

VOLUMES 6 E 7 . JANEIRO DE 2015 A DEZEMBRO DE 2016

Publicação do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência  
Técnica e Extensão Rural

# Incapet

em revista

## Estratégias de convivência com a estiagem e gestão dos recursos hídricos no Espírito Santo

**Tecnologias e experiências** apresentadas pelo **Incaper** permitem a **redução dos impactos** causados por fenômenos, como **chuvas intensas e secas prolongadas**, além de indicar excelentes **estratégias de uso da água** e gestão dos **recursos hídricos**.

## Publicação do Incaper

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper  
Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, Brasil  
Caixa Postal 391, CEP 29052-010 / Telefax: 55 27 3636 9865

coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br  
www.incaper.es.gov.br

ISSN - 2179-5304  
V. 6 e 7, N. 4  
Janeiro de 2015 a dezembro de 2016  
Editor: Incaper  
Tiragem: 1.000 exemplares

## Comitê Editorial do Periódico Incaper em Revista

### Presidente

Liliâm Maria Ventorim Ferrão

### Membros

Aureliano Nogueira da Costa  
Adelaide de Fátima Santana da Costa  
André Guarçoni Martins  
David dos Santos Martins  
José Aires Ventura  
Luciana Silvestre Girelli  
Lúcio Herzog De Muner  
Luiz Carlos Santos Caetano  
Luiz Carlos Prezotti  
Sarah Ola Moreira

## GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Governador do Estado do Espírito Santo

**Paulo Hartung**

## SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA - SEAG

Secretário de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca

**Octaciano Neto**

## INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - INCAPER

Diretor-Presidente

**Wanderley Stuhr** (2015)

**Marcelo Suzart de Almeida** (2016)

Diretor-Técnico

**Lúcio Herzog De Muner** (2015)

**Mauro Rossoni Junior** (2016)

## Revisores *ad hoc* nesta edição (ordem alfabética)

Adelaide de Fátima Santana da Costa  
André Guarçoni Martins  
César Pereira Teixeira  
Claudinei Antonio Montebeller  
Gustavo Soares de Souza  
Izaías dos Santos Bregonci  
João Batista da Silva Araújo  
José Aires Ventura  
José Sérgio Salgado  
Leandro Roberto Feitosa  
Luiz Carlos Prezotti  
Marta Maria Toledo Salgado  
Maurício José Fornazier  
Maria da Penha Padovan  
Rogério Carvalho Guarçoni  
Romário Gava Ferrão  
Rosana Maria Altoé Borel  
Sarah Ola Moreira  
Tiago de Oliveira Godinho

## Equipe de Produção

Coordenação Editorial: Liliâm Maria Ventorim Ferrão  
Revisão Linguística: Marcos Roberto da Costa  
Fotografia: Acervos do Incaper, dos autores e de Augusto Carlos Barraque  
Projeto Gráfico e Edição Eletrônica: Aliana Simões e Cristiane Silveira

# SUMÁRIO

## EDITORIAL ..... 5

## ARTIGOS

A ESTIAGEM NO ANO HIDROLÓGICO 2014-2015 NO ESPÍRITO SANTO ..... 6  
Hugo Ely dos Anjos Ramos; Bruce Francisco Pontes da Silva; Thâbata Teixeira Brito;  
José Geraldo Ferreira da Silva; Pedro Henrique Bonfim Pantoja; Ivaniel Fôro Maia;  
Ludmila Bergamini Thomaz

ESTIMATIVA DE PERDAS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA CAPIXABA EM 2015..... 26  
Edileuza Aparecida Vital Galeano; Ludovico José Maso; Adelaide de Fátima Santana  
da Costa; Renato Corrêa Taques, Romário Gava Ferrão

TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM..... 42  
PROPRIEDADES RURAIS  
Gilmar Gusmão Dadalto; Henrique De Sá Paye; Aliamar Comério; Ricardo Batista

GENÉTICA E MELHORAMENTO: DESENVOLVIMENTO E RECOMENDAÇÃO  
DE CULTIVARES COM TOLERÂNCIA À SECA PARA O ESPÍRITO SANTO ..... 51  
Romário Gava Ferrão; Sarah Ola Moreira; Maria Amélia Gava Ferrão; Elaine Minelli  
Riva; Lúcio de Oliveira Arantes; Adelaide de Fátima Santana da Costa; Pedro Luís  
Pereira Teixeira de Carvalho; Pedro Arlindo Oliveira Galvêas

MANEJO EFICIENTE DA ÁGUA NA AGRICULTURA..... 72  
Claudinei Antonio Montebeller; Caio Louzada Martins

SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM CAFÉ E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO  
CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ..... 82  
Maria da Penha Padovan; Aureliano Nogueira da Costa; Bruno Rapidel; Robert  
Michael Brook

ASPECTOS LEGAIS EM SUPORTE À GESTÃO E USO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS NO SETOR AGROPECUÁRIO CAPIXABA ..... 93  
Maurício Freixo Pogian; Edmilson Costa Teixeira

## ENTREVISTA

CRISE HÍDRICA E ALTERNATIVAS PARA CONVIVÊNCIA COM A SECA ..... 108  
João Luiz Lani

## DESTAQUES

INCAPER 60 ANOS: UMA HISTÓRIA DE TRANSFORMAÇÕES E RESULTADOS PARA A AGROPECUÁRIA CAPIXABA ..... 112

PROJETOS E PROFISSIONAIS DO INCAPER RECEBEM PREMIAÇÕES NACIONAIS NAS ÁREAS DE CAFEICULTURA E AGROECOLOGIA ..... 119

PRINCIPAIS PREMIAÇÕES E HOMENAGENS ..... 123

PRINCIPAIS EVENTOS ORGANIZADOS PELO INCAPER ..... 125

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES EDITADAS PELO INCAPER ..... 127

## EDITORIAL

É com muita satisfação que o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) lança mais um volume da Incaper em Revista, publicação de caráter técnico-científico do Instituto. Nesta edição, a principal temática abordada é a crise hídrica capixaba e alternativas de convivência com a seca.

Entendemos que este momento é extremamente oportuno para o lançamento desta publicação. Em torno de dois terços dos municípios capixabas têm sofrido com o *deficit* hídrico. A ocupação do solo para o desenvolvimento de atividades agrícolas no Espírito Santo ocorreu, historicamente, de forma indiscriminada em relação aos recursos naturais, por meio do desmatamento desenfreado das áreas, sem o planejamento correto do uso do solo e sem a utilização de práticas conservacionistas adequadas.

