P₂O₅ e 0,3% K₂O.

** Cama de frango com 2,5% N; 1,5% P₂O₅ e 0,5% K₂O.

*** Silagem de pescado com 7% N; 6% P₂O₅; 1% K₂O.

10-5-10	
Farinha de casco e chifre bovino*	550 kg
Silagem de pescado**	150 kg
MAP	100 kg
Sulfato de potássio	200 kg
Total	1.000 kg

* Farinha de casco e chifre com 14% N; 1% P₂O₅; 4% K₂O.

** Silagem de pescado com 7% N; 6% P₂O₅; 1% K₂O.

7.10. Adubação verde

O adubo verde é a planta cultivada ou não, de preferência uma leguminosa, em virtude da capacidade de fixação do nitrogênio, com a finalidade de elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas, por meio de sua massa vegetal, produzida no local ou trazida de fora.

Consiste no cultivo e no corte de plantas imaturas, no pleno florescimento, com ou sem a incorporação de fitomassa. Podem ser utilizadas também plantas das famílias das gramíneas (poáceas), crucíferas (brassicáceas) e compostas (asteráceas) cultivadas até a colheita de suas sementes, objetivando uma renda extra. A *Crotalaria spectabilis* é indicada para o cultivo de primavera-verão (Figura 34) e o nabo forrageiro é indicado para cultivo de outono-inverno (Figura 35), considerando as condições de clima do estado de São Paulo.



Figura 34. Crotalaria espectábilis (leguminosa): adubo verde adequado para regiões de clima quente. Fonte: Wutke *et al.*, 2009.



Figura 35. Nabo forrageiro (brássica): adubo verde adequado para regiões de clima ameno. Foto: Sylmar Denucci, Manduri (SP), 2009.

Vantagens da adubação verde

- a. otimização da produtividade e do lucro;
- b. preservação e conservação dos recursos naturais e da biodiversidade;
- c. proteção, recuperação e manutenção dos solos cultivados;
- d. ciclagem dos nutrientes, adição de nitrogênio pelas leguminosas e manutenção da matéria orgânica do solo;
- e. aproveitamento mais adequado e racional dos insumos;
- f. utilização de algumas espécies na alimentação humana e animal;
- g. efeitos de quebra-ventos ou de arborização em culturas perenes em formação;
- h. emissão reduzida de gases para a atmosfera, contribuição à redução do efeito estufa e do desmatamento pelo uso racional de áreas cultivadas, por exemplo, em integração lavoura-pecuária;
- i. utilização como possíveis fontes energéticas renováveis, como de biodiesel, possibilitando a redução de pressão por novas áreas de produção;
- j. utilização no controle de nematoides do solo e de plantas daninhas.

Limitações da adubação verde

- a. desconhecimento do cultivo das espécies para adubação verde;
- b. imediatismo do agricultor;
- c. pouca divulgação da prática;
- d. dificuldades de manejo;
- e. custo inicial elevado;
- f. ciclo longo de algumas espécies;
- g. dificuldade para obtenção de sementes de boa qualidade, a preço acessível.

7.11. Solarização do solo

A solarização do solo consiste no seu aquecimento pela luz solar, por meio da utilização de filme transparente com espessura de 50 a 150 micras, preferencialmente de 100 a 150 micras. O filme deve ser estendido sobre a superfície do solo previamente preparado (sem bolsões de ar e objetos pontiagudos) e umedecido, sendo as bordas enterradas (Figura 36). O local deve permanecer sem cultivo de 30 a 60 dias, durante a estação mais quente do ano (novembro a março).

A eficiência da solarização pode ser aumentada e o tempo para sua realização diminuído pela adição de matéria orgânica ao solo, via esterco, compostos e resíduos vegetais, especialmente de brócolis, couve, eucalipto, mamona e mandioca brava (Figura 37). O crescimento de plantas daninhas sob o plástico indica que as temperaturas do solo não foram suficientes para o controle.

