

CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA

Joanne Régis Costa
Patrícia da Costa
Jane Simoni Silveira Eidt
Valéria Sucena Hammes

Editoras Técnicas



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**



Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 11

CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA

*Joanne Régis Costa
Patricia da Costa
Jane Simoni Silveira Eidt
Valéria Sucena Hammes*

Editoras Técnicas

Embrapa
Brasília, DF
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4433
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo

Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

Coordenação técnica da Coleção ODS
Valéria Sucena Hammes
André Carlos Cau dos Santos

Comitê Local de Publicações

Presidente

Renata Bueno Miranda

Secretária-executiva

Jeanne de Oliveira Dantas

Membros

Alba Chiesse da Silva
Assunta Helena Sicoli
Ivan Sergio Freire de Sousa
Eliane Gonçalves Gomes
Cecília do Prado Pagotto
Claudete Teixeira Moreira
Marita Féres Cardillo
Roseane Pereira Villela
Wyviane Carlos Lima Vidal

Responsável pela edição

Secretaria-Geral

Coordenação editorial
Alexandre de Oliveira Barcellos
Heloiza Dias da Silva
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Wyviane Carlos Lima Vidal

Revisão de texto

Everaldo Correia da Silva Filho
Maria Cristina Ramos Jubé

Normalização bibliográfica

Iara Del Fiaco Rocha

Projeto gráfico e capa

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento das ilustrações

Paula Cristina Rodrigues Franco

1ª edição

E-book (2018)

Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa

Cidades e comunidades sustentáveis : contribuições da Embrapa / Joanne Régis Costa ... [et al.], editoras técnicas. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

PDF (88 p.) : il. color. (Objetivos de desenvolvimento sustentável / [Valéria Sucena Hammes ; André Carlos Cau dos Santos] ; 11).

ISBN 978-85-7035-791-5

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Urbanização. 3. Política de desenvolvimento. I. Costa, Joanne Régis. II. Costa, Patrícia da. III. Eidt, Jane Simoni Silveira. IV. Hammes, Valéria Sucena. V. Coleção.

CDD 338.981

Autores

Ana Cláudia Lira-Guedes

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisadora da Embrapa Amapá, Macapá, AP

André Rodrigo Farias

Geógrafo, mestre em Geografia, analista da Embrapa Territorial, Campinas, SP

Carlos Renato Marmo

Engenheiro civil, mestre em Engenharia Civil, analista da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP

Claudio Cesar de Almeida Buschinelli

Bacharel em Ecologia, doutor em Cartografia Temática, SIG e Teledetecção, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Fagoni Fayer Calegario

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Henrique Nery Cipriani

Engenheiro florestal, mestre em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

Daniel de Castro Victoria

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Geraldo Stachetti Rodrigues

Ecólogo, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Jane Simoni Silveira Eidt

Cientista social, doutora em Desenvolvimento Sustentável, pesquisadora da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Embrapa, Brasília, DF

Joanne Régis Costa

Bióloga, mestre em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Junia Rodrigues de Alencar

Economista, doutora em Economia e Empresa, pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Katia Regina Evaristo de Jesus

Bióloga, doutora em Biotecnologia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Luciôla Alves Magalhães

Geóloga, doutora em Ciências, analista da Embrapa Territorial, Campinas, SP

Lucimara Aparecida Forato

Química, doutora em Físico-Química, pesquisadora da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP

Maria Consolacion Fernandez Villafañe Udry

Economista, doutora em Desenvolvimento Sustentável, analista da Secretaria de Inovação e Negócios, Embrapa, Brasília, DF

Marcelino Carneiro Guedes

Engenheiro florestal, doutor em Recursos Florestais, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Patrícia Goulart Bustamante

Engenheira-agrônoma, doutora em Bioquímica, pesquisadora da Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa, Brasília, DF

Patricia da Costa

Bióloga, mestre em Ciências do Solo, pesquisadora da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR

Valéria Sucena Hammes

Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Agrícola, pesquisadora da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Embrapa, Brasília, DF

Apresentação

A Agenda 2030, lançada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, é poderosa e mobilizadora. Seus 17 objetivos e 169 metas buscam identificar problemas e superar desafios que têm eco em todos os países do mundo. Por serem interdependentes e indivisíveis, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) demonstram com clareza, para quem se debruça sobre eles, o que é a busca por sustentabilidade.

Refletir e agir sobre essa Agenda é uma obrigação e uma oportunidade para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A busca incessante por uma agricultura sustentável está no cerne de uma instituição dedicada à pesquisa e à inovação agropecuária. E a agricultura sustentável é um dos temas mais transversais aos 17 objetivos. Esta coleção de e-books, um para cada ODS, ajuda a sociedade a perceber a importância da agricultura e da alimentação para cinco dimensões prioritárias – pessoas, planeta, prosperidade, paz e parcerias –, os chamados 5 Ps da Agenda 2030.

A coleção é parte do esforço para disseminar a Agenda 2030 na Instituição, ao mesmo tempo em que apresenta para a sociedade global algumas contribuições disponibilizadas pela Embrapa e parceiros com potencial para impactar as realidades expressas nos ODS. Conhecimentos, práticas, tecnologias, modelos, processos e serviços que já estão disponíveis podem ser utilizados e replicados em outros contextos a fim de apoiar o alcance das metas e o avanço dos indicadores da Agenda.

O conteúdo apresentado é uma amostra das soluções geradas pela pesquisa agropecuária na visão da Embrapa, embora nada do que tenha sido compilado nestes e-books seja fruto do trabalho de uma só instituição. Todos fazem parte do que está compilado aqui – parceiros nas universidades, nos institutos de pesquisa, nas organizações estaduais de pesquisa agropecuária, nos órgãos de assistência técnica e extensão rural, no Legislativo, no setor produtivo agrícola e industrial, nas agências de fomento à pesquisa, nos órgãos federais, estaduais e municipais.

Esta coleção de e-books é fruto de um trabalho colaborativo em rede, a Rede ODS Embrapa, que envolveu, por um período de 6 meses, cerca de 400 pessoas, entre editores, autores, revisores e grupo de suporte. O objetivo desse trabalho inicial foi demonstrar, na visão da Embrapa, como a pesquisa agropecuária pode contribuir para o cumprimento dos ODS.

É um exemplo de produção coletiva e de um modo de atuação que deve se tornar cada vez mais presente na vida das organizações, nas relações entre público, privado e sociedade civil. Como tal, a obra traz uma diversidade de visões sobre o potencial de contribuições para diferentes objetivos e suas interfaces. A visão não é homogênea, por vezes pode ser conflitante, assim como a visão da sociedade sobre seus problemas e respectivas soluções, riqueza captada e refletida na construção da Agenda 2030.

Estes são apenas os primeiros passos na trajetória resoluta que a Embrapa e as instituições parceiras desenham na direção do futuro que queremos.

Maurício Antônio Lopes
Presidente da Embrapa

Prefácio

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma agenda pensada durante a *Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável*, em 2015, composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030. É um acordo universal para fazer mudanças com sustentabilidade, como: erradicar a pobreza, conservar o planeta e ter uma vida pacífica e próspera. Os ODS têm como base os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs), buscando completá-los, integrar as atividades e ampliá-las para responder aos novos desafios.

O ODS 11 trata de cidades e comunidades sustentáveis, diante da urgente necessidade de transformar o modo como se dá a ocupação antrópica, pelo uso, pela construção e pelo gerenciamento dos espaços urbanos e periurbanos, e sua relação com os espaços rurais. Este ODS tem como foco tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Este e-book discorre acerca das contribuições da Embrapa relacionadas às metas que tratam do ODS 11, partindo do princípio de que as cidades, no contexto de uma agenda de sustentabilidade, não podem ser vistas como pontos no mapa, mas devem ser entendidas a partir de sua interação com as demais áreas ou regiões com as quais estabelecem interações.

São apresentadas tecnologias e outras ações que podem contribuir com o ODS 11, que tratam do planejamento e da gestão territorial, dos serviços básicos, da preservação do patrimônio cultural e natural mundial e da redução do risco de desastres.

Aborda-se, em cinco capítulos, o conjunto de esforços da Embrapa para contribuir para a segurança alimentar e para a resiliência das áreas urbanas e rurais, adotando uma atuação preventiva e corretiva, frente aos desafios para uma urbanização sustentável.

Editoras Técnicas

Sumário

Capítulo 1

- 11** Urbanização: perspectivas e tendências

Capítulo 2

- 19** Desafios para uma urbanização sustentável

Capítulo 3

- 35** Inteligência territorial: planejamento, gestão e sistemas de apoio às decisões estratégicas

Capítulo 4

- 73** Patrimônio cultural e natural do Brasil

Capítulo 5

- 85** Avanços e desafios futuros

Capítulo 3

Inteligência territorial: planejamento, gestão e sistemas de apoio às decisões estratégicas

Joanne Régis Costa

Junia Rodrigues de Alencar

Patricia da Costa

Valéria Sucena Hammes

Daniel de Castro Victoria

Katia Regina Evaristo de Jesus

Henrique Nery Cipriani

Claudio Cesar de Almeida Buschinelli

Fagoni Fayer Calegario

Geraldo Stachetti Rodrigues

Lucíola Alves Magalhães

Carlos Renato Marmo

Ana Cláudia Lira-Guedes

Marcelino Carneiro Guedes

Lucimara Aparecida Forato

Introdução

O planejamento e a gestão territorial são fundamentais para a construção de um projeto de desenvolvimento sustentável. As comunidades urbanas e rurais apoiadas em processos contínuos de planejamento e gestão participativos adquirem resiliência para superar as ameaças e aproveitar as oportunidades.

Entende-se por território como “o limite espacial dentro do qual o Estado exerce de modo efetivo e exclusivo o poder de império sobre pessoas e bens” (Silva, 2001, p. 120). Também se pode definir território como

[...] porção do espaço geográfico onde são projetadas relações de poder, que geram uma apropriação e um controle sobre este espaço, independentemente se ele é ou não territorializado por um ou mais agentes (Magdaleno, 2005, p. 119).

Gestão do território é a prática estratégica que faz uso das ferramentas científicas e tecnológicas, do poder controlador, nas escalas espacial e temporal, da coerência das

decisões e ações para alcançar um objetivo e que expressa, equitativamente, a nova racionalidade e a tentativa de ordenar o caos. A gestão do território deve, necessariamente, passar pelo entendimento e interpretação dos fatores sociais, políticos, econômicos e, na atualidade, dos fatores ambientais, para uma postura equilibrada, sem relegar os aspectos fundamentais do lugar. Não se pode mais dissociar a natureza dos processos sociais e econômicos; essa dicotomia deve ser abolida (Tommaselli, 2012).

Nesse sentido, a atuação da Embrapa tem sido direcionada, além da geração de soluções tecnológicas, à construção de subsídios para o planejamento e gestão territorial, a fim de melhorar a qualidade de vida no meio rural ou na relação rural-urbana.

A seguir, são apresentadas as principais contribuições da Embrapa para a concretização das metas 11.1, 11.3, 11.6, 11.A e 11.B ([Tabela 1 do Capítulo 1](#)).