Diante desse cenário, é necessário apresentar à sociedade o conhecimento acumulado pelo Incaper nessa área, por meio do qual é possível apontar soluções, tecnologias e alternativas para conviver com essa situação, a fim de minimizar os impactos da seca nas propriedades rurais e recuperar áreas degradadas nas propriedades rurais.

Esta publicação é uma das ações desenvolvidas pelo Incaper nesse período de crise hídrica. O Instituto tem dinamizado a geração e a transferência de tecnologias na área de conservação de solos e da água e buscado inovações tecnológicas para a convivência com a seca no Estado.

Além da capacitação dos profissionais da instituição e de organizações parceiras, outra ação de destaque nessa área tem sido a realização de cursos e a construção de barragens pela Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag) em diversos municípios capixabas.

Nesta edição da Incaper em Revista, artigos técnico-

científicos apresentam o cenário capixaba no que se refere aos impactos da seca. O conteúdo dos textos traz uma caracterização da estiagem no ano hidrológico, bem como uma apresentação das perdas na agricultura na produção agrícola do Estado em 2015.

Além disso, outros artigos apresentam diversas alternativas para convivência com a seca, entre elas, tecnologias de conservação e armazenamento de águas, variedades melhoradas tolerantes à seca; técnicas de manejo da água na agricultura e implantação de sistemas agroflorestais. Questões legais referentes ao uso da água no Espírito Santo também são abordadas nesta revista.

Esta publicação também conta com a contribuição de um renomado profissional, de âmbito nacional, na área de conservação de água e solo. Trata-se do professor da Universidade Federal de Viçosa João Luiz Lani, que em entrevista concedida à revista, apresenta um panorama da situação dos solos e uso dos recursos hídricos na agricultura.

Por fim, para rememorar a trajetória do Instituto em comemoração aos seus 60 anos de existência, a Incaper em Revista traz uma reportagem especial sobre os principais resultados e ações dessa instituição ao longo do tempo. Mais do que recontar uma história, essa matéria faz um balanço, a partir da ótica dos profissionais que por aqui passaram, dos impactos do Incaper para os agricultores familiares e todo setor produtivo da agricultura capixaba.

Esperamos que esta publicação, veiculada em um momento pertinente da conjuntura capixaba, possa ser um instrumento de socialização de conhecimentos, reflexão sobre a temática e orientador para a adoção de novas práticas sustentáveis.

Incaper 60 anos: cultivando atitudes sustentáveis.

**Mauro Rossoni Junior**  
Diretor-Técnico do Incaper

**Marcelo Suzart de Almeida**  
Diretor-Presidente do Incaper

# A estiagem no ano hidrológico 2014-2015 no Espírito Santo

Hugo Ely dos Anjos Ramos<sup>1</sup>; Bruce Francisco Pontes da Silva<sup>2</sup>; Thábata Teixeira Brito<sup>3</sup>; José Geraldo Ferreira da Silva<sup>4</sup>; Pedro Henrique Bonfim Pantoja<sup>5</sup>; Ivaniel Fôro Maia<sup>6</sup>; Ludmila Bergamini Thomaz<sup>7</sup>

**Resumo** - O presente trabalho visa a caracterizar meteorologicamente o ano hidrológico 2014-2015 no Espírito Santo, através da análise de dados climatológicos. Para isso, utilizou-se a base de dados da rede de estações meteorológicas e postos pluviométricos integrados ao sistema de monitoramento meteorológico do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Foram analisados os dados de temperatura máxima, mínima e média e dados de precipitação. Verificou-se que o período de outubro de 2014 a março de 2015 foi mais seco do que a média histórica, proporcionando uma classificação de “seca extrema” a “seca moderada”, conforme o Índice de Precipitação Normalizada em boa parte do Estado. Apesar de o outono ter se apresentado em boa parte do Estado como chuvoso, no balanço anual, o Espírito Santo ainda permaneceu com classificação de “extremamente seco” a “moderadamente seco”. Com relação às temperaturas, verificou-se que no verão, as temperaturas máximas apresentaram anomalia positiva de até 2 °C acima da média, mas as temperaturas mínimas apresentaram anomalias próximas à neutralidade. No inverno, tanto as temperaturas máximas (geralmente diurnas) quanto as mínimas (normalmente noturnas) apresentaram anomalias positivas, variando de 0,5 a 2 °C. Considerando a média anual das temperaturas, verificou-se que apenas a região sul/sudeste e a parte norte da região noroeste apresentaram anomalia positiva para as temperaturas máximas, com valores que variaram de 0,5 a 2 °C. Com relação à temperatura mínima média anual, esta permaneceu próxima à neutralidade, enquanto a temperatura média anual apresentou anomalia positiva apenas na região sul do Estado, com valores variando de 0,5 a 1 °C. Diante do exposto, conclui-se que o ano hidrológico 2014-2015 foi seco e quente, apresentando pouca recarga do lençol freático.

**Palavras-chaves:** Climatologia. Balaço das chuvas. Índice de Precipitação Normalizada. Ano hidrológico.

## The hydrological year 2014-2015 drought in the State of Espírito Santo, Brazil

**Abstract** - This study aims to characterize in meteorological terms the hydrological year 2014-2015 in the State of Espírito Santo, Brazil, through a climatological data analysis. To achieve that, a network database of weather stations and rain gauges integrated into the weather monitoring system of the Espírito Santo Institute of Research, Technical Assistance and Rural Extension (Incaper) has been used. The maximum, minimum and average temperature data and rainfall data were analyzed. It was found that the period from October 2014 to March 2015 was drier than the historical average, providing a rating of “extreme drought” to “moderate drought” according to the Standardized Precipitation Index in much of the state territory. Although autumn has been considered as rainy in much of its area according to the annual report, the State of Espírito Santo still maintained the classification of “very dry” to “moderately dry”. With respect to temperatures, the analysis showed that in summer the maximum temperatures showed positive anomaly of up to 2 °C above the average minimum temperature but exhibited anomalies close to neutrality. In winter, both the maximum temperature (typically in daytime) and minimum (usually at night)

showed positive anomalies ranging from 0.5 to 2 °C. Considering the average annual temperatures, it was found that only the south/southeast and the northern part of the northwestern region showed positive anomaly for the maximum temperatures, with values ranging from 0.5 to 2 °C. In relation to the average annual minimum temperature, it remained close to neutrality while the average annual temperature showed positive anomalies only in the southern region of the state, with values ranging from 0.5 to 1 °C. Based on the considerations above, one can conclude that the hydrological year 2014-2015 was dry and warm, with little groundwater recharge.