A solarização também pode ser utilizada para desinfestação de substratos utilizados para produção de mudas de qualidade, via coletor solar, que consiste basicamente em uma caixa de madeira de 1 m x 1,5 m com seis tubos metálicos, cobertura de plástico transparente e dispositivos para reter o calor. Deve-se utilizar a exposição na face norte e um ângulo de inclinação correspondente à latitude local acrescida de 10 °C. Recomenda-se o tratamento por dois dias de radiação plena, que pode atingir de 70 a 80 °C. O coletor solar pode ser utilizado em qualquer época do ano, exceto em dias chuvosos.



Figura 36. Preparo do solo para posterior cobertura com plástico. Foto: C. J. Bueno (Instituto Biológico-SP).



Figura 37. Diferentes graus de infestação de microrganismos patogênicos do solo após tratamento com a solarização e diferentes coberturas vegetais. Foto: M. M. Q. Ambrósio (Instituto Biológico-SP).

Benefícios da solarização do solo

- a. Controle de patógenos, agentes causais de importantes doenças, como murchas causadas por várias espécies de *Fusarium*; podridões de raízes causadas por diversas espécies de *Phytophthora*, *Sclerotinia*, *Sclerotium* e *Verticillium*; tombamento causado por *Pythium* spp e *Rhizoctonia solani*; galhas e lesões em raízes causadas por nematoides.
- b. Controle de algumas plantas daninhas, como caruru (*Amaranthus* spp.), grama seda (*Cynodon dactylon*), capim colchão (*Digitaria sanguinalis*), capim arroz (*Echinochloa* spp.), ançarinha branca (*Chenopodium album*), carrapichão (*Xanthium* spp.), beldroega (*Portulaca oleracea*), aveia selvagem (*Avena fatua*), etc.
- c. Alterações químicas no solo solarizado, com maior disponibilidade de nitrogênio, potássio e alguns micronutrientes.
- d. Alterações benéficas na estrutura e permeabilidade do solo.
- e. Maior crescimento das plantas em solo solarizado, devido à mudança na sua microbiologia e fertilidade.
- f. Não apresenta riscos para o operador, não libera resíduos e não contamina o ambiente.

Limitações da solarização do solo

- a. A área tratada deve ser a maior possível, para evitar a reinfestação.
- b. As temperaturas letais aos patógenos (49-54 °C) são alcançadas apenas até 10 cm de profundidade.
- c. O tempo necessário à solarização limita a utilização da área de produção.
- d. Controle inconsistente de alguns patógenos, especialmente dos termotolerantes, como algumas subespécies de *Fusarium oxysporum*, agentes causais de murchas e *Plasmodiophora brassicae*, causadora da hérnia das crucíferas. Nesse caso, recomenda-se a solarização com prévia

incorporação de brássicas para melhoria da eficiência. O controle de tiririca (*Cyperus spp.*), malva (*Sida spp.*) e trevo branco (*Trifolium repens L.*) é limitado.

e. Em alguns solos, especialmente com alto teor de matéria orgânica, poderá ocorrer liberação de amônio e manganês em quantidades tóxicas às plantas. Recomenda-se deixar de 15 a 30 dias de tempo de segurança entre a retirada do plástico e o plantio das hortaliças.

f. Relação custo/benefício desfavorável para algumas culturas, devido ao alto custo no manuseio, retirada e reciclagem do plástico.

7.12. Rotação de culturas

Consiste em um sistema de manejo visando a melhoria da fertilidade do solo e a produtividade das culturas. O sistema de rotação onde se alternam culturas de diferentes espécies e famílias botânicas proporciona uma série de benefícios tais como: diminuição da população de nematoides e outros patógenos habitantes do solo, redução na compactação do solo, melhor cobertura vegetal, reciclagem de nutrientes e melhor ocupação de mão de obra durante o ano todo. De maneira geral não se recomenda repetir em todos os anos as rotações envolvendo as mesmas espécies, mesmo de famílias diferentes, isso do ponto de vista fitossanitário. Por outro lado, algumas rotações mesmo incluindo espécies de diferentes famílias não devem ser realizadas. É o caso de se evitar a rotação de quiabo, abóbora e batata-doce que são hospedeiras das mesmas espécies de nematoides de galhas.