Inteligência territorial estratégica

A inteligência territorial compreende um território em sua totalidade e permite o planejamento e a gestão de ações integradas com vistas ao seu desenvolvimento.

Nesse cenário, a colaboração da Embrapa se dá por meio de conhecimentos, tais como sistemas de apoio às decisões, softwares, aplicativos, modelos agrícolas e hidrológicos, soluções tecnológicas para produção de alimentos, instrumentos e plataformas de monitoramento. Isso tem importância estratégica para todos os setores da sociedade, seja no espaço urbano ou no rural.

A Empresa possui a Unidade Descentralizada Embrapa Territorial (Campinas, SP) que atua fornecendo dados e informações sobre o território nacional, para fortalecer ações de governança e gestão pública e privada das cadeias produtivas da agricultura e antecipar os desafios futuros, com inteligência territorial. Ademais, todas as Unidades contribuem com conhecimentos direcionados para o desenvolvimento com sustentabilidade.

As informações disponíveis nos bancos de dados do Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (Gite) permitem sínteses e diagnósticos para qualquer estado ou região brasileira e considera cinco dimensões: o quadro natural, o agrário, o agrícola, o de infraestrutura e o socioeconômico. Os serviços do Gite têm colaborado com o planejamento, a aplicação, o monitoramento de ações, a avaliação de políticas e investimentos públicos e privados, em diversas cadeias produtivas e regiões geoeconômicas. Tais informações são utilizadas pelos governos para rea-

lização de ações concretas em níveis municipal, estadual e federal. A seguir, são apresentados alguns destaques da atuação do Gite.

Em 2015, o Gite entregou ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) um mapeamento da distribuição nacional de assentamentos rurais. O produto foi solicitado pela Secretaria de Integração e Mobilidade Social do ministério e assinalou a área de abrangência e o número total de famílias dos assentamentos, considerando as regiões, os estados e seu período de criação. A base de dados, fornecida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), compreende 9.255 assentamentos distribuídos em 88 milhões de hectares, que beneficiam quase 1 milhão de famílias. O levantamento da Embrapa aponta que os assentamentos estão presentes em todos os estados brasileiros, além do Distrito Federal. Foram confeccionados mapas com a distribuição dos assentamentos por estados e regiões. O mapeamento mostrou que a região Nordeste possui o maior número absoluto de assentamentos (46%), mas, no tocante à área ocupada, é a região Norte que sobressai (76%), assim como no número de famílias assentadas (44%).

Recentemente, o Gite concluiu a atualização das bases de dados tabulares e vetoriais das terras legalmente atribuídas no Brasil, as quais incluem as unidades de conservação terrestres, as terras indígenas, os assentamentos da reforma agrária, as comunidades quilombolas e as áreas militares com florestas públicas. Com a atualização, os resultados apontam para um total de 315.924.844 de hectares de terras atribuídas no Brasil (37,1% do território nacional), descontadas as sobreposições (50.518.987 de hectares).

O sistema mostrou também que a região do Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) tem 73,2 milhões de hectares e 20% dessas áreas são atribuídas como Reserva Legal.

As áreas preservadas são o foco das mais recentes pesquisas desenvolvidas pelo Gite, com base nos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Os dados analisados são provenientes das declarações e mapas cadastrados pelos agricultores no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR) – sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA). A base de dados do SiCAR foi integrada ao Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (Site) da Embrapa, possibilitando o cruzamento com outras bases de dados. De posse deles, o Gite começou um trabalho de análises comparativas entre as áreas protegidas e as preservadas nos estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso, São Paulo, Rondônia e Maranhão.

O Gite usa a Inteligência Territorial Estratégica (ITE), um conjunto de ferramentas e métodos aplicados para a compreensão de um território em sua totalidade, por meio da integração de informações provenientes de diferentes fontes. Essas informações integradas servem para apoiar a tomada de decisão para o desenvolvimento territorial. É um instrumento fundamental do Gite para o planejamento da inovação da pesquisa agropecuária.

O Gite estruturou os Sistemas de Inteligência Territorial Estratégica (Sites), nos quais estão reunidos acervos de dados numéricos, iconográficos e cartográficos, integrados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) apoiados em bancos de dados espaciais. No tocante à cartografia, eles atendem às normativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (Inde).

Os dados são oriundos de diversas instituições públicas e, em geral, estão organizados em cinco dimensões: o quadro natural, agrário, agrícola, socioeconômico e o de infraestrutura (Figura 1). Estas cinco dimensões são compostas por diversos planos de informação, obtidos ou gerados. Essa visão integrada e multifatorial favorece a contextualização e a análise integrada das situações territoriais e a geração de cenários evolutivos.

Os Sites podem ser utilizados para entender as transformações das regiões. Um exemplo dessa aplicação é o trabalho desenvolvido para ajudar a recuperação dos rebanhos de caprinos e ovinos no Semiárido nordestino após o ciclo de seca. O estudo, solicitado pelo Mapa, analisou a concentração da produção e a densidade do rebanho nas microrregiões e, a partir daí, indicou aquelas que eram prioritárias tendo em vista a otimização dos recursos a serem empregados e que teriam maior impacto econômico e retorno social.

A Embrapa tem recebido uma grande solicitação das informações mencionadas acima por parte de instituições públicas e privadas.

As [informações geradas pelo Gite](#) contribuem para incrementar a capacidade de planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos.

Planejamento participativo em nível de comunidades

A ocupação e o uso do espaço brasileiro ocorreram, geralmente, sem planejamento. Essa falta de planejamento adequado impacta de forma negativa o espaço rural e as cidades adjacentes e vice-versa.

Sistemas de Inteligência Territorial Estratégica (Sites)

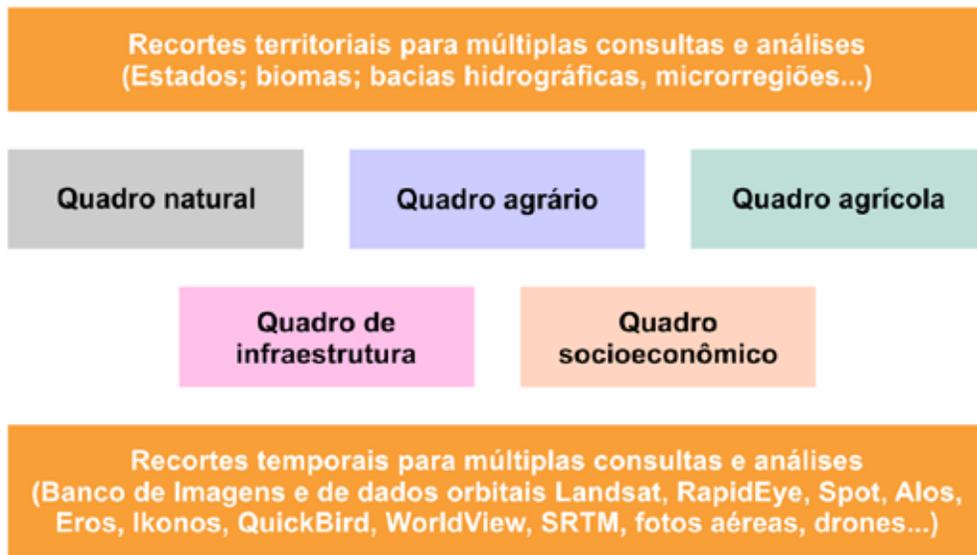


Figura 1. Principais dimensões temáticas e recortes territoriais e temporais estruturados nos sistemas de inteligência desenvolvidos pelo Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (Gite).

Fonte: Embrapa (2017).

Nesse cenário, é importante trabalhar métodos que sejam capazes de auxiliar as comunidades a desenvolverem visão sistêmica e senso crítico, reduzindo conflitos e impactos ambientais e viabilizando ações de interesse comum, fundamentais na gestão de unidades de microbacias hidrográficas, com maior participação na gestão e governança de organização de grupos, associações, etc.

Método PGMacro

Planejamento e gestão a partir da macroeducação (PGMacro) sistematiza processos participativos para organizar os atores sociais na obtenção de resultados de interesse comum. Desenvolvido no contexto da Embrapa, sistematiza um processo sequenciado de oficinas e reuniões como oportunidades para que todos se manifestem e participem da construção do conhecimento sobre a releitura da realidade local e apontando a corresponsabilidade de todos para a obtenção de bons resultados, incentivando e fortalecendo a cooperação e a inovação, além do trabalho sinérgico intra e interinstitucional. O método requer um moderador para manter o diálogo entre comunidades, organizações públicas, privadas e da

sociedade civil e para manter o alinhamento e foco nas estratégias de futuro pactuadas, tais como o desenvolvimento e adoção de soluções tecnológicas, políticas públicas ou organizacionais, só possíveis e viáveis pela ampla participação da comunidade. Outra característica é o envolvimento multinível do grupo-alvo, o que muitas vezes requer a formação de agentes multiplicadores.

O [método PGMacro](#) foi utilizado com sucesso em inúmeras ações de planejamento, dentre elas, se destaca o Plano Diretor de Atibaia, SP, em 2006, ação utilizada como recurso metodológico para envolver as comunidades rural e urbana de forma integrada para planejar o futuro do setor agropecuário daquela cidade. Com a crise no setor agropecuário local e o aumento do valor da “terra nua” pelo setor imobiliário, havia o risco de favelização pelo possível êxodo rural. O trabalho realizado apresentou a agricultura local como uma solução de uso e ocupação territorial, considerando o desenvolvimento rural como uma das diretrizes de desenvolvimento social e estabelecendo uma política ambiental a partir da qual estimulou ações de fortalecimento do setor agrícola, sem danos ambientais (Brasil, 2012).

Planejamento para gestão de propriedades agrícolas

O planejamento é fundamental para uma gestão adequada da propriedade agrícola. O método desenvolvido pela Embrapa Amazônia Ocidental considera o manejo atual da propriedade, o histórico da área, os aspectos socioeconômicos e ambientais da propriedade e da comunidade em que tal propriedade está inserida, bem como sua relação com o mercado. O planejamento é feito com a família, em travessias nas propriedades agrícolas, conversas formais (formulário) e informais. Os objetivos das famílias, assim como os problemas identificados são organizados por ordem de prioridade, a fim de trabalhar de imediato as questões mais graves ou urgentes. A propriedade agrícola é vista como um todo, uma vez que existem vários sistemas (floresta, capoeiras, cultivos anuais, cultivos perenes, etc.), o que pode levar a recomendações de alternativas diferentes em objetivos, superfície, composição, arranjo e manejo. Essa ferramenta possibilita um planejamento do imóvel para a recuperação de áreas degradadas e a conservação dos recursos naturais, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental, com geração de renda.

Além disso, é elaborada uma programação de cursos, palestras, rodas de conversa, visitas técnicas e dias de campo. Dessa forma, investe-se no desenvolvimento das capacidades para chegar à autonomia e, assim, garantir a sustentabilidade das ações.

O método foi reconhecido como uma Boa Prática de Educação Ambiental para a Agricultura Familiar pelo MMA, e o projeto vinculado foi considerado referência do bioma Amazônia (Brasil, 2012). Em 2011, o reconhecimento do trabalho veio por meio da seleção da Associação Agrícola do Ramal do Pau Rosa (Assagrir), parceira do projeto como finalista do Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social. O prêmio conta com o patrocínio da Petrobras e parceria do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCTIC), da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) e da KPMG Auditores Independentes.