**Keywords:** Climatology. Rainfall report. Standardized Precipitation Index. Hydrological year.

## INTRODUÇÃO

A climatologia de um dado local é determinada pelo comportamento médio de variáveis meteorológicas, as quais são obtidas a partir dos registros contínuos de dados coletados em postos climatológicos. A partir dessa referência, é possível analisar a evolução espaço-temporal das condições climáticas e sua influência numa determinada região.

O Espírito Santo, que abrange uma área de aproximadamente 0,5% do território nacional, possui uma diversificada climatologia em nível regional, que, de acordo com Lima et al. (2013), pode variar de “clima quente e seco” a “clima frio e chuvoso”. De maneira geral, o período com volume de precipitação mais baixo vai de abril a setembro, e o de maior volume de outubro a março. Em relação às temperaturas, Feitoza et al. (1979) apontam que as menores médias das mínimas e das máximas anuais ocorrem entre junho e agosto em todo o Estado, ou seja, exatamente na época do inverno, quando as invasões de ar frio são mais intensas e frequentes e a insolação é menor no hemisfério sul. Segundo Naghettini e Pinto (2007), o ano hidrológico corresponde a um período fixo de 12 meses, a começar no início do período chuvoso e terminar no final da estação seca. Essas informações são de fundamental importância para determinar as épocas de excedente ou escassez hídrica, possibilitando a adoção de medidas efetivas para o uso racional de água e energia, que são insumos necessários para a garantia da sustentabilidade dos empreendimentos econômicos e socioambientais.

Diante dos impactos provocados pelas aparentes mudanças climáticas globais, vários pesquisadores têm investigado suas possíveis causas para embasar a adoção de estratégias combinadas com

mitigação e adaptação, no intuito de reduzir as vulnerabilidades dos sistemas ambiental, social e econômico. Especialmente nas últimas décadas, eventos meteorológicos extremos, tais como chuvas intensas, secas prolongadas e ilhas de calor vêm desfavorecendo o desenvolvimento socioeconômico de diversas nações. No Brasil, eventos climáticos extremos têm ocorrido em diversas regiões do país (MARENGO et al., 2003; MARENGO et al., 2013).

O agronegócio capixaba, contabilizando-se todos os elos da cadeia produtiva, como produção e agroindustrialização, é o segmento mais importante para 61 dos 78 municípios capixabas (ESPÍRITO SANTO, 2008), respondendo por 30% dos empregos e gerando mais de R\$ 11 bilhões para a economia estadual. Nos últimos anos, a estiagem agrícola no Espírito Santo vem sendo um limitador para o desenvolvimento socioeconômico da região e tem provocado prejuízos significativos aos agricultores, que na sua maioria são de base familiar. Citamos como exemplo os períodos de estiagem prolongada dos anos de 2003, 2007, 2010, 2011 e desde 2014, que provocaram uma quebra significativa da produção agrícola devido à diminuição do rendimento das culturas, uma expressiva mortalidade de animais e muitos conflitos pelo uso da água, o que, por sua vez, ocasionou um desequilíbrio econômico e social na região. Por outro lado, em 2008, 2009 e 2013, as precipitações do período chuvoso assolaram o Estado, acarretando diversos prejuízos em toda a cadeia produtiva e um impacto social que ainda se reflete no cenário atual.

## OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é analisar o comportamento da temperatura e da precipitação

<sup>1</sup> Meteorologista, Pesquisador do Incaper, hugoely@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Meteorologista, M.Sc. Meteorologia, Pesquisador do Incaper

<sup>3</sup> Meteorologista, M.Sc. Engenharia de Biosistemas, Pesquisadora do Incaper

<sup>4</sup> Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador do Incaper

<sup>5</sup> Meteorologista, M.Sc. Engenharia Ambiental, Pesquisador do Incaper

<sup>6</sup> Meteorologista, Pesquisador do Incaper

<sup>7</sup> Engenheira Florestal, Bolsista Embrapa Café/Incaper

no Espírito Santo, diagnosticando os principais fenômenos que influenciaram as diversas regiões do Estado ao considerar o período de um ano hidrológico 2014-2015.

## METODOLOGIA

Para determinar o grau de variabilidade da precipitação e da temperatura ao longo do ano hidrológico 2014-2015, foram utilizados os registros dessas variáveis gerados pela rede de pontos de observação meteorológica de superfície, estabelecidos em diversos locais do Espírito Santo e estados vizinhos. A série climatológica de dados de precipitação corresponde ao período de 1931 a 2013, obtida dos registros de dados da rede de observação meteorológica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e de parceiros institucionais, tais como Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Agência Nacional de Águas (ANA). Em virtude da pequena densidade de pontos de observação no Estado, a determinação do padrão climatológico das temperaturas médias, média das mínimas e das máximas seguiu a metodologia proposta por Feitosa et al. (1979), Feitosa et al. (1980a) e Feitosa et al. (1980b).

Com as séries temporais estabelecidas, as médias climatológicas de precipitação e de temperatura de cada localidade foram determinadas e, a partir dos registros de temperatura e de precipitação obtidos ao longo do ano hidrológico 2014-2015, determinou-se o desvio médio (anomalias) dos respectivos valores de referência. Para fins de avaliação da severidade do excesso ou da escassez hídrica, foi utilizado neste trabalho o Índice de Precipitação Normalizada (*Standardized Precipitation Index - SPI*) sugerido por McKee, Doesken e Kleist (1993), baseando-se na dispersão dos valores ocorridos durante o ano hidrológico 2014-2015, em relação à climatologia de precipitação.