De maneira geral considera-se que nas hortas familiares existe maior facilidade em se adotar a rotação de culturas em relação às hortas de maior tamanho (acima de 5 a 10 ha, por exemplo) as quais possuem equipamentos de plantio e de colheita específicos para poucas culturas e também mão de obra mais especializada. Outro aspecto é que hortas de maior porte têm seus produtos comercializados em maior escala, o que também dificulta a produção de maior número de espécies hortícolas. Porém, mesmo nas hortas implantadas em áreas grandes é possível a adoção e implantação do sistema sustentável de rotação de culturas (Figura 38).



Figura 38. Horta sustentável com hortaliças de diferentes famílias botânicas (de baixo para cima: rabanete, coentro, cebolinha e alface), cultivadas no sistema de rotação. Foto: Paulo E. Trani. Campinas (SP), 2009.

Indica-se de uma maneira geral, periodicamente incluir no esquema de rotação uma das seguintes culturas: milho (grão, pipoca ou milho verde), aveia, crotalárias e mucuna-anã. De maneira específica recomenda-se as seguintes rotações após:

- a. **abóbora, moranga, abobrinha de moita e pepino:** cereais, hortaliças folhosas ou mandioca. Evitar o cultivo de pimentão devido à mosca-branca;
- b. **alface, almeirão e chicória:** repolho, berinjela, couve-flor, beterraba, tomate, ervilha, feijão-vagem e cenoura;
- c. **alcachofra:** cereais, cenoura e cucurbitáceas;
- d. **alho:** feijão-vagem e milho;

- e. **batata-doce:** milho. Evitar leguminosas (excesso de N residual);
- f. **beterraba:** repolho, alface, ervilha, cenoura, berinjela e feijão-vagem;
- g. **berinjela e jiló:** repolho, cenoura, abóbora e alface;
- h. **brócolis, couve de folhas, couve-flor e repolho:** feijão-vagem, quiabo, berinjela, cereais e adubos verdes;
- i. **cebola:** batata, cenoura, arroz e milho. Evitar leguminosas (excesso de N residual);
- j. **ervilha:** batata, repolho, tomate, cenoura e feijão-vagem;
- k. **feijão-vagem:** repolho, alface e cereais;
- l. **morango:** alface, abobrinha, beterraba, cereais e adubos verdes;
- m. **quiabo:** milho, melancia, batata e feijão-vagem;
- n. **tomate:** cana-de-açúcar e pastagens com gramíneas.

A alternância de plantio pastagem de braquiária e melancia proporciona a recuperação da fertilidade do solo (Figuras 39 a 41). Isso porque a futura pastagem aproveitará os resíduos da calagem e adubação aplicados na lavoura de melancia. Esse sistema de produção é denominado ILP- Integração Lavoura-Pecuária.



Figura 39. Após a utilização da área acima com pastagem de braquiária foi instalada a cultura da melancia, que aparece em início de desenvolvimento. Observar os leirões preparados com apenas uma aração anterior à sementeira, em Echaporã (SP). Foto: Wilibaldo Villa, 1993.



Figura 40. Aspecto do fruto de cultivar de melancia plenamente adaptada para as condições edafoclimáticas da região de Marília (SP). No Oeste Paulista a melancia é indicada como boa rotação após as pastagens de braquiária, em Echaporã (SP). Foto: Paulo E. Trani, 1993.



Figura 41. Colheita de melancia em Caporanga (SP), mostrando o uso socialmente justo de mão de obra, abrangido pelo conceito de horticultura sustentável. Foto: Paulo E. Trani, 1993



Figura 42. O milho é uma das melhores culturas indicadas em rotação com hortaliças. Foto: Plantas de milho IAC 8333, Eduardo Sawazaki (s.d.), Campinas (SP).