O método apresentado contribui para a gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos rurais, para a eficiência dos recursos e para mitigação de impactos ambientais negativos diretos no espaço rural que afetam indiretamente as cidades adjacentes.

Gestão territorial

A tomada de decisão para uma gestão sustentável deve ser feita partindo-se de dados e informações confiáveis, precisas e atuais e considerar questões econômicas, sociais e ambientais.

Modelos agrícolas e hidrológicos, mapeamento de áreas agrícolas e integração de dados espaciais para gestão

Modelos de simulação são boas ferramentas para obtenção de informações e podem ser utilizados para a avaliação de diferentes cenários, auxiliando na tomada de decisão. A Embrapa tem experiência no uso de modelos de simulação para avaliar os efeitos de diferentes tecnologias ou condições ambientais, seja na produção agropecuária ou na disponibilidade de recursos naturais. Como exemplos, citam-se: a) o uso de modelos agrometeorológicos para a identificação das melhores épocas de plantio, utilizado para embasar a política agrícola por meio do [Zoneamento Agrícola de Risco Climático](#); b) o uso de modelos de crescimento de culturas para avaliar o potencial de produção agrícola, sob diferentes aspectos climáticos (Cuadra et al., 2015; Silva et al., 2015a), e o conseqüente impacto na oferta de alimentos; c) o uso de modelos hidrológicos que permitem avaliar os impactos de mudanças de uso/cobertura na disponibilidade dos recursos hídricos imprescindíveis para a sustentabilidade das áreas urbanas (Seminário da Rede Agrohidro, 2016).

A identificação das áreas agrícolas e a consequente dinâmica do uso e cobertura das terras também têm impacto direto na qualidade de vida das populações urbana e rural. A supressão de áreas nativas e a utilização da água pela agricultura afetam o ciclo hidrológico, podendo gerar conflitos pelo uso da água em ambientes urbanos. A conversão de habitat naturais e o crescimento desordenado dos centros urbanos também causam impactos negativos às populações. A Embrapa possui experiência no mapeamento do uso e cobertura das terras, em especial relacionado às áreas agrícolas e toda a dinâmica de expansão associada a esse uso da terra (Victoria et al., 2012; Kastens et al., 2017).

Também é imprescindível que os dados e informações utilizados sejam compatíveis, permitindo ao gestor uma avaliação integrada da situação atual e de possíveis consequências. Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) permitem realizar análises integradas de dados espaciais de diferentes temas, desde que esses apresentem localização no espaço. O uso de tais sistemas é amplamente difundido e utilizado pela Embrapa em seus projetos de pesquisa. Porém, parte fundamental do uso dos SIGs diz respeito à obtenção dos dados. Nessa frente, por meio da iniciativa do projeto GeoInfo (Drucker et al., 2017), a empresa vem atuando para disponibilizar os dados espaciais, gerados pelos projetos de pesquisa, seguindo as normas e padrões estabelecidos pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – Inde (Comissão Nacional de Cartografia, 2010). Assim, por intermédio do uso de protocolos de comunicação amplamente difundidos e preconizados pela Inde, a população em geral e os tomadores de decisão podem ter fácil acesso a uma gama de dados espaciais gerados pela Embrapa, incluindo análises espaciais oriundas de modelos que visam avaliar as condições atuais dos recursos naturais e os impactos que possam ser causados pelas alterações nos padrões climáticos ou nas condições de uso e cobertura das terras.

Plano de gestão ambiental da pequena propriedade rural

A Embrapa Meio Ambiente criou uma ferramenta para avaliação quantitativa dos impactos socioambientais de atividades rurais na escala da propriedade, o que contribui para a gestão adequada, eliminação ou mitigação de impactos ambientais, julgando ser este o âmbito mais real das transformações da paisagem para obtenção de ganhos econômicos. Foram integrados indicadores sociais, econômicos e ambientais para medir o desempenho da atividade produtiva frente a critérios de sustentabilidade (Rodrigues et al., 2003). A ferramenta permite, ainda, avaliar os impactos das inovações tecnológicas agropecuárias no âmbito do território, quando aplicada em painéis, reunindo especialistas, técnicos e agentes

de desenvolvimento, auxiliando na formulação de políticas públicas (Rodrigues; Rodrigues, 2007). Porém, o foco principal é auxiliar os produtores a se prepararem para a certificação de qualidade de produtos e processos, quando se inicia uma nova atividade ou manejo.

Esse foi o caso de pequenos produtores da região de Atibaia, SP, os quais decidiram aderir ao Programa de Produção Integrada de Morango (PIMo), que faz parte da Produção Integrada Agropecuária (PI Brasil), coordenada pelo Mapa, que oferece o Selo Brasil Certificado, após a comprovação de adequação às normas técnicas mediante auditoria de terceira parte. Vale destacar que a região é tradicional no cultivo de morango e a atividade vinha se tornando decadente, levando à estagnação da produção e desânimo dos agricultores, cujos filhos migravam para as cidades em busca de melhores condições econômicas.

Após o treinamento de responsáveis técnicos e auditores, seis produtores foram acompanhados e avaliados na safra de 2011 pelo Sistema Ambitec-Agro Módulo PGA (Plano de Gestão Ambiental) da PIMo, recebendo ao final um documento com as recomendações de melhoria no processo produtivo (Buschinelli et al., 2016). Todos os produtores foram certificados pelo Selo Brasil Certificado, com a chancela do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), o qual permite, além da rastreabilidade do produto, preço diferenciado da produção e conquista de nichos de mercado de uma fruta de consumo in natura que vem sendo declarada como uma das campeãs na presença de resíduos de agrotóxicos, fato inexistente na PIMo.

A iniciativa motivou outros produtores da região a entrarem no programa, e atualmente somam dez propriedades parceiras prestes a receberem a certificação.

Gestão integrada de resíduos

Toda atividade econômica, seja rural ou urbana, gera resíduos que podem ser definidos como materiais descartados (sólidos, líquidos ou gasosos) que não possuem serventia para quem os gerou, mas podem ser reciclados ou aproveitados em outra atividade (Consumo sustentável, 2005). Os resíduos são um dos principais problemas ambientais do Brasil, sendo que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contempla a redução da geração, o aproveitamento e a gestão regionalizada dos resíduos como forma de reduzir a poluição, estimular a economia e dar mais sustentabilidade às atividades econômicas no Brasil. Um dos desafios na gestão de resíduos é ligar as regiões produtoras às regiões consumidoras, que muitas vezes se encontram distantes umas das outras, o que encarece o gerencia-

mento e desestimula o reaproveitamento e a reciclagem. A zona rural é grande geradora de resíduos, tanto orgânicos como inorgânicos (Fessenden, 2015), que podem ser reciclados ou reaproveitados na cidade. Da mesma forma, os resíduos urbanos orgânicos, que representam mais de 50% dos resíduos gerados nas cidades (Brasil, 2017), ou mesmo os inorgânicos, têm grande potencial de aplicação no campo (Pires; Mattiazzo, 2008).

Nesse contexto, as pesquisas e ações de transferência de tecnologias da Embrapa são altamente relevantes, abrangendo desde técnicas de compostagem dos resíduos (Teixeira et al., 2002), passando pelo uso de resíduos urbanos nas lavouras, como o lodo de esgoto (Silva et al., 2004), a biodigestores para geração de energia (Oliveira, 2005), que pode ser aproveitada no campo e na cidade.

Há também as tecnologias de produção de fertilizantes organominerais (Santos, 2016) e biocarvão (Farias et al., 2017) que utilizam resíduos em sua fabricação. Ressalta-se que grande parte dos resíduos agrícolas pode virar energia pela combustão ou ser aplicada diretamente no solo para melhorar sua fertilidade, o que também pode gerar renda (Nigussie et al., 2015). Transformar os resíduos em produtos comercializáveis pode estimular o descarte adequado e minimizar os impactos da dificuldade logística, contribuindo para a sustentabilidade dos municípios.

Outro exemplo de aproveitamento de resíduos é o uso daqueles gerados pela construção civil e que foram empregados para a correção do pH do solo, graças ao calcário estar presente em tal resíduo (Lasso et al., 2013).

Ademais, a Embrapa trabalha no desenvolvimento de novos materiais a partir de celulose e resíduos da produção agrícola; pesquisa de enzimas que decompõem a celulose visando à produção de etanol de segunda geração.

Agricultura urbana e periurbana

As cidades são altamente dependentes dos alimentos produzidos no campo. Porém, essa realidade vem sofrendo mudanças, embora em pequena escala, com a produção de alimentos pela agricultura realizada nas cidades e nas zonas próximas a elas.

A Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) é uma atividade multifuncional de produção de produtos agrícolas (Melo, 2016), sendo importante atividade a ser considerada pela gestão territorial. Segundo Pires (2016), a agricultura urbana

tem acontecido e proporcionado mudanças no panorama das cidades, sendo realizada geralmente em pequenas áreas e destinada, sobretudo, para consumo próprio, ou para a venda em pequena escala, em mercados locais. Praticam-se principalmente em quintais, em terraços ou pátios, ou ainda em hortas urbanas, espaços comunitários ou espaços públicos.

A agricultura urbana produz de 15% a 20% do abastecimento de alimentos do mundo e pode desempenhar um papel importante na realização da segurança alimentar global (Corbould, 2013). As áreas ociosas são usadas para promover o plantio de hortaliças, ervas medicinais e aromáticas, plantas ornamentais, criação de pequenos animais e instalação de microagroindústrias (Valent et al., 2017).

Segundo o Comitê de Agricultura da Organização (Coag) das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a agricultura no meio urbano pode contribuir significativamente para aumentar a quantidade de alimentos disponíveis, otimizar a oferta de alimentos frescos, oferecer oportunidades de geração de ocupação e renda, ampliar a segurança alimentar, seja pelos alimentos que possa produzir, seja por – mediante a geração de renda – possibilitar a aquisição dos não produzidos (FAO, 1999).

À medida que a agricultura urbana se desenvolve, maior é a necessidade de se estabelecer objetivos com essa agricultura, assim como estabelecer regras para evitar os possíveis problemas que podem ser ocasionados com o manejo inadequado de produções agrícolas ou pecuárias dentro da zona urbana (Pessoa, 2005).

A Embrapa, embora pontualmente, tem contribuído para a AUP ao realizar capacitações e algumas pesquisas nessa área, assim como a realização de eventos e a participação em fóruns para discussão sobre a temática. A seguir, apresentamos algumas ações realizadas pela Embrapa, de forma pontual, para ajudar a promover a AUP e combater a fome nas cidades.

Sistema Filho

O Sistema Filho é um sistema de produção vegetal integrado de frutas, grãos e hortaliças em consórcios irrigados, versátil e eficiente agronomicamente, indicado para a produção intensiva em pequenas áreas. O sistema foi desenvolvido pela Embrapa Cerrados, em parceria com a Embrapa Hortaliças. O nome do sistema faz referência às iniciais das palavras Fruticultura Integrada, com Lavouras e Hortaliças. Os cultivos de ciclo rápido como hortaliças e grãos são implantados imediatamente após o plantio das fruteiras. Com o uso de irrigação, é possível produzir

até cinco safras de hortaliças e grãos, nos primeiros 2 anos após a instalação do pomar, o que leva ao uso eficiente do solo, água, luz solar, fertilizantes, matérias-primas e mão de obra (Guimarães; Madeira, 2017).