Para uma melhor compreensão do comportamento da precipitação e da temperatura, os dados foram distribuídos de forma espacial e organizados em totais anuais e em períodos trimestrais correspondentes

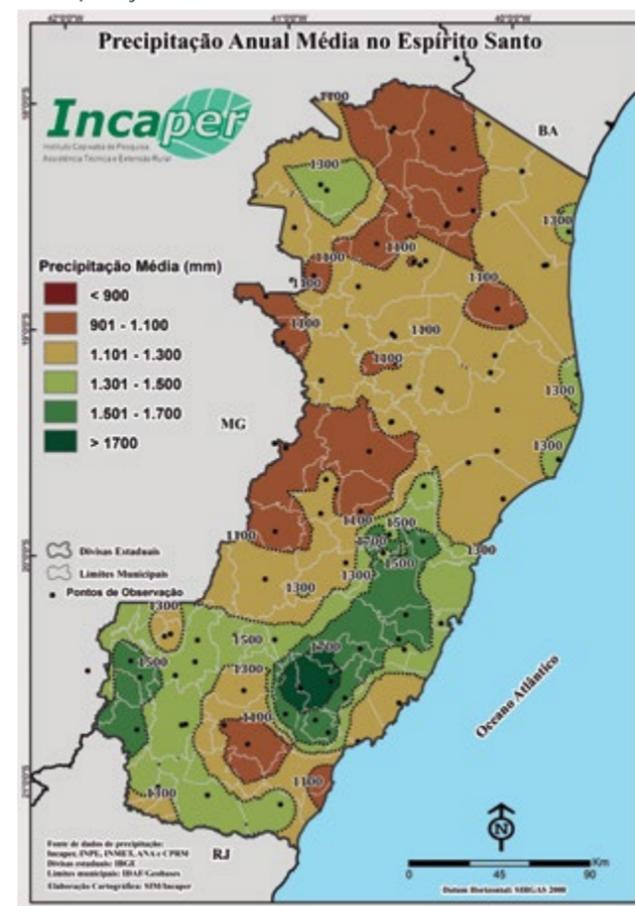
às estações do ano astronomicamente definidas. Neste estudo, considera-se a primavera como sendo o trimestre outubro-novembro-dezembro (OND); janeiro-fevereiro-março (JFM) como meses do verão; abril-maio-junho (AMJ) como o outono; e julho-agosto-setembro (JAS) como o inverno.

## RESULTADOS

### CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

#### Precipitação

##### Precipitação Anual



**Figura 1.** Precipitação média (mm) anual no Espírito Santo, no período de 1931 a 2013.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

De maneira geral, no Estado do Espírito Santo chove em média de 900 a 1.700 mm por ano (Figura 1). Os maiores valores médios anuais de precipitação ocorrem na parte leste da região serrana, nas imediações dos Municípios de Alfredo Chaves e Vargem Alta e nas proximidades do Parque do Caparaó,

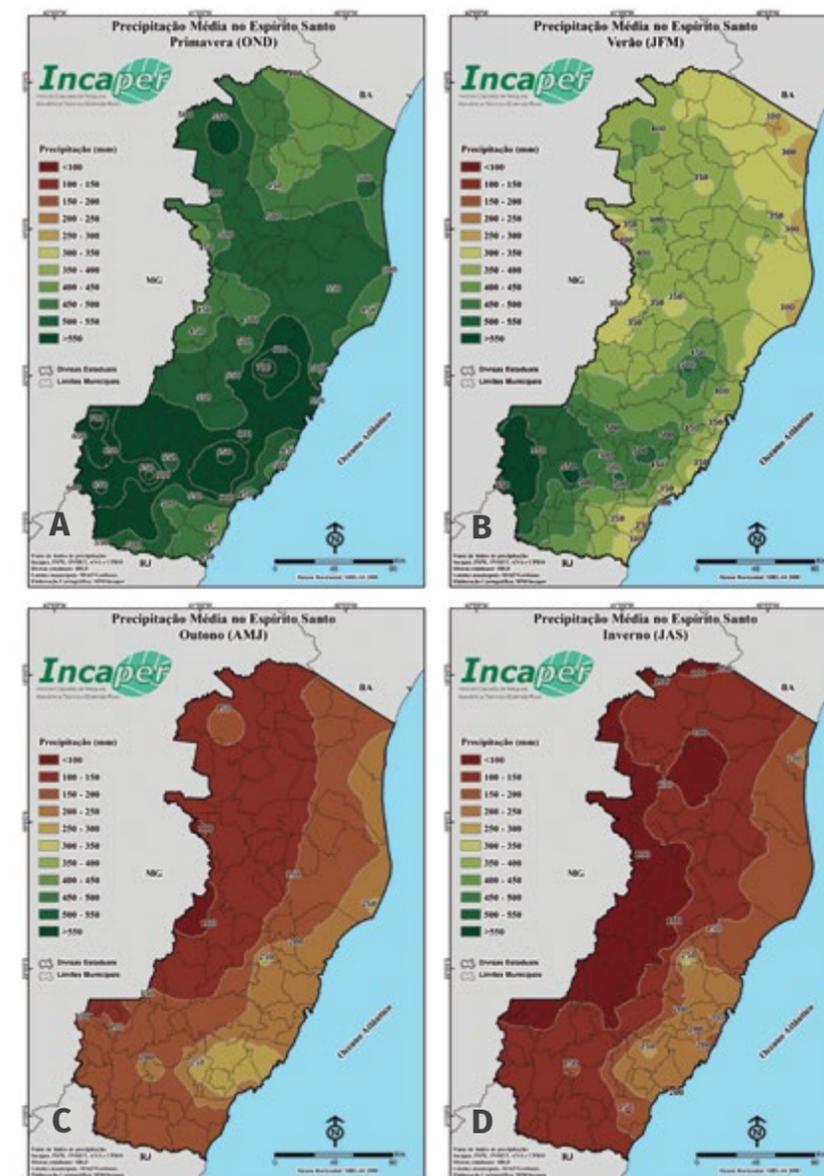
onde a média anual de chuva alcança até 1.700 mm. As menores precipitações ocorrem normalmente em alguns trechos situados no noroeste do Estado e nos municípios do vale do Rio Itapemirim situados próximos à foz, em que os acumulados médios anuais oscilam entre 900 e 1.100 mm.

#### Precipitação Sazonal

Ao longo do ano, o regime de precipitação no Espírito Santo apresenta uma sazonalidade marcada por duas épocas distintas. De acordo com Nóbrega et al. (2008a, 2008b), a estação chuvosa no Espírito Santo ocorre entre outubro e março, que coincide com os meses de primavera (OND) e verão (JFM), dos quais o trimestre da primavera é o mais chuvoso do ano.

Durante os meses de primavera, os acumulados de precipitação média ficam acima dos 600 mm na região do Caparaó capixaba e região serrana, entre 500 e 600 mm no sul e entre 400 e 500 mm nas demais regiões (Figura 2A). Já nos meses de verão, a média acumulada de precipitação para o trimestre supera os 500 mm nas regiões noroeste, serrana e Caparaó capixaba, entre 300 e 400 mm nas regiões litorâneas e entre 400 e 500 mm nas demais (Figura 2B).