O milho constitui-se em uma ótima opção de rotação para maioria das espécies hortícolas, devido a fatores como: boa adaptabilidade às diversas condições de solo e clima onde são cultivadas hortaliças, baixo custo de produção, facilidade de mão de obra e fácil comercialização (Figura 42). Existe ainda a versatilidade da escolha de milho verde; milho doce; milho pipoca e milho grão, este último apropriado para mistura em rações animais

7.13. Controle de pragas e doenças

Qualquer sistema de controle envolvendo um ou mais métodos poderá ser considerado manejo de pragas e doenças, desde que tenha por objetivo interferir o mínimo possível no ecossistema. O uso de agrotóxicos é uma ferramenta eficaz em vários sistemas agrícolas, mas deve ser usado como último recurso. Devem ser utilizados apenas os produtos recomendados para a cultura, observando atentamente os períodos de carência e as técnicas de aplicação do produto.

A horticultura sustentável dispõe dos seguintes métodos de controle, entre outros:

a. Controle genético

Deve-se fazer o uso de cultivares resistentes ou tolerantes para evitar-se a incidência de determinadas doenças e pragas. A execução pelo agricultor de um teste em sua propriedade de novas cultivares de hortaliças é recomendável devendo sempre haver o acompanhamento técnico de um engenheiro agrônomo.

b. Controle cultural

O controle cultural de pragas e doenças pode utilizar diversas estratégias, como a escolha do local, época e densidade de plantio adequados; manejo adequado da calagem, adubação, irrigação e plantas daninhas; rotação e consorciação de culturas; adubação verde e preparo

adequado do solo. Sempre é bom ressaltar que deve ser evitado o plantio escalonado de uma mesma espécie em diversas épocas do ano na mesma área, devido à possibilidade de aumento da incidência de pragas e doenças.

c. Controle biológico

O controle biológico está em franca expansão, com o uso de inimigos naturais para controle de pragas em hortaliças e diversas outras culturas. Cita-se como exemplo, a criação de microácaros para controle do ácaro rajado de morango e de outras espécies de plantas. Nesse sentido destacam-se os bons trabalhos desenvolvidos pelo Instituto Biológico, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

d. Recomendações para o monitoramento e controle alternativo de pragas e doenças das hortaliças

Dentre os métodos alternativos de controle de doenças destaca-se o uso do leite de vaca cru para controle do oídio. Esse método tem apresentado resultados promissores nas culturas de cucurbitáceas, alface, quiabo, pimentão e outras hortaliças, quando aplicado semanalmente. A concentração utilizada pelos agricultores tem variado de 5% a 20%. O leite pode agir de mais de um modo para controle do oídio, mencionando-se as suas propriedades germicidas, indução de resistência das plantas e/ou controle direto do patógeno, estímulo ao controle biológico natural pela formação de um filme microbiano na superfície da folha ou alteração das características físicas, químicas e biológicas da superfície foliar. Outro produto que tem um uso crescente é o Nim, inseticida natural extraído das sementes (maior concentração em relação às folhas) da árvore *Azadirachta indica* que atua como repelente de pragas, principalmente insetos que atacam diferentes espécies de hortaliças. O Nim pode ser aplicado isoladamente ou junto com outros produtos, tais como extratos de alho; pimenta, etc. Recomendações para o controle alternativo de diversas pragas e doenças das hortaliças são apresentadas nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Recomendações para monitoramento (levantamento de pragas) e controle fitossanitário alternativo