Quintal produtivo

Trata-se de uma iniciativa realizada na zona urbana e periurbana de Belém, pela Embrapa Amazônia Oriental, a qual visou enriquecer os quintais com plantas frutíferas desenvolvidas pela Embrapa. Foram realizados cursos e palestras, acompanhamentos dos plantios, distribuição de cartilhas (Figura 2) e pôlderes, bem como levantamentos socioeconômicos e ambientais.

A introdução de cultivares melhoradas e de técnicas de cultivo racional, em áreas urbanas, contribuiu diretamente na melhoria da qualidade de vida das famílias (Silva, 2007), com o aumento na disponibilidade de alimentos.

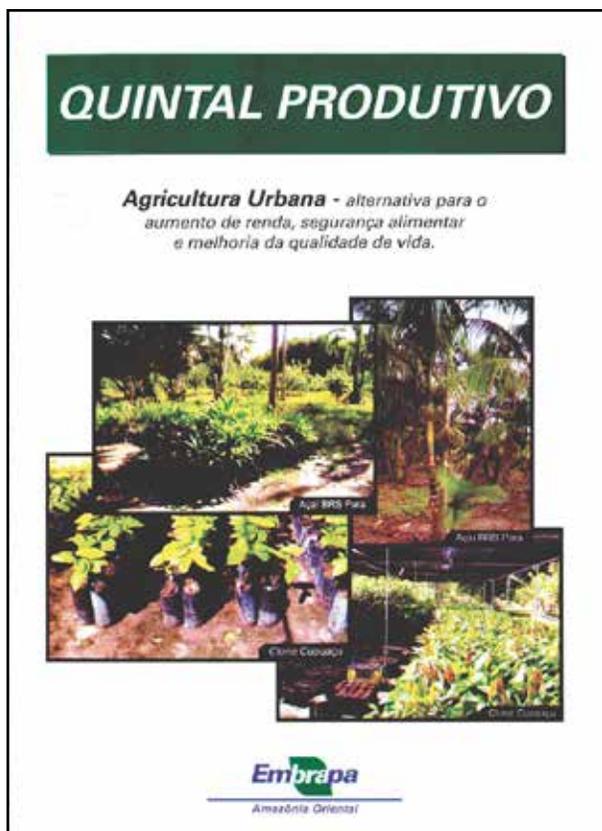


Figura 2. Cartilha da Embrapa com informações sobre manejo de plantas frutíferas.

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental (2007).

Horta em pequenos espaços

Dividido em quatro capítulos, o livro *Horta em pequenos espaços* (Clemente; Haber, 2012) (Figura 3) aborda os conhecimentos básicos que auxiliam nas etapas de plantio, condução e manutenção de hortas em espaços urbanos reduzidos, informando de maneira simples como interagem os diferentes fatores associados à produção de hortaliças, como água, planta, solo e luz. A obra aborda ainda os nutrientes presentes nas hortaliças e como eles podem contribuir para uma vida mais saudável (Clemente; Haber, 2012).

Consórcio de milho e mucuna em área de agricultura urbana

Na agricultura urbana as áreas são geralmente pequenas e exploradas intensivamente, podendo gerar exaustão do solo e abandono da atividade. A adubação verde na forma de consórcio é uma prática promissora para hortas urbanas, pois

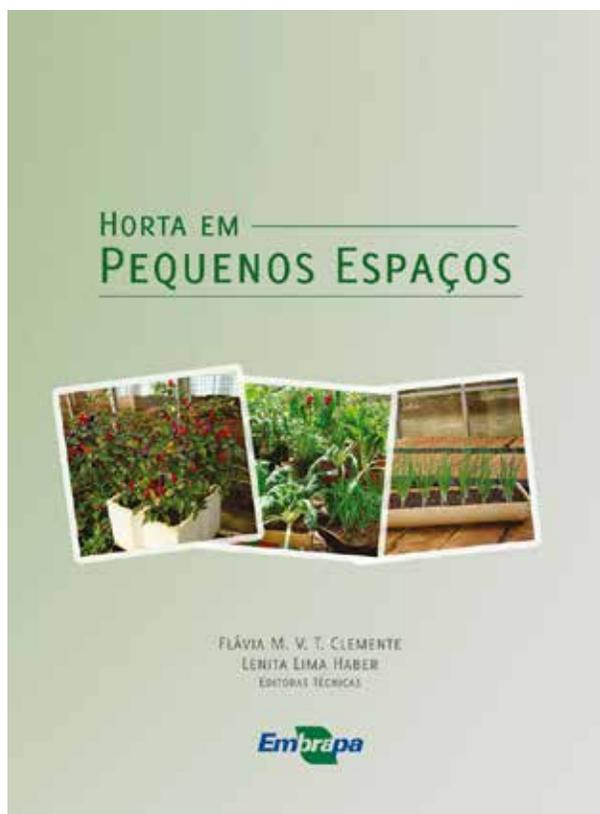


Figura 3. Livro lançado pela Embrapa Hortaliças com informações sobre plantios e manejo de hortas.

Fonte: Clemente e Haber (2012).

apresenta baixo custo e promove a melhoria da capacidade produtiva do solo. Esse trabalho objetivou introduzi-la em uma horta comunitária urbana no município de Santo Antônio do Descoberto, GO, e avaliar as condições do solo antes e depois de sua utilização. Na horta, 18 famílias cultivavam cada uma um lote de 300 m². Destas, sete adotaram o consórcio. A mucuna-anã foi semeada 15 dias após o plantio do milho, nas entrelinhas. O milho foi colhido aos 90 dias. Dez dias depois, a fitomassa da mucuna foi cortada e mantida sobre o solo com a palhada do milho por mais 10 dias, sendo incorporada uma semana depois. Fertilidade, densidade do solo e resistência à penetração foram avaliadas em análises anteriores e posteriores (uma semana) à incorporação. A adubação verde reduziu a densidade do solo e a resistência à penetração, aumentou os teores de Ca e Mg trocáveis, a soma de bases e a capacidade de troca de cátions efetiva, além do teor S disponível (Alcântara et al., 2005).

Recomendações para o controle de pragas em hortas urbanas

A Embrapa Hortaliças publicou uma Circular Técnica com recomendações sobre pragas que atacam hortas urbanas e métodos de controle dessas pragas, com foco no uso de práticas culturais (Figura 4) e de defensivos alternativos pouco agressivos ao ambiente e de baixa toxicidade ao ser humano (Michereff Filho et al., 2009).

Sistemas de apoio às decisões de gestão estratégica

Sistemas de apoio às decisões de gestão estratégica incluem sistemas, ferramentas e técnicas responsáveis pela captura e elaboração das informações dentro de uma base de dados que subsidiam tomadores de decisão. Agregam valor à decisão, aumentam a precisão, diminuem o tempo e melhoram a qualidade da decisão.

Sistema INOVA-tec de avaliação de impacto de inovações tecnológicas

As externalidades provocadas pelas atividades produtivas para atender às necessidades de consumo podem impactar negativamente o meio ambiente natural, exigindo novas abordagens nos processos decisórios das organizações, entre elas, a incorporação de inovações que propiciem redução dos impactos ambientais e a adoção de modelos que avaliem, de forma abrangente, integrada e em diferentes perspectivas, o desempenho geral dessas inovações (Jesus et al., 2015).

O [software INOVA-tec System](#), desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, auxilia a avaliação do cenário no qual uma tecnologia é empregada e faz uma



Figura 4. Atividades da Embrapa Hortaliças com agricultura urbana (A) e estudantes aprendendo sobre hortaliças e o trabalho da Embrapa (B), Brasília, DF.

avaliação dos impactos do emprego da tecnologia no campo. Ao final são apresentadas sugestões para otimizar o uso da tecnologia e gerenciar o seu impacto em cada uma das dimensões analisadas (Jesus-Hitzschky, 2007).

O INOVA-tec System apresenta 57 indicadores de impactos divididos em tópicos de análise e agrupados em sete dimensões: ambiental, social, econômica, capacitação de recursos humanos, desenvolvimento institucional, introdução da inovação, ocorrências indesejadas. No INOVA-tec System, o avaliador deve selecionar os indicadores mais alinhados com sua tecnologia e também inserir indicadores mais específicos, esses serão parametrizados na avaliação, permitindo assim a avaliação caso a caso.

Essa metodologia permite a avaliação da inovação por meio das seguintes ferramentas: planilha de análise do cenário da inovação, que fornece o índice de significância; e o Índice de Magnitude, que organiza os indicadores de impacto de acordo com o foco da dimensão, permitindo ao usuário inserir os valores do nível de importância ou magnitude desses parâmetros. Os indicadores de impacto estão agrupados nas dimensões: A: Ambiental, B: Desenvolvimento Institucional, C: Capacitação, D: Econômica, E: Social, F: Introdução da Inovação, G: Ocorrências Inesperadas e H: Indicadores Específicos; estes últimos devem ser inseridos pelo usuário, com vistas a permitir a avaliação caso a caso da tecnologia. Com o emprego da metodologia e do software INOVA-tec System, é possível atribuir os pesos aos fatores de moderação para cada um dos indicadores dentro das planilhas e os resultados (os índices de significância e magnitude) são calculados e apresentados, automaticamente, na Matriz de Avaliação. Com o emprego do software, esses resultados são também apresentados no formato de tabelas, matrizes, gráficos e no relatório conclusivo.

O emprego do INOVA-tec System trouxe novas e importantes informações que permitiram uma análise global e sistêmica de diversas tecnologias empregadas no campo. Ao correlacionar os resultados apurados nas duas variáveis utilizadas para avaliar o impacto geral da inovação, que são o índice de significância e o índice de magnitude, o sistema permite ainda identificar se existe uma subutilização do potencial técnico da inovação, que se encontra em um cenário propício para a sua disseminação no mercado, mas com um baixo desempenho global dos indicadores estudados, o que demanda ações corretivas internas e externas à unidade produtiva.

Nesse sentido, a experiência acumulada com o emprego do INOVA-tec tem tornado evidente a necessidade que as empresas e unidades produtivas agrícolas

instituíam uma função específica para a gestão ambiental com responsabilidades claramente definidas. Como benefícios dessa ação, destacam-se: a) o valor estratégico que a sustentabilidade propicia ao negócio; b) a evolução para uma postura ambiental proativa, inclusive disponibilizando à sociedade os resultados das suas práticas socioambientais; c) a maior competitividade da empresa, tanto no mercado interno quanto no externo; d) a ampliação do alcance social da inovação, uma vez que a seleção/desenvolvimento de fornecedores reduz a possibilidade de se comprar insumos e matéria-prima de fornecedores que adotem práticas insustentáveis, por exemplo, empregando mão de obra infantil, manejo inadequado do solo, uso indiscriminado de pesticidas agrícolas, etc.