Por outro lado, a época seca abrange os meses de abril a setembro, que correspondem ao outono (AMJ) e inverno (JAS), dos quais o trimestre do inverno é o menos chuvoso do ano. A média de precipitação nos meses de outono fica inferior a 150 mm na porção oeste do Estado, enquanto nas demais áreas ela varia de 200 a 300 mm (Figura 2C). Para o período do



**Figura 2.** Precipitação média (mm) esperada nos meses de primavera (outubro-novembro-dezembro) (A); verão (janeiro-fevereiro-março) (B); outono (abril-maio-junho) (C); e inverno (julho-agosto-setembro) (D), a partir da série histórica de 1931 a 2013.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

inverno, a média acumulada de precipitação fica, em média, abaixo dos 100 mm na região oeste, entre 200 e 300 mm no sudeste e entre 100 e 200 mm nas demais regiões (Figura 2D).

O período chuvoso coincide com a época mais quente do ano no Estado e com o período de maior demanda de água para suprir as necessidades fisiológicas das plantas. Porém, como o período seco é bem pronunciado, faz-se necessária a suplementação de água para as lavouras nessa época do ano. Logicamente, o período seco é aquele que também se observam as menores vazões nos rios e, conseqüentemente, em especial nos anos com precipitação abaixo da média no período chuvoso, surgem os conflitos pelo uso da água.

### Temperatura

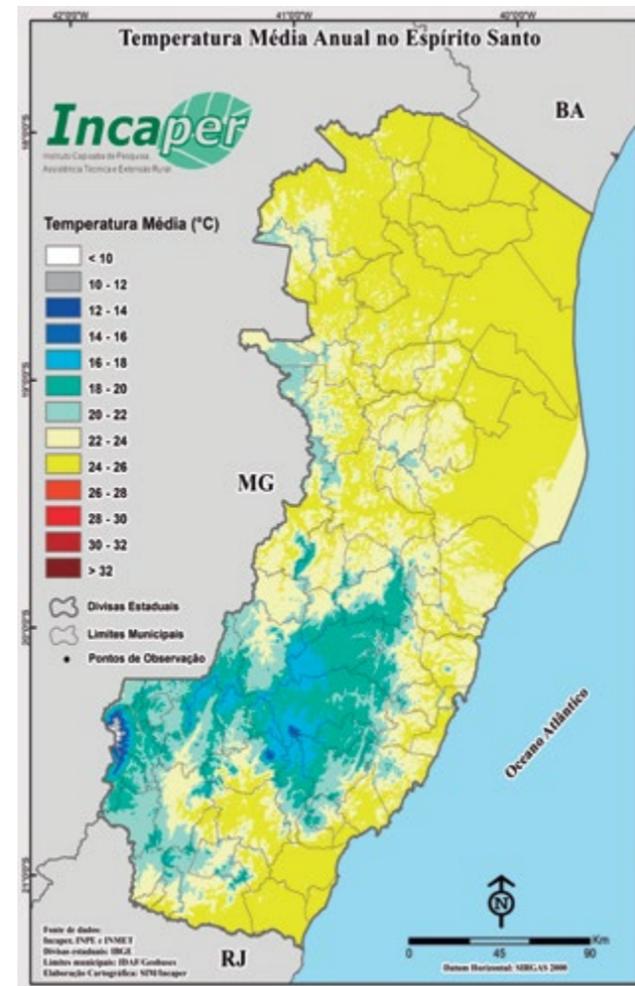
No Estado do Espírito Santo, devido a sua topografia com altitudes que variam desde o nível do mar até altitudes maiores do que 2.800 m, as temperaturas médias também sofrem variações. Segundo Lima et al. (2013), a faixa leste do Espírito Santo é aquela que apresenta as médias anuais mais uniformes.

As máximas e mínimas médias anuais mais elevadas são observadas no verão, ou seja, entre janeiro e março, quando ocorre o pico de insolação, e as invasões de ar polar são mais fracas e menos frequentes. Mínimas um pouco elevadas também ocorrem no mês de dezembro, quando se observa também o pico da estação chuvosa no Estado. As menores médias das mínimas e das máximas anuais ocorrem entre junho e agosto em todo o território capixaba, ou seja, exatamente na época do inverno, quando as incursões de ar frio são mais intensas e frequentes e a insolação é menor no hemisfério sul.

### Temperatura Média Anual

Na distribuição da temperatura média anual para o Espírito Santo, elaborado a partir da metodologia proposta por Feitosa et al. (1979), observa-se que, em quase todo o Estado, a temperatura média anual está entre 22 e 26 °C, principalmente na metade

norte, litoral sul e vale do Itapemirim, mas chega a temperaturas menores que 10 °C na região do Alto Caparaó (Figura 3). Observa-se ainda que, em boa parte da região serrana, a temperatura média anual varia de 16 a 20 °C.



**Figura 3.** Temperatura média (°C) anual no Espírito Santo.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

### Temperatura Média Sazonal

Nos meses de primavera, toda a metade norte do Espírito Santo, centro e litoral sul e na região metropolitana, a temperatura média varia de 24 a 26 °C, enquanto que na maior parte das regiões montanhosas, elas atingem patamares que vão de