DOENÇAS OU PRAGAS	MONITORAMENTO/CONTROLE
Ácaros	<ul style="list-style-type: none"> - Inseticida biológico com o fungo <i>Beauveria bassiana</i> (efeito aproximadamente em 7 dias). - Pulverizar calda sulfocálcica ou preparado com cravo-de-defunto. - Óleo de “Nim” emulsionado (Tabela 4).
Antracnose	<ul style="list-style-type: none"> - Pulverizar calda bordalesa ou calda sulfocálcica (Tabela 4).
Botrytis	<ul style="list-style-type: none"> - Fungicida biológico com o fungo <i>Clonostachys rosea</i>. Atua sobre o <i>botrytis</i> do morango, alface, berinjela, feijão-vagem, pimentão e tomate.
Broca pequena do tomate	<ul style="list-style-type: none"> - O monitoramento dessa praga do tomate, berinjela e pimentão pode ser feito com feromônio. O produto é comercializado pela empresa Biocontrole (www.biocontrole.com.br) sob a marca Bio Neo. - Remoção dos frutos perfurados pelos insetos.
Cochonilhas	<ul style="list-style-type: none"> - Inseticida biológico com o fungo <i>Beauveria bassiana</i> (efeito em aproximadamente 7 dias). - Pulverizar mistura de fumo e sabão ou solução de sabão de coco neutro (Tabela 4).
Fungos de solo (<i>Fusarium</i>, <i>Sclerotinia</i>, <i>Rhizoctonia</i> e <i>Botrytis</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Fungicida biológico com o fungo <i>Trichoderma</i> sp. O fungo atua inibindo o desenvolvimento dos patógenos do solo. Aplicar o fungicida sobre o substrato ou solo cerca de 5 dias antes do plantio da muda ou das sementes.
Grilo	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar iscas atrativas à base de farelo de trigo (Tabela 4).
Lagartas	<ul style="list-style-type: none"> - Pulverizar preparado com cravo-de-defunto, ou mistura de fumo e sabão, ou solução de sabão de coco neutro ou óleo de Nim emulsionado (Tabela 4). - Aplicação de <i>Bacillus thuringiensis</i> (efeito em aproximadamente 7 dias).

Continua

Tabela 3. Conclusão

DOENÇAS OU PRAGAS	MONITORAMENTO/CONTROLE
Lesmas	<ul style="list-style-type: none">- Coloque à noite um prato raso com mistura de cerveja e água açucarada perto das plantas atacadas. Na manhã seguinte as lesmas estarão dentro do prato, devendo ser removidas do local.- Isca com estopa e leite: distribua no chão, ao redor das plantas, estopa ou saco de pano molhado com água e um pouco de leite. Na manhã seguinte, vire a isca e elimine as lesmas que se reuniram embaixo.- Coloque dentro de latas rasas, como as de azeite cortadas ao meio, pedaços de chuchu. O controle mecânico é possível no dia seguinte aplicando sal nas lesmas.- Em solo com cobertura morta, aplicar fungicidas a base de cobre sobre a palhada.- Verificar se a irrigação não está causando um excesso de umidade.

Fonte: Trani *et al.* (2010), adaptado e atualizado de Gelmini e Abreu Junior (s.d.) e Imenes *et al.* (2000).

Tabela 4. Receitas para o preparo de inseticidas e fungicidas alternativos

PRODUTO	RECEITA
Calda Bordalesa	Ingredientes: 200 g de sulfato de cobre; 200 g de cal virgem; 20 L de água e uma faca de aço. Preparo: para o seu preparo utilize vasilhame de plástico ou de cimento amianto ou madeira. Coloque o sulfato de cobre enrolado em pano, em forma de saquinho. Dissolva-o na véspera em 5 litros de água. Em outro vasilhame, misture cal virgem em 15 litros de água. Após, misture ambos, mexendo sempre. Para medir a acidez, pegue uma faca de aço (não inox) e mergulhe a parte da lâmina durante 3 minutos nessa mistura. Não escurecendo, a calda estará pronta. Caso contrário, adicione mais cal virgem. Quando pronta, a calda tem validade para três dias. Aplicar no início da doença. No verão, em plantas novas, deve ser usada em concentração 50% menor. Nunca pulverize a calda no período mais quente do dia e se aplicada em temperatura baixa, perde a sua eficácia.
Calda Sulfocálcica	Ingredientes: 2 kg de enxofre; 1 kg de cal virgem; 10 L de água; 1 vasilhame de ferro ou lata de 20 L. Preparo: ferva 10 litros de água com a cal virgem. No início da fervura coloque o enxofre e misture durante uma hora, sempre mantendo a fervura. Se necessário, acrescente água quente para manter os 10 litros de água. No final, a calda ficará grossa, com coloração marrom-clara. Deixe esfriar e coe. Use-a ou guarde-a em baldes plásticos ou garrações bem tampados. Pulverize a calda sulfocálcica diluindo 0,5 a 1 litro para 20 litros de água com intervalos de 10 a 15 dias. A calda sulfocálcica não deve ser usada em abóboras, melão, pepino, melancia e sobre a florada de qualquer cultura e nem em dias quentes. Use suco de limão e vinagre para lavar o pulverizador.
Cravo-de-defunto	Ingredientes: 1 kg de folhas de cravo-de-defunto e 10 L de água. Preparo: misture as folhas de cravo-de-defunto em 10 litros de água. Leve ao fogo e deixe ferver durante meia hora ou então de molho (picado) por dois dias. Coe e pulverize sobre as plantas.