Sistema de Monitoramento Agrometeorológico

O Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo) é um sistema de monitoramento climatológico e meteorológico desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária que produz e permite o acesso, via internet, às informações de interesse para a agricultura. Fornece boletins e mapas com informações sobre estiagem agrícola, precipitação acumulada, tratamentos fitossanitários, necessidade de irrigação, condições de manejo do solo e de aplicação de defensivos agrícolas. A principal inovação de processo oferecida pelo Agritempo se refere à automação de tarefas, permitida pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), tornando o sistema totalmente automático e independente de ação humana. Todo o processo de recebimento de dados, sua incorporação na base de dados, a construção de mapas, ocorre automaticamente utilizando-se do software Surfer, sendo realizado pelo sistema sem a intervenção humana. Isso proporciona maior rapidez e precisão e oferece mais qualidade à própria base de dados, uma vez que o sistema efetua automaticamente alguns testes nas variáveis coletadas. Os boletins agrometeorológicos, regionais e nacionais, também são gerados automaticamente pelo sistema. As informações veiculadas possibilitam que o produtor agropecuário tenha acesso a procedimentos corretos e seguros quanto ao uso dos insumos, reduzindo impactos ambientais e sociais negativos (e os riscos envolvidos com o emprego de fertilizantes e defensivos inadequadamente, também causando desperdícios) e auxiliando os agricultores e extensionistas a procurarem soluções mais racionais em termos econômicos (diminuição de custos versus aumento de produção, proporcionando impactos positivos).

Outra inovação foi o lançamento, em 2017, do aplicativo móvel Agritempo GIS (Figura 5): software que permite o acesso a dados agrometeorológicos, de maneira facilitada, para diversos estados e municípios brasileiros, por meio da disponibili-

zação de mapas georreferenciados de monitoramento, previsão, índice de seca e previsão de geadas. Além disso, o usuário pode personalizar a sua navegação, incorporando aos “Favoritos” as cidades e estados de seu maior interesse. Os parceiros dessa solução desenvolvida pela Embrapa foram o Mapa e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), estando disponível para [download](#) na Google Play Store.

Software para coleta georreferenciada de dados e imagens

O FieldAgro, também referenciado como Geofielder, é um software desenvolvido para a coleta georreferenciada de dados e imagens, que possibilita realizar amostragens e inspeções em áreas de interesse. Toda operação de inspeção de coleta de dados é registrada com precisão, garantindo que as informações sejam coletadas no tempo e localização necessários.

Essa solução tecnológica, desenvolvida pela Embrapa Instrumentação, foi transferida para a empresa Stonway Tecnologia da Informação Ltda., sem exclusividade (Jorge; Monzane, 2010).

Foto: Neide Makiko Furukawa

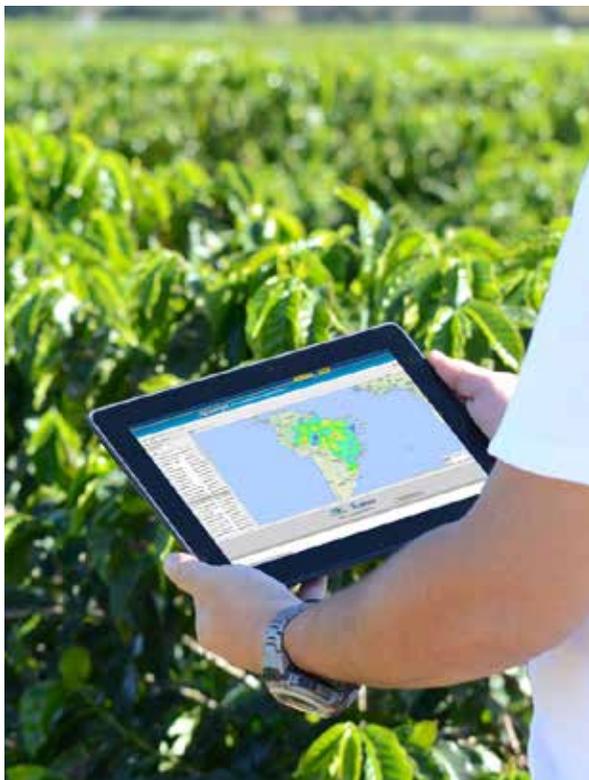


Figura 5. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agri-tempo) com informações de interesse para o setor agrícola.

Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil

O Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil (Somabrazil) foi desenvolvido para organizar, integrar e disponibilizar bases de dados geoespaciais, via web, por meio de ferramentas de análises espacialmente explícitas e de visualização dinâmica, permitindo um acompanhamento da produção agropecuária. A tecnologia, desenvolvida pela Embrapa Monitoramento por Satélite em parceria com a Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) da Presidência da República (Batistella et al., 2012), reúne informações úteis para o monitoramento da dinâmica da agropecuária e para o entendimento das mudanças de uso e cobertura das terras no Brasil.

Outros sistemas também vêm sendo desenvolvidos para auxiliar decisões e políticas públicas em vários níveis e escalas. Entretanto, essas plataformas muitas vezes apresentam informações geoespaciais focadas em um tema específico. É fundamental a organização e integração de variáveis censitárias com dados gerados a partir do sensoriamento remoto em uma base de dados geográficos do Brasil, de forma a permitir estudos e atividades para a caracterização e o monitoramento das atividades agropecuárias, a conservação de recursos naturais, a realização de mapeamentos e zoneamentos.

O Somabrazil conta com mais de 14 mil usuários, principalmente do meio acadêmico e da gestão pública. A tecnologia pode incorporar outras funcionalidades e outras bases de dados, sendo passível de ser customizada para atendimento de demandas de clientes específicos. A interface WebGIS permite ao usuário interagir com as bases de dados por meio de consultas básicas e avançadas para gerar informações úteis a zoneamentos, monitoramentos da dinâmica espacial da agropecuária, prioridades para a pesquisa e as políticas públicas. Essa capacidade contribui para o entendimento das mudanças de uso e cobertura das terras. Tal entendimento permite ao usuário rever a forma de atuação da agricultura nos territórios e antecipar possíveis problemas econômicos ou sociais devidos a essa prática.

Um exemplo de aplicação do sistema foi a cooperação técnica feita entre a Embrapa Monitoramento por Satélite e a Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SPA/Mapa), estabelecida para utilizar o Somabrazil, a fim de gerar consultas e mapeamentos de interesse específico da secretaria. Os produtos e serviços gerados no Somabrazil para atender ao convênio de cooperação técnica possibilitam a rápida visualização e consulta dos dados do zoneamento agrícola de risco climático (Zarc) (Brasil, 2017). A organização dos dados do Zarc no banco de dados do Somabrazil permitiu identificar inconsistên-

cias na base, as quais foram prontamente corrigidas pela equipe do Mapa. Por fim, a geração dos mapas do Zarc no Somabrazil proporcionou agilidade aos técnicos da SPA/Mapa, que podem rapidamente identificar quais localidades apresentam indicação de plantio para as diferentes culturas agrícolas.

Novas ferramentas que possibilitarão a consulta e análise de informações relativas ao crédito e seguro rural também estão sendo desenvolvidas e poderão contribuir com o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) e o planejamento e monitoramento da agricultura brasileira. O desenvolvimento conjunto do Somabrazil entre a Embrapa Monitoramento por Satélite e a SPA/Mapa permitiu elaborar representações espaciais e produzir dados derivados de bases georreferenciadas, visando à incorporação gradual de componentes geoespaciais aos planos agrícola e pecuário, com vistas à geração de análises espaciais e relatórios a partir do cruzamento de informações. Outras atividades complementam projetos já em desenvolvimento pela SPA/Mapa e objetivam identificar, qualificar e quantificar os riscos envolvidos na agricultura; definir o público-alvo das políticas agrícolas de minimização de riscos e facilitar a tomada de decisões no âmbito da SPA.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

O [Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação \(SIBCTI\)](#), desenvolvido pela Embrapa Solos, em parceria com outras instituições (Amaral, 2011), é um sistema especialista, acessado via web, que retorna uma classificação para os dados relacionados a solos, água, metodologia de irrigação e cultura. O objetivo da tecnologia é evitar que as terras que não possuem aptidão para irrigação sejam incluídas no processo produtivo, minimizando o impacto ambiental e perda de recursos financeiros (Amaral, 2011).

Sistema de Informação de Solos Brasileiros

O Sistema de Informação de Solos Brasileiros (Sisolos) foi desenvolvido no âmbito de uma parceria entre a Embrapa Informática Agropecuária e a Embrapa Solos (Oliveira et al., 2008). O sistema tem o objetivo de armazenar, gerenciar, recuperar e disponibilizar informações sobre os solos brasileiros.

O banco de dados do sistema reúne atributos de solos coletados e analisados de todas as regiões do Brasil, que podem ser acessados via internet. A base de dados é continuamente alimentada por pesquisadores da Embrapa e representantes de futuras instituições parceiras (Oliveira et al., 2008).

Tecnologias da informação e comunicação como apoio às soluções tecnológicas

A Embrapa está presente na transformação digital da agricultura brasileira desde a década de 1990, com o advento da internet, organizando e disponibilizando sua informação técnico-científica via web. Essas informações e tecnologias são qualificadas, cadastradas, armazenadas e monitoradas no Sistema de Soluções Tecnológicas da Embrapa (Gestec). Ao fazer uma busca das soluções na categoria “Produto” do Gestec – selecionando somente Softwares – e na categoria “Serviço” – selecionando somente serviços web, que contemplam a área de Tecnologias da Informação (TI) da Embrapa – foram encontradas, no período de 2000 a 2017, 162 soluções tecnológicas digitais para beneficiar a agricultura (Figuras 6 e 7).

No período entre 2000 e 2017, foram desenvolvidos pela Embrapa 75 softwares com o objetivo de atender às demandas da agricultura brasileira (Figura 6). Destacam-se simuladores de crescimento de manejo florestal, gestão de sistemas de produção de leite, simuladores de alimentação animal, métodos de melhor uso de agroquímicos, monitoramentos econômicos de operações florestais, monitoramentos agrometeorológicos, sistema de classificação de terras para irrigação, de solos, planejamento agrícola ambiental e os aplicativos móveis.

No período entre 2000 e 2017, foram registrados 87 serviços web no Sistema Gestec, também em consonância com os objetivos estratégicos da Embrapa, permitindo aos tomadores de decisão serem mais eficientes e eficazes, tanto na gestão

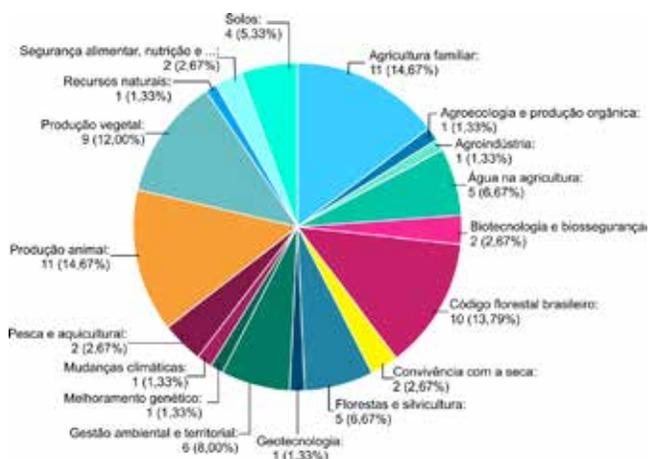


Figura 6. Softwares desenvolvidos pela Embrapa no período de 2000 a 2017, conforme categorização de temas contidos no Gestec.