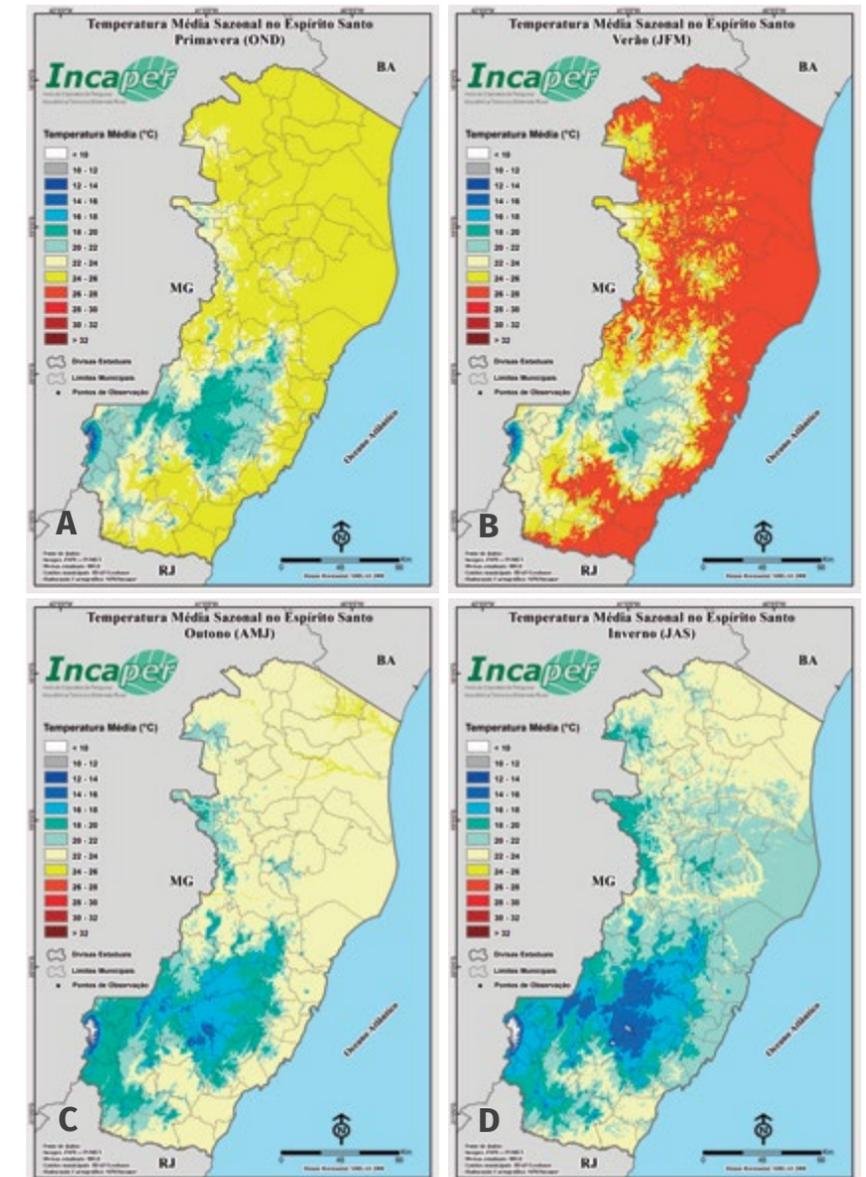
18 a 20 °C, mas podem variar de 10 a 12 °C nos pontos culminantes do Estado (Figura 4A).

Nos meses de verão, que correspondem ao trimestre mais quente do ano, percebe-se que as temperaturas médias mais elevadas concentram-se por toda a faixa litorânea, no vale do Rio Itapemirim e na porção noroeste mais afastada da divisa com Minas Gerais, oscilando entre 26 e 28 °C (Figura 4B). Nas regiões de altitude mais elevada, a média da temperatura fica entre 20 e 22 °C, podendo variar de 14 a 16 °C nos pontos mais altos. Nas áreas em amarelo, que estão localizadas na transição entre a planície e a região de montanhas, a média varia de 22 a 26 °C.

Nos meses de outono, toda a metade norte, no centro e litoral sul e na região metropolitana, a temperatura média fica entre 22 e 24 °C, enquanto que nos trechos mais elevados do Estado, as médias variam de 16 a 20 °C, podendo ficar entre 10 e 12 °C nos pontos mais altos (Figura 4C). No trimestre mais frio do ano (inverno), o extremo norte capixaba tem temperatura média mais elevada, com valores que variam de 22 a 24 °C (Figura 4D). Nos trechos de serra, a temperatura média oscila entre 14 e 18 °C, podendo ficar inferior a 10 °C nos pontos culminantes. Nas demais áreas, a temperatura média fica entre 16 e 20 °C.

### Temperatura Máxima Média Anual

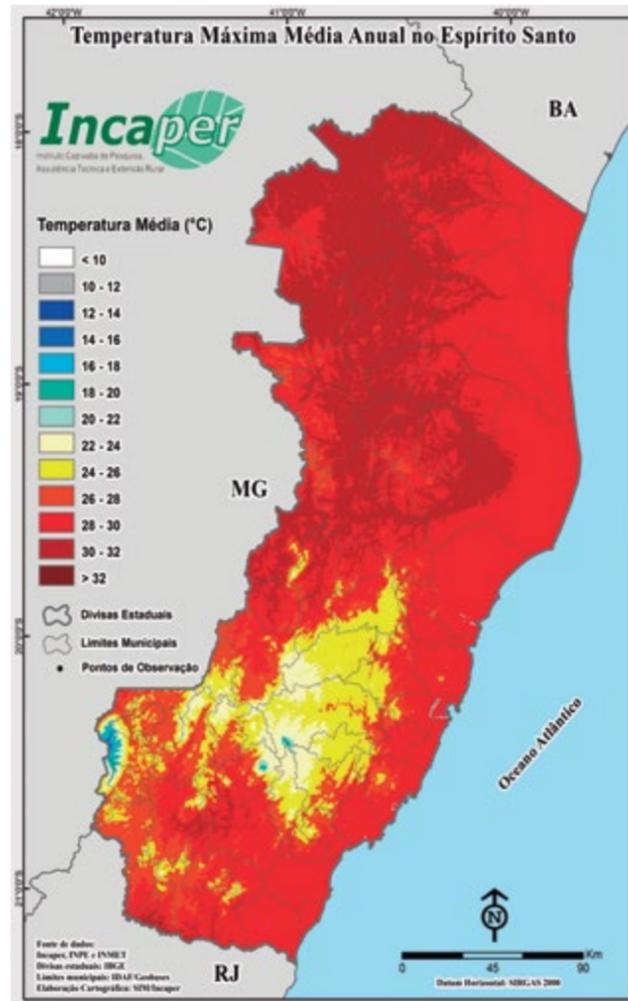
Na distribuição espacial da temperatura média das máximas anual, obtida segundo metodologia de Feitosa et al. (1980a), observa-se que a região



**Figura 4.** Temperatura média (°C) esperada nos meses de primavera (outubro-novembro-dezembro) (A); verão (janeiro-fevereiro-março) (B); outono (abril-maio-junho) (C); e inverno (julho-agosto-setembro) (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

centro-norte do Estado do Espírito Santo é a mais quente, com médias das máximas variando de 30 a 32 °C (Figura 5). É nessa região onde se concentra a maior parte da agricultura irrigada, em especial a cafeicultura e a fruticultura capixaba. Observa-se que na região litorânea a temperatura média das



**Figura 5.** Temperatura média (°C) máxima anual no Espírito Santo.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

máximas varia de 28 a 30 °C. Na região serrana, a predominância da temperatura média das máximas está entre 22 e 28 °C. Porém, à medida que se sobe a Serra do Caparaó, a temperatura cai, com a média das máximas anual variando de 14 a 16 °C.