Continua

Tabela 4. Conclusão

PRODUTO	RECEITA
Fumo e Sabão	Ingredientes: 1 pedaço de fumo de corda (10-15 cm); 1/2 L de álcool; 1/2 L de água e 100 g de sabão em barra. Preparo: corte o fumo em pequenos pedaços e junte a 0,5 litro de água e ao álcool. Misture em um recipiente deixando curtir durante 15 dias. Decorrido esse tempo, dissolva o sabão em 10 litros de água e junte com a mistura já curtida de fumo e álcool. A mistura pode ser aplicada com pulverizador ou regador. A nicotina é tóxica para o homem e animais de sangue quente, porém 24 horas depois de pulverizada torna-se inativa. No caso de hortaliças, aconselha-se respeitar um intervalo mínimo de 12 dias antes da colheita. Os inseticidas a base de fumo não devem ser aplicados em hortaliças da família das solanáceas porque podem transmitir vírus.
Isclas atrativas à base de farelo de trigo	Ingredientes: 1 kg de farelo de trigo; 100 g de melação ou açúcar mascavo; 100 g de inseticida fosforado, carbamato ou bórax. Preparo: misturar os ingredientes e depois fazer bolinhas de 2-3 cm para distribuí-las próximo às plantas no final da tarde.
Óleo de Nim emulsionado	Ingredientes: Extrato da semente da planta <i>Azadirachta indica</i> . Recomendação: aplicar solução de 0,3% a 0,5%, ou seja de 300 a 500 ml do produto para cada 100 litros de água em pulverizações quinzenais.
Solução de sabão de coco neutro	Ingredientes: 50 g de sabão de coco em pó e 5 litros de água. Preparo: coloque 50 g de sabão de coco em pó em 5 litros de água fervente. Pulverizar frequentemente no verão e na primavera.

Fonte: Trani *et al.* (2010), adaptado e atualizado de Gelmini e Abreu Junior (s.d.) e Imenes *et al.* (2000).

7.14. Colheita e pós-colheita sustentáveis

Os sistemas de manejo inadequados verificados na fase que antecede a colheita podem causar problemas na qualidade comercial dos produtos, especialmente das hortaliças. Resumidamente, pode-se mencionar que os problemas que se apresentam em pós-colheita tem como causa diversos motivos, entre eles:

- a. variações climáticas durante o desenvolvimento das hortaliças: excesso de calor ou excesso de frio; excesso, falta ou variações bruscas de umidade do ar; excesso de chuva e falta de luminosidade;
- b. fornecimento inadequado de água e nutrientes às hortaliças;
- c. manuseio inadequado das hortaliças durante a colheita e pós-colheita;
- d. armazenamento e transporte inadequados;
- e. fatores genéticos em que a hortaliça não se adapta ao meio de cultivo.

Principais defeitos pós-colheita em pepino, pimentão, quiabo e tomate

Boa parte dos problemas que aparecem na pós-colheita são devidos ao manejo pré-colheita realizado fora dos padrões da horticultura sustentável. Por exemplo, o pepino japonês tem entre seus principais defeitos o aspecto na comercialização de torto, barrigudo e com a ponta fina (Figura 43). As prováveis causas desses defeitos para a comercialização estão relacionadas com a época de plantio inadequada, o desequilíbrio nutricional e híbrido de pepino sensível a variações térmicas. A presença de frutos defeituosos na embalagem durante a comercialização no atacado representa ao agricultor uma perda de 40% a 60% do valor em relação ao fruto de pepino reto (Figura 44).