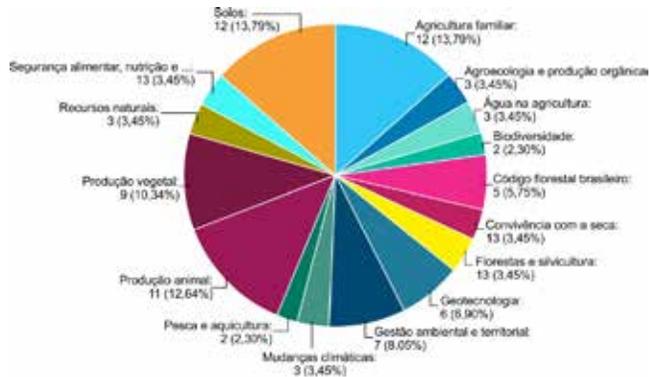


Figura 7. Serviços web desenvolvidos pela Embrapa no período de 2000 a 2017, conforme categorização de temas contidos no Gestec.

de seus empreendimentos como na obtenção de critérios para orientar e/ou adotar políticas públicas. São plataformas com informações de zoneamento de risco climático, de mapa de solos, árvores de conhecimento de cultivos, animais, dados vegetais e dos biomas brasileiros, bases de dados de todas as informações geradas pela Embrapa e parceiras de informações técnico-científicas, sobre análise geoespacial da Amazônia Legal, recursos genéticos, entre outros.

O Sistema Gestec está diretamente vinculado ao portal Embrapa. Todas as tecnologias cadastradas no sistema ficam disponíveis para a sociedade na internet.

Sistemas de apoio aos estudos sobre mudanças climáticas

A agricultura é uma atividade econômica que depende diretamente dos fatores climáticos. Qualquer mudança no clima pode afetar a produtividade das culturas e seu manejo. A Embrapa tem atuado com o desenvolvimento de estudos sobre gases de efeito estufa (GEEs) de fontes agropecuárias, efeitos das mudanças climáticas na agropecuária e tecnologias para a sua mitigação. Ademais, a Embrapa tem desenvolvido ferramentas para apoiar estudos e soluções tecnológicas na referida área.

Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa

A Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa ([Plataforma ABC](#)) está hospedada nas instalações da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP, e tem o objetivo de monitorar a redu-

ção das emissões de GEEs na agropecuária brasileira, bem como da dinâmica de estoque de carbono no solo, a partir da implantação de tecnologias referendadas.

A plataforma, por possuir um caráter multi-institucional, envolve um conjunto muito amplo de parceiros, como Mapa, MMA, Rede Clima, MCTIC, universidades, entre outros.

Sistema de Calibração e Correção Atmosférica Multissensor

O Sistema de Calibração e Correção Atmosférica Multissensor (SCCAM) é um [serviço web](#), desenvolvido pela Embrapa Monitoramento por Satélite, o qual possibilita a calibração e correção atmosférica de dados ópticos remotos multissensor.

A operação do sistema consiste numa série de métodos, programas e algoritmos computacionais encadeados e aplicados a imagens de diversos sensores óticos orbitais e disponibilizados em um WebGIS interativo, de forma que o usuário possa acessar o acervo de imagens calibradas e corrigidas.

Podem-se requisitar correções de cenas específicas que serão atendidas segundo a capacidade de trabalho da equipe de suporte do sistema, sendo prioridade projetos da Embrapa e parceiros. Também é possível acessar notas técnicas e publicações sobre os trabalhos de calibração e correção. O serviço mantém um estudo contínuo para cada novo sensor lançado, ou que é considerado de importância estratégica para o monitoramento agrícola e mapeamento de uso e cobertura da terra, objetivando obter a capacidade plena de seu processamento.

O procedimento fornece às imagens/dados a capacidade única de identificação de compostos biofísicos do alvo, reduzindo ou eliminando efeitos da atmosfera, preceito básicos, por exemplo, para o aprimoramento de medidas de biomassa vegetal com vias ao mapeamento de agricultura de baixo carbono; ou identificação/semiquantificação de propriedades mineralógicas do solo aplicadas ao manejo de cultivos agrícolas, dentre outros.

Base de dados virtual dos Ecossistemas Costeiros da Bacia de Campos

A base de dados virtual dos Ecossistemas Costeiros da Bacia de Campos (WebGIS) utiliza plataformas baseadas em software livre e aberto e segue normas internacionais e nacionais de serviços e protocolos, como o Open Geoespacial Consortium (OGC) e a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (Inde). O WebGIS é um dos resultados do projeto Mudanças climáticas globais e o funcionamento dos

ecossistemas costeiros da Bacia de Campos: uma perspectiva espaço-temporal, desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (Peld/CNPq). Tem por objetivo apoiar entidades de pesquisa e órgãos gestores no gerenciamento e desenvolvimento sustentável da área. O sistema abrange o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (Parna) e disponibiliza informações sobre o plano de manejo e outros resultados gerados pela análise geocológica desenvolvida no projeto. Os planos de informação contêm dados sobre limite administrativo do Parna, geologia, geomorfologia, declividade, modelo digital do terreno, relevo sombreado, pedologia, hidrografia, precipitação, imagens de satélite e fotografias aéreas, uso e ocupação da terra e índices de vegetação. O trabalho foi elaborado pela Embrapa Monitoramento por Satélite e Universidade do Federal Rio de Janeiro (UFRJ).

Outro exemplo de aplicação do WebGIS é o projeto Desenvolvimento de geotecnologias para identificação e monitoramento de níveis de degradação em pastagens (projeto GeoDegrade) da Embrapa Monitoramento por Satélite. O projeto tem como objetivo desenvolver metodologias para a identificação e monitoramento da degradação em pastagens dos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica. Por meio do WebGIS, é possível orientar o usuário na visualização de [informações](#), o que resulta em uma melhor apresentação dos resultados para a sociedade (Nogueira et al., 2013). É possível acessar: a interface inicial do WebGIS (Figura 8); barras de ferramentas para controle e manipulação das informações disponíveis; mapas-base; mapas temáticos; dados de campo levantados nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, fotografias de campo; tabela de atributos e metadados. O tutorial para consulta de dados no WebGIS do projeto GeoDegrade é apresentado por Silva et al. (2015b).

Mapa de carbono orgânico do solo

A Embrapa Solos lançou o [mapa digital de carbono orgânico dos solos brasileiros](#) (Figura 9) na profundidade de 0 a 30 cm. O mapa une modelagem matemática e dados de campo para ajudar em diversos programas de conservação de recursos naturais.

Um dos beneficiários imediatos é o Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC) do Mapa, o qual poderá utilizá-lo para direcionar práticas de redução de emissão de GEEs.

O trabalho utilizou informações ambientais disponíveis como dados a respeito de solo, relevo, vegetação, clima, associando-os a métodos matemáticos estatísticos



Figura 8. Sistema de base de dados virtual dos Ecossistemas Costeiros da Bacia de Campos do projeto GeoDegrade.

Fonte: Embrapa (2015).

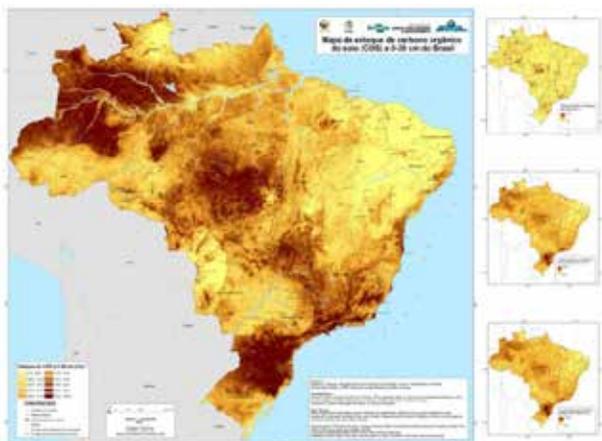


Figura 9. Exemplo de mapa de carbono orgânico do solo desenvolvido pela Embrapa Solos.

Fonte: Dias (2017).

para inferir informações em locais não medidos. Uma de suas informações mais importantes é o estoque total de carbono do solo a 0 a 30 cm do Brasil.

O mapa lançado pela Embrapa integra o mapa global de carbono orgânico do solo, iniciativa da Aliança Global pelo Solo da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

Soluções de instrumentação para o desenvolvimento sustentável

A Embrapa desenvolve soluções de instrumentação para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. As instalações domésticas influenciam a saúde da população rural e urbana, o que levou a Embrapa a desenvolver diversas soluções, como a fossa séptica biodigestora, considerada uma tecnologia social, que hoje faz parte de política pública do Ministério das Cidades e foi definida como referência no Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida.

Algumas tecnologias desenvolvidas para habitação rural ou urbana e equipamentos de uso que melhoram a gestão da propriedade, tanto em área rural quanto em zona urbana, e que contribuem para o atingimento das metas 11.1 e 11.6, são apresentadas a seguir.

Saneamento ambiental

Fossa séptica biodigestora

A [fossa séptica biodigestora \(FSB\)](#), desenvolvida pela Embrapa Instrumentação, é um sistema de biodigestão anaeróbio para tratar o esgoto sanitário doméstico (Figura 10). O efluente líquido tratado que sai da fossa pode ser utilizado na agricultura como biofertilizante (Silva et al., 2017). A tecnologia social é considerada referência pelo governo federal.

A montagem de um conjunto básico da tecnologia, projetado para uma residência com cinco moradores, é feita com três caixas d'água de mil litros (fibrocimento, fibra de vidro, alvenaria, ou outro material que não deforme), tubos, conexões, válvulas e registros. A tubulação do vaso sanitário é desviada para a fossa séptica biodigestora.

Essa solução tecnológica tem sido utilizada em diferentes lugares do Brasil, inclusive foi adaptada à realidade das várzeas amazônicas. O [projeto Manejo Comunitário Integrado de Recursos Ambientais do Estuário Amazônico](#), coordenado pela Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (Ataic) em parceria com a Embrapa Amapá e financiamento da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), implantou fossas suspensas, e foram observados bons resultados. Esse trabalho foi o início do primeiro experimento adaptado para atender às áreas inundáveis do estuário do Rio Amazonas, onde o nível da água varia diariamente



Foto: Pedro Hernandez

Figura 10. Vitrine da fossa séptica biodigestora para tratamento de esgoto doméstico.

em razão das marés oceânicas. O sistema evita contaminação dos mananciais e ainda gera adubo para agricultores familiares.

O protótipo da FSB – desenvolvido como parte do projeto para o tratamento do esgoto doméstico da comunidade ribeirinha Ilha das Cinzas, localizada no Arquipélago do Marajó, Gurupá, PA – tem custo médio, incluindo a estrutura de madeira e a fossa, de R\$ 2.300,00.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) estuda instalar novas unidades da fossa biodigestora na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Itatupã-Baquia, onde fica a Ilha das Cinzas.