#### Temperatura Máxima Sazonal

A temperatura máxima média na primavera, no Espírito Santo, apresenta os maiores valores em todo o noroeste e o centro-sul do Estado, onde as temperaturas ficam entre 30 e 32 °C nessa época (Figura 6A). Em toda a faixa litorânea, as temperaturas

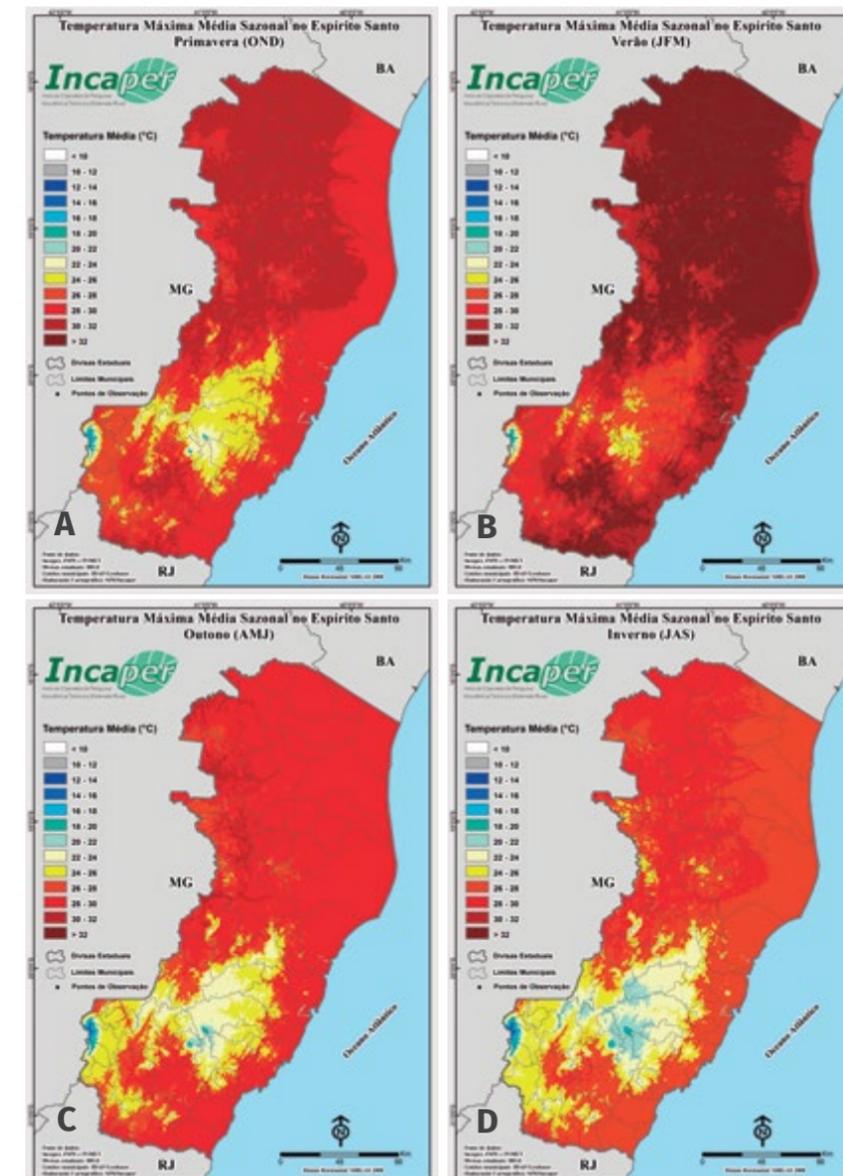
máximas oscilam entre 28 e 30 °C. Na maior parte da região serrana, a média das máximas varia de 22 a 24 °C e nas imediações do Caparaó, as máximas ficam entre 26 e 28 °C, podendo alcançar entre 16 e 20 °C nos pontos mais culminantes do Estado.

Nos meses de verão, a temperatura máxima média é mais uniforme em toda a metade norte, em que pode superar os 32 °C nesse período (Figura 6B). Na maior parte da região serrana, a média das máximas varia de 24 a 28 °C e, nas imediações do Caparaó, as máximas variam de 28 a 30 °C, podendo ficar entre 16 e 22 °C nos pontos mais culminantes do Estado. Nas demais áreas, a média das máximas variam de 30 a 32 °C.

Nos meses de outono, toda a metade norte, no centro e litoral sul e na região metropolitana, a temperatura média varia de 28 a 30 °C, enquanto que na maior parte da região serrana, a média das máximas oscila entre 20 e 26 °C e, nas imediações do Caparaó, as máximas alcançam patamares que

vão de 24 a 28 °C, podendo ficar entre 14 e 20 °C nos pontos mais elevados do Estado (Figura 6C).

No período do inverno, em que o calor diminui em todo o Estado, a média das máximas mais elevadas estão concentradas por todo o noroeste, com valores entre 28 e 30 °C (Figura 6D). Na maior parte



**Figura 6.** Temperatura máxima média (°C) esperada nos meses de primavera (outubro-novembro-dezembro) (A); verão (janeiro-fevereiro-março) (B); outono (abril-maio-junho) (C); e inverno (julho-agosto-setembro) (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

da região serrana, a média das máximas varia de 20 a 24 °C e, nas imediações do Caparaó, as máximas ficam entre 24 e 26 °C e entre 16 e 20 °C nos trechos de maior altitude do Estado. Nas demais áreas, a média das máximas atinge temperaturas que vão de 26 a 28 °C.