Figura 43. Frutos de pepino japonês apresentando defeitos para a comercialização no atacado, como torto, barrigudo e ponta fina. Foto: Anita S. D. Gutierrez e Paulo Ferrari, São Paulo (SP), 2005.



Figura 44. Embalagens de pepino japonês no mercado atacatisda paulista. Embalagem com frutos normais (a) e com frutos defeituosos (b), direcionados para mercados menos exigentes, com deságio de 40% a 60% do valor de frutos de pepino reto. Foto: Anita S. D. Gutierrez e Paulo Ferrari, São Paulo (SP), 2005.

Outro bom exemplo pode ser encontrado na comercialização de pimentões coloridos (maduros) no mercado atacadista paulista. Frutos de pimentões tortos e com estrias são classificados como defeituosos (Figura 45). Esses defeitos podem ser causados por falhas na irrigação,

desequilíbrio nutricional, variações bruscas de temperatura e plantio de híbridos mais sensíveis às variações térmicas. Pimentões tortos e com estrias podem receber um preço inferior ao de frutos retos, na ordem de 40% a 55% (Figura 46).

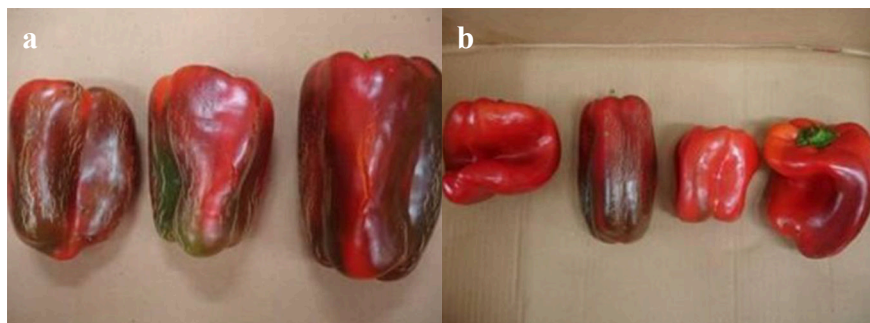


Figura 45. Frutos de pimentão vermelho (maduro) no mercado atacadista paulista apresentando estrias (a) e tortos (b). Foto: Anita S. D. Gutierrez e Paulo Ferrari, São Paulo (SP), 2005.



Figura 46. Frutos de pimentão vermelho (maduro) retos (a) e tortos (b) no mercado atacadista paulista. Foto: Anita S. D. Gutierrez e Paulo Ferrari, São Paulo (SP), 2005.

Há separação de frutos com defeitos de frutos aceitos como normais na comercialização de quiabo no mercado atacadista paulista. A colheita dos frutos nas primeiras horas do dia, quando ainda há orvalho no quiabeiro, é a provável causa de manchas que aparecem nos frutos. Já a ocorrência de frutos de quiabo tortos normalmente está correlacionada à incidência de pragas sugadoras durante o desenvolvimento dos frutos (Figura 47). Os frutos defeituosos do quiabeiro têm um deságio de 50% de seu valor em relação aos frutos retos e sem manchas (Figura 48).



Figura 47. Frutos de quiabo tortos e com manchas valem metade do preço dos frutos retos e sem manchas no mercado atacadista paulista. Foto: Anita S. D. Gutierrez e Paulo Ferrari, São Paulo (SP), 2005.



Figura 48. Frutos de quiabo retos (a) e tortos e com manchas (b). Frutos defeituosos valem metade do preço dos frutos retos e sem manchas no mercado atacadista paulista. Foto: Anita S. D. Gutierrez e Paulo Ferrari, São Paulo (SP), 2005.

Defeitos pós-colheita em tomate

Em um levantamento realizado em supermercados de Ribeirão Preto (SP), no início de dezembro de 2009, constatou-se a existência de frutos de tomate apresentando manchas esverdeadas na parte externa (Figura 49). As causas prováveis desse defeito na comercialização

varejista estão relacionadas à escolha inadequada da cultivar (híbrido) de tomateiro - não adaptada ao excesso de chuvas e aos dias nublados que ocorreram durante a fase de crescimento dos frutos. A escolha da cultivar (híbrido) e o plantio desta na época adequada, tanto a campo quanto em ambiente protegido, é crucial para o sucesso do produto durante a comercialização.



Figura 49. Frutos de tomate apresentando manchas esverdeadas na parte externa comercializados na rede varejista de supermercados de Ribeirão Preto (SP). Foto: Geraldo Fernandes Santos, dezembro de 2009.

7.15. Integração do horticultor com a Assistência Técnica e a Pesquisa Agronômica para produção sustentável de hortaliças

A integração entre horticultores com os engenheiros agrônomos da Pesquisa e da Assistência Técnica e Extensão Rural é fundamental para a obtenção de boas produtividades das lavouras, bem como para o retorno econômico nas atividades de produção de hortaliças (Figuras 50 e 51). Somente com o trabalho integrado dessas equipes agronômicas no campo será possível tornar realidade a sustentabilidade da horticultura em

nosso país. A Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo realiza esse trabalho há anos, com ações dos pesquisadores científicos dos Institutos de Pesquisa da APTA e dos técnicos da CATI.



Figura 50. Trabalho em equipe multidisciplinar em Dia de Campo em São José do Rio Pardo (SP), em 2007. Da esquerda para a direita, Mateus Vedovato (agricultor de cebola, beterraba e cenoura), José Maria Breda Jr. (Cooxupé - Assistência Técnica) e Sebastião Wilson Tivelli (IAC- Pesquisa).



Figura 51. Equipe de trabalho com pesquisa aplicada em hortaliças, na Área Experimental da Fundação Municipal de São José do Rio Pardo (SP) formada por técnicos da Prefeitura, Cooxupé - Núcleo Regional, IAC - Campinas e Polo Regional de Mococa em 2008, ambos da APTA/SAA.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a André Luis Trani, Pedro L. G. Abramides, Jairo Hanasiro, Edson Akira Kariya, Paulo Ferrari, Anita S. D. Gutierrez, Paulo T. Della Vecchia, Geraldo Fernandes Santos, Paulo R. Nogueira Carvalho, Mario L. Cavallaro Jr., Oliveiro Bassetto Jr., José Maria Breda Jr., Giuliana Menconi Breda, Sebastião de Lima Junior, Thiago L. Factor, Luiz Felipe V. Purquerio e Elaine B. Wutke pelo incentivo, sugestões e fotos que contribuíram para a publicação deste Boletim Técnico.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 14.935, de 26 de julho de 2024. Institui a Política Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana. **Diário Oficial Da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 162, n. 144, p. 1, 29 jul. 2024.

NICHOLS, M.; CHRISTIE, B. Hacia la sustentabilidad agrícola. **Agricultura de las Americas**, p. 4-10, 2001.

TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V. **Cultivo orgânico de hortaliças em ambiente protegido**. Informe Agropecuário, v. 45, n. 326, 2024.

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. **Fertirrigação em Hortaliças**. Campinas: Instituto Agronômico, 2004, 53 p. (Boletim Técnico IAC, 196)

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; TIVELLI, S. W.; BOVI, O. A.; PIMENTEL, E. C. **Hortaliças e Plantas Medicinais**: Manual Prático. Campinas: Instituto Agronômico, 2010, 2. ed. 72 p. (Boletim Técnico IAC, 199)

WUTKE, E. B.; TRANI, P. E.; AMBROSANO, E. J.; DRUGOWICH, M. I. **Adubação Verde no Estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, 2009. 89 p. (Boletim Técnico 249)

Instituto Agrônômico

Av. Barão de Itapura, 1.481
13020-902 - Campinas (SP) BRASIL
Fone: (19) 2137-0600

www.iac.sp.gov.br



Secretaria de
Agricultura e Abastecimento



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO SÃO TODOS