Clorador

O consumo de água contaminada pode provocar uma série de doenças, como hepatite, diarreia, tifo, giardíase, etc., que causam sérios danos à saúde e podem levar à morte.

O cloro, usado na proporção correta (0,1 a 3,0 partes por milhão), destrói todos os germes, não é prejudicial à saúde e combate à contaminação.

O clorador (Clorador Embrapa, 2010) é um aparelho simples (Figura 11), barato e de fácil instalação para clorar a água do reservatório (caixas d'água) das residências rurais ou urbanas. O aparelho pode ser montado pelo próprio morador, com materiais encontrados em lojas de material de construção e com baixo custo. Solução tecnológica desenvolvida pela Embrapa Instrumentação.

Jardim filtrante

O jardim filtrante (Figura 12) é uma solução tecnológica desenvolvida pela Embrapa Instrumentação destinada ao tratamento de águas provenientes da canalização doméstica que possuem sabões, restos de alimentos e gorduras e do efluente tratado pela fossa séptica biodigestora. O esgoto é tratado em um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas. Sua manutenção é simples e ainda traz harmonia paisagística. O jardim filtrante tem baixo custo de aquisição e manutenção simples. O líquido tratado pode ser reutilizado para limpeza de galpões e máquinas, bem como para irrigação.

Tecnologias e processos para produção sustentável

Sensores

Os sensores Diédrico e Igstat, desenvolvidos pela Embrapa Instrumentação, em parceria com outras instituições, determinam a umidade do solo no campo e em jardins urbanos e, assim, evita-se irrigação desnecessária, excesso e falta de água nas plantas, contribuindo para a economia de água e energia e para o manejo adequado da cultura.

O [sensor Diédrico](#) apresenta sensibilidade para aferir ampla faixa de tensão de água. Essa característica é utilizada para indicar o momento correto para irrigar, nos mais diversos tipos de solos e substratos. O sensor tem versão fixa e versão portátil e se distingue pela simplicidade e por não sofrer interferências de fatores como temperatura, salinidade, densidade do solo e do teor de substâncias ferromagnéticas.

O [sensor Igstat ou sensor IG](#) pode ser utilizado em diferentes instrumentos de gestão de irrigação com grande eficiência, pois tem a capacidade de controlar o acionamento da água de acordo com a umidade do solo, ou seja, ao se tornar permeável à passagem do ar em solo seco, libera o gotejamento de água. O sistema possibilita rega em ambiente doméstico ou agrícola (Calbo et al., 2014).



Foto: Monica Ferreira Laurito

Figura 11. Clorador de fácil montagem e baixo custo.



Foto: Pedro Hernandes

Figura 12. Jardim filtrante para tratamento de efluentes domésticos.

Uso do rejeito da dessalinização da água

A dessalinização da água é uma alternativa para se obter água de qualidade superior, especialmente em regiões com elevada escassez hídrica. No entanto, esse processo produz um rejeito com concentração alta de sais, que podem trazer prejuízos para o solo. Para reduzir os impactos causados pelo rejeito da dessalinização de água salobra, no trópico semiárido brasileiro, [três alternativas de aproveitamento de água com alta salinidade](#), subproduto da dessalinização, foram avaliadas nos campos da Estação Experimental da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. As alternativas foram: a) produção de tilápia-do-nilo (*Oreochromis* sp.); b) produção de feno da erva-sal (*Atriplex nummularia*) irrigado; e c) engorda de caprino/ovino com feno de erva-sal. A salinidade média da água usada foi de 11,38 ds/m. A tilápia atingiu o peso de 518,72 g em 153 dias de cultivo; o rendimento do feno da erva-sal foi de 14.900 kg de matéria seca por hectare, e o ganho de peso de ovino/caprino, quando alimentado com 1,5 kg de feno da erva-sal, foi de 138 gramas/dia. Em razão dos resultados obtidos com esses estudos, é possível a viabilização do uso do rejeito da dessalinização de água de poços no cristalino do Semiárido brasileiro para a geração de renda.

O uso integrado do rejeito do dessalinizador tem sido utilizado como a principal tecnologia do Programa Água Doce, do governo federal. Lançado em 2004, ele vem sendo implantado em diversas comunidades rurais do Semiárido, beneficiando cerca de 100 mil pessoas em 154 localidades do Nordeste.

Programa de Monitoramento de Irrigação para o Cerrado

A Embrapa Cerrados, com o objetivo de tornar a prática do manejo de irrigação rotineira, usou resultados de pesquisa de mais de 20 anos para desenvolver o [Programa de Monitoramento de Irrigação para o Cerrado](#). Essa ferramenta é simples e permite estimar, com confiabilidade, a lâmina líquida a ser aplicada em cada irrigação ao longo do ciclo das culturas.

Classificadora vertical compacta de frutos hortícolas

A [classificadora](#) é uma unidade vertical compacta para beneficiamento e classificação de frutos hortícolas produzidos em pequena escala, podendo atender a pequenos produtores rurais ou urbanos. É móvel, não requer a utilização de água e tem menor custo que as convencionais. O sistema de classificação pode

ser ajustado de acordo com o formato e padrão desejado para o fruto escolhido, permitindo versatilidade no uso. Foi desenvolvida pela Embrapa Instrumentação.

Biorreator para clonagem de mudas

O [biorreator para clonagem de mudas de plantas](#) (Figura 13), desenvolvido pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, é capaz de multiplicar mudas de plantas com muito mais higiene, segurança e economia, além de reduzir a mão de obra, acelerar o ciclo de produção e aumentar a produtividade.

É uma ótima opção para empresas de segmentos relacionados à produção vegetal, como fruticultura, produção de plantas ornamentais, reflorestamento, papel e celulose.

O equipamento oferece ainda outras vantagens em relação aos métodos tradicionais de produção de mudas, como adaptabilidade a diversas espécies vegetais; uniformização da produção; simplicidade de montagem; geração de produtos isentos de pragas e doenças e redução do custo total por unidade produzida.

O biorreator funciona a partir de um sistema de frascos de vidro interligados por tubos de borracha flexível, pelos quais as plantas recebem ar e solução nutritiva por aspersão ou borbulhamento. Esse equipamento contém os materiais a serem reproduzidos, como células, tecidos ou órgãos, e visa produzir plantas de forma semiautomática, com monitoramento e controle das condições de cultivo, além de uma menor manipulação das culturas.



Fotos: Raul César Pedroso da Silva

Figura 13. Biorreator para clonagem de mudas de plantas.

Energia e gestão territorial

O desenvolvimento rural ou urbano acontece em virtude da matriz energética, em domínio, dimensão e utilidade, de fontes, processos, distribuição e usos (Embrapa Agroenergia, 2010), sendo um tema estratégico na gestão territorial de um país.

O petróleo continua sendo a principal fonte de energia, tendo respondido, em 2011, por 38,6 % da matriz energética brasileira. Por sua vez, a energia derivada da biomassa (etanol, bioeletricidade, lenha, carvão vegetal e biodiesel) contribuiu com 30,5%, enquanto a contribuição da hidroeletricidade foi de 14,7%. A expectativa do Plano Nacional de Energia 2030, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), é de que em 2030 esse perfil se mantenha, com o petróleo respondendo por 30%, a biomassa por 26% e a hidroeletricidade por 13%.

Os dados de 2011 mostram que o etanol e a bioeletricidade obtidos da cana-de-açúcar foram responsáveis por 15,7% do suprimento energético nacional, enquanto a lenha e o carvão vegetal responderam por 9,7% e o biodiesel por pouco menos de 1,0%. Para que se possa aumentar a quantidade de energia proveniente da biomassa, será necessário aumentar a produtividade física das culturas, em termos de açúcares, lignina e óleos vegetais por unidade de área e de massa, e também devem ser realizados esforços no intuito de diversificar e regionalizar a produção dos cultivos agrícolas e florestais (Garagorry et al., 2012).

Florestas energéticas na matriz da agroenergia brasileira

A Rede Florestas Energéticas na Matriz da Agroenergia Brasileira (Femab) tem a liderança da Embrapa Florestas e é formada por parceiros de diversos setores da sociedade. Uma equipe multidisciplinar e multi-institucional conduz pesquisas especialmente com germoplasmas superiores e tecnologias silviculturais adequadas, na oferta de produtos florestais alternativos com maior retorno econômico, na melhoria no rendimento de produtos e processos de conversão de biomassa em energia. As ações visam contribuir para a ampliação do uso de fontes renováveis de energia na matriz energética nacional com sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

Irrigador solar

Sistema de irrigação por gotejamento, acionado e controlado por luz solar que economiza água e energia. A tecnologia é feita com materiais recicláveis, não usa ne-

nhum tipo de motor e evita o desperdício graças ao sistema de gotejamento. É formado por quatro recipientes conectados, sendo que um destes atua como gerador de pressão por captação da energia luminosa para ativar a irrigação. Apenas um dos recipientes precisa ser reabastecido com água à medida do gasto com irrigação. Opcionalmente, pode ser usado em conjunto com dispositivos que permitem dosar a quantidade de água conforme a exigência da cultura. O sistema pode beneficiar tanto produtores rurais como pessoas que tenham jardim ou horta na cidade.

Considerações finais

Neste capítulo, foram apresentadas ações da Embrapa que visam ao atingimento do ODS 11 e que objetivam a melhoria do uso e da ocupação do espaço rural e urbano.

A colaboração da Empresa se dá por meio do fornecimento de informações para embasamento do planejamento e da gestão territorial participativa, integrada e sustentável, tais como as informações geoespaciais que são necessárias para tomada de decisão e para a elaboração de políticas públicas.

Vimos também atividades que contribuem para o atingimento das metas relacionadas ao saneamento ambiental e instrumentos de apoio que podem ser usados tanto nas cidades como no meio rural e que visam maior eficiência do uso de recursos. Destacamos o trabalho da Embrapa Agroenergia, que tem disponibilizado soluções tecnológicas vitais para o desenvolvimento de uma nova matriz energética.

Ademais, como referência na produção agropecuária, a Embrapa tem participado de atividades na área de Agricultura Urbana e Periurbana (AUP). Esta tem promovido mudanças positivas na estrutura social, econômica e ambiental do local onde está alocada e se configura como tendência nas cidades, especialmente nas periferias onde a população pobre tem a alimentação restrita.

Ressaltam-se, ainda, os sistemas de apoio aos estudos sobre mudanças climáticas desenvolvidos para auxiliar as avaliações dos efeitos das mudanças climáticas na agropecuária e tecnologias para a sua mitigação.

A Embrapa, portanto, fornece possibilidades de equilíbrio na qualidade de vida da população brasileira, otimização de recursos, maior produtividade, menos impactos ambientais negativos, mais saúde e bem-estar. A perspectiva da Empresa é um avanço nos espaços urbano e rural cada vez mais sólido no intuito da sustentabilidade.