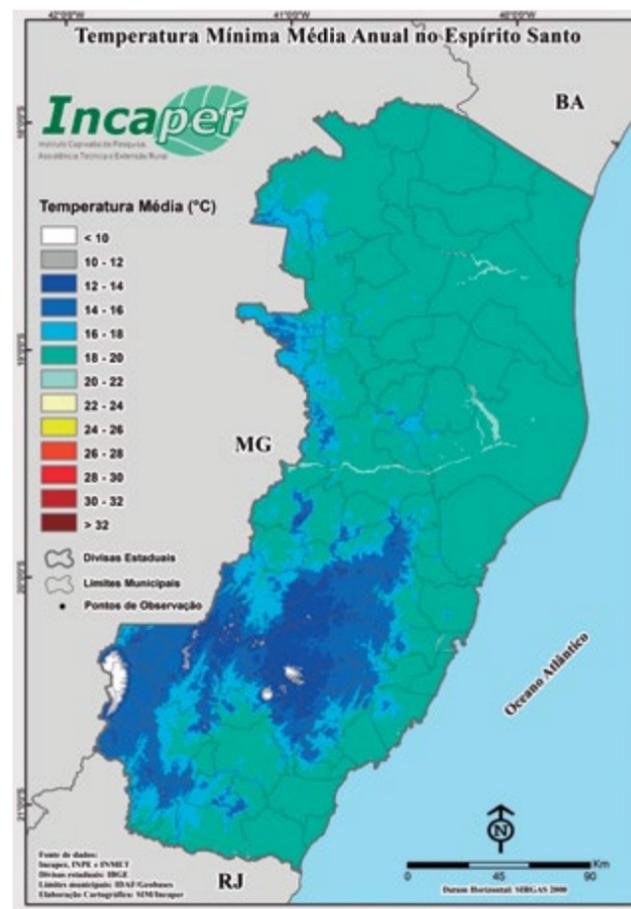
#### Temperatura Mínima Média Anual

Na distribuição da temperatura média anual das mínimas para o Espírito Santo, obtida segundo a metodologia proposta por Feitosa et al. (1980b), observa-se que na maior parte do Estado a temperatura média das mínimas fica em torno de 18 e 20 °C (Figura 7). Nos pontos mais elevados da região

serrana e Caparaó, a temperatura média anual das mínimas é menor que 12 °C. Em média, as áreas altas do Espírito Santo apresentam médias das mínimas girando em torno dos 15 °C ao longo do ano.

#### Temperatura Mínima Sazonal

A temperatura mínima média na primavera, no Espírito Santo apresenta os valores mais elevados por toda a faixa litorânea, no vale do Rio Itapemirim e na porção noroeste mais afastada da divisa com Minas Gerais, que oscilam entre 20 e 22 °C (Figura 8A). Na maior parte da região serrana, a média das mínimas varia de 14 a 18 °C e nas imediações do Caparaó, as máximas alcançam entre 16 e 18°C,



**Figura 7.** Temperatura mínima média (°C) anual no Espírito Santo.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

podendo ficar abaixo dos 10 °C nos pontos mais culminantes do Estado.

Nos meses de verão, o litoral é a parte que apresenta as maiores médias das mínimas, que vão de 22 a 24 °C (Figura 8B). Nas regiões de altitude mais elevada, a média da temperatura mínima mantém-se

entre 16 e 20 °C, podendo ficar abaixo dos 10 °C nos pontos mais altos do Estado. Nas áreas em um tom azul-esverdeado, que estão localizadas na transição entre a planície e a região de montanhas, a média das mínimas varia de 20 a 22 °C.

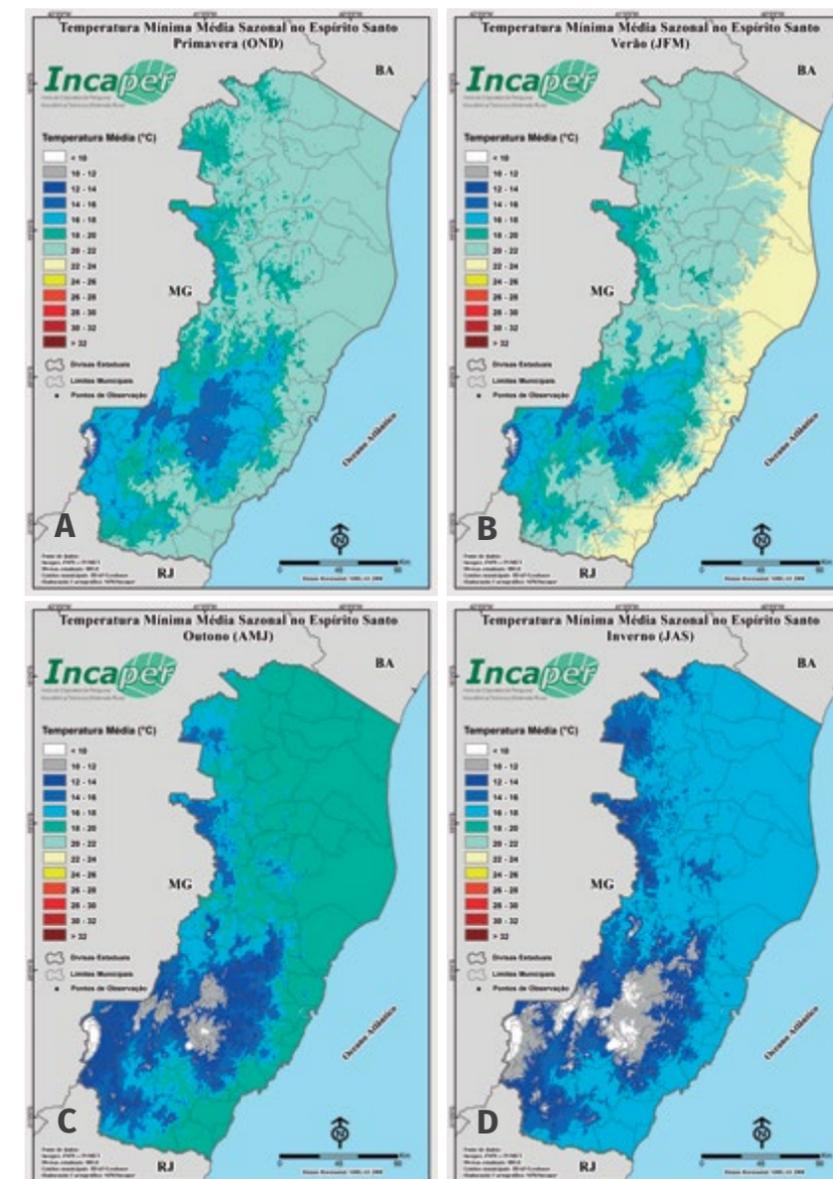
Durante os meses de outono, apresenta-se uma uniformidade de temperatura média das mínimas em toda a metade norte, no centro e litoral sul e na região metropolitana, onde a média oscila entre 16 e 20 °C, enquanto que nos trechos mais elevados do Estado, as médias vão de 10 a 14 °C, podendo ficar abaixo de 10 °C (Figura 8C).

No trimestre mais frio do ano (inverno), na região serrana e no Caparaó, as mínimas médias variam de 10 a 12 °C, podendo ficar abaixo de