Referências

- ALCÂNTARA, F. A. de; BRANCO, M. C.; MELO, P. E.; SANTOS, R. C. **Consórcio de milho e mucuna anã visando ao manejo sustentável do solo em área de agricultura urbana**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 13 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 13).
- AMARAL, F. C. S. do (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação**: enfoque na região semiárida. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164 p.
- BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. de C.; CUSTÓDIO, D. de O.; SILVA, G. B. S. da; DRUCKER, D. P. **SOMABRASIL**: Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012. 11 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Comunicado técnico, 29).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/politica-agricola/zoneamento-agricola-de-risco-climatico>>. Acesso em: 20 dez. 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. **Boas práticas em educação ambiental na agricultura familiar**: exemplos de ações educativas e práticas sustentáveis no campo brasileiro. Brasília, DF, 2012. 246 p. (Série Educativa, 1).
- BUSCHINELLI, C. C. de A.; CALEGARIO, F. F.; RODRIGUES, G. S.; SERRA, A. L. de S.; SEMIS, J. B.; FERRARA, L.; ABRAÃO, J. B.; ADAMI, J. A.; MAZIERO, J. C. **Plano de gestão ambiental da produção integrada de morango**: contribuição metodológica para a certificação. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 61 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67).
- CALBO, A. G.; VAZ, C. M. P.; RABELLO, L. M. Controle atmomagnético de irrigação com sensores IG. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2014, São Carlos. **Anais do SIAGRO**: ciência, inovação e mercado 2014. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 337-340.
- CLEMENTE, F. M. V. T.; HABER, L. L. (Ed.). **Horta em pequenos espaços**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. 56 p.
- CLORADOR EMBRAPA. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2010. Disponível em: <http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/tecnologias/Folder_Clorador.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2018.
- COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. **Plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais**. Rio de Janeiro, 2010. 203 p.
- CONSUMO SUSTENTÁVEL: manual de educação. Brasília, DF: Consumers International/MMA/MEC/ IDEC, 2005. 160 p.
- CORBOULD, C. Feeding the cities: is urban agriculture the future of food security? **Strategic Analysis Paper**, 1º Nov. 2013. Disponível em: <http://futuredirections.org.au/wp-content/uploads/2013/11/Urban_Agriculture-Feeding_the_Cities_1Nov.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2017.
- CUADRA, S. V.; STEINMETZ, S.; HEINEMANN, A. B.; ALMEIDA, I. R. de. Impacto das mudanças climáticas sobre o desenvolvimento e produtividade do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 19., 2015, Lavras. **Agrometeorologia no século 21**: o desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros: anais. Lavras: Ed. UFLA, 2015. p. 377-386.

DIAS, C. **Brasil lança o mapa de carbono orgânico do solo**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Notícias. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30179699/brasil-lanca-o-mapa-de-carbono-organico-do-solo>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

DRUCKER, D. P.; PINTO, D. M.; CARDOSO, E. C.; CUSTODIO, D. O.; VICTORIA, D. C.; ALMEIDA, B. T.; PIEROZZI JUNIOR, I.; MACHADO, C. L.; BRANDÃO, V. V. S.; BAYMA-SILVA, G.; LAFORET, M. R. C.; TAKEMURA, C. M.; OLIVEIRA, L. H. Open geodata to support agricultural research. **Geoinformatics Research Papers**, v. 5, p. 120-121, 2017. BS1002. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166887/1/PL-OpenGeodata-CODATA-2017.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Relatório de atividades 2009**. Brasília, DF, 2010. 75 p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 002).

EMBRAPA. **Gite**: Grupo de Inteligência Territorial Estratégica: o que fazemos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gite/sobre/index.html>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

EMBRAPA. **Soluções tecnológicas**: WebGIS – base de dados virtual dos ecossistemas costeiros da Bacia de Campos. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2301/webgis---base-de-dados-virtual-dos-ecossistemas-costeiros-da-bacia-de-campos>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

FAO. Comitê de Agricultura. **La agricultura urbana y periurbana**. Roma, 1999. 30 p. (FAO. COAG/99/10).

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; VALLE, L. B.; SPADOTTO, C. A.; LOVISI FILHO, E. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil**. Campinas: Embrapa Gestão Ambiental, 2017. 5 p. (Embrapa Gestão Ambiental. Comunicado técnico, 4).

FESSENDEN, M. Most plastic trash comes from farms. **Smithsonian.com**, 3 Apr. 2015. Disponível em: <<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/most-plastic-trash-comes-farms-heres-what-were-trying-do-about-it-180954873/>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

GARAGORRY, F. L.; SOUZA, M. O. de; DIAS, J. M. C. de S. **Cenários territoriais para 15 produtos agroenergéticos**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012. 149 p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 012).

GUIMARÃES, T. G.; MADEIRA, N. R. **Sistema Filho**: fruticultura integrada com lavouras e hortaliças. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 12 p. (Embrapa Cerrados. Circular técnica, 34). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1072770/sistema-filho-fruticultura-integrada-com-lavouras-e-hortalicas>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

JESUS, M. A. S. de; CIRANI, C. B. S.; JESUS, K. R. E. Avaliação do impacto deecoinovações: o caso da tecnologia de biodigestores aplicada na agroindústria processadora de mandioca do Estado do Paraná. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 2015. 10 p.

JESUS-HITZSCHKY, K. R. E. Impact assessment system for technological innovation: Inova-tec System. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 2, n. 2, p. 67-82, 2007.

JORGE, L. A. de C.; MONZANE, M. R. G. Geofielder: uma solução gratuita para levantamento georreferenciado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO-CONBAP, 2010, Ribeirão Preto. [Anais...]. Ribeirão Preto: SBEA, 2010. 1 CD-ROM.

KASTENS, J. H.; BROWN, J. C.; COUTINHO, A. C.; BISHOP, C. R.; ESQUERDO, J. C. D. M. Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil. **Plos One**, v. 12, n. 4, 2017.

Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0176168>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

LASSO, P. R. O.; VAZ, C. M. P.; OLIVEIRA, C. R.; BERNARDI, A. C. C. Caracterização de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) para utilização como corretivo da acidez do solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 3., 2013, São Pedro, SP. [Anais... S.l.: s.n., 2013]. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125777/1/ag-uso-02-PauloLasso.PDF>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

MAGDALENO, F. S. O território nas constituições republicanas brasileiras. **Investigaciones Geográficas**, n. 57, p. 114-132, 2005.

MELO, L. P. Os benefícios da agricultura urbana e periurbana para a sustentabilidade da cidade de Macapá-AP. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 7., 2016. **Pluris**: contrastes e contradições complexidades: desafios urbanos no século XXI. Disponível em: <<http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%204%20-%20Planejamento%20Regional%20e%20Urbano/Paper1342.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; LIZ, R. S. **Recomendações para o controle de pragas em hortas urbanas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 11 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 80).

NIGUSSIE, A.; KUYPER, T. W.; NEERGAARD, A. de. Agricultural waste utilisation strategies and demand for urban waste compost: evidence from smallholder farmers in Ethiopia. **Waste Management**, v. 44, p. 82-93, 2015.

NOGUEIRA, S. F.; SILVA, G. B. S.; ANDRADE, R. G.; VICENTE, L. E. Geotecnologias para o monitoramento dos níveis de degradação das pastagens no Brasil. **MundoGeo**, v. 15, n. 72, p. 60-64, 2013.

OLIVEIRA, P. A. V. **Projeto de biodigestor e estimativa da produção de biogás em sistema de produção**. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 2005. 8 p. (EMBRAPA-CNPISA. Comunicado técnico, 417).

OLIVEIRA, S. R. de M.; ZURMELY, H. R.; LIMA JÚNIOR, F. A. de; SANTOS, H. G. dos; MEIRELLES, M. S. P. **Sistema de informação de solos brasileiros**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2008. 8 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Comunicado técnico, 93).

PESSÔA, C. C. **Agricultura urbana e pobreza**: um estudo no município de Santa Maria – RS. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 9 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular técnica, 19).

PIRES, V. C. Agricultura urbana como fator de desenvolvimento sustentável: um estudo na Região Metropolitana de Maringá. **Revista Pesquisa & Debate**, v. 27, n. 2(50), p. 69-84, 2016.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária**: AMBITEC-AGRO. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 95 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. Avaliação de impactos ambientais na agropecuária. In: GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 286-310.

SANTOS, E. **Primeira fábrica de fertilizante organomineral com tecnologia Embrapa e Calderon Consulting inaugura em 2017**. Brasília, DF: Embrapa, 21 dez. 2016. Notícias. Disponível

em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/19061639/primeira-fabrica-de-fertilizante-organomineral-com-tecnologia-embrapa-e-calderon-consulting-inaugura-em-2017>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

SEMINÁRIO DA REDE AGROHIDRO, 4., 2016, Brasília, DF. **Água e agricultura**: incertezas e desafios para a sustentabilidade frente às mudanças do clima e do uso da terra: anais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 289 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/152016/1/Agua-e-agricultura.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

SILVA, C. N. Política de ordenamento do território e de urbanismo. **Apogeo**: revista da Associação de Professores de Geografia, n. 21, p. 31-51, 2001.

SILVA, D. F. **Quintal produtivo**: agricultura urbana: alternativa para o aumento de renda, segurança alimentar e melhoria de qualidade de vida. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, [2007]. 1 folder.

SILVA, F. A. M. da; AFFHOLDER, F.; CORBEELS, M.; EVANGELISTA, B. A.; MALAQUIAS, J. V. Uso do modelo STICS para avaliar os impactos das mudanças climáticas sobre a produção de grãos de milho no cerrado brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 19, 2015, Lavras. **Agrometeorologia no século 21**: o desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros: anais. Lavras: Ed. UFLA, 2015a. p. 407-417.

SILVA, G. B. S. da; NOGUEIRA, S. F.; CUSTÓDIO, D. de O.; ALVARENGA, S. V. A. **Tutorial para consulta de dados no webgis do projeto GeoDegrade – Desenvolvimento de geotecnologias para identificação e monitoramento de níveis de degradação em pastagens**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015b. 7 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Circular técnica, 31).

SILVA, W. T. L. da; MARMO, C. R.; LEONEL, L. F. **Memorial descritivo**: montagem e operação da fossa séptica biodigestora. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017. 27 p. (Embrapa Instrumentação. Documentos, 65).

SILVA, W. T. L. da; NOVAES, A. P. de; MARTIN NETO, L.; MILORI, D. M. B. P.; SIMÕES, M. L.; HANEDA, R. N.; FIALHO, L. L.; LEONELLI, F. C. V. **Método de aproveitamento biossólido proveniente de lodo de esgoto residencial através de processo de compostagem seguido de biodigestão anaeróbia**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. 50 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Documentos, 13).

TEIXEIRA, L. B.; GERMANO, V. L. C.; OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JÚNIOR, J. **Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açaí**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 7 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 29).

TOMMASELLI, J. D. G. **Gestão do território**: energia e meio ambiente. São Paulo: Ed. UNESP, 2012. 83 p.

VALENT, J. Z.; OLIVEIRA, L.; VALENT, V. D. Agricultura urbana: o desenvolvimento de um projeto social. **DRd – Desenvolvimento Regional em debate**, v. 7, n. 2, p. 4-19, 2017.

VICTORIA, D. de C.; PAZ, A. R. da; COUTINHO, A. C.; KASTENS, J.; BROWN, J. C. Cropland area estimates using Modis NDVI times series in the state of Mato Grosso, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1270-1278, 2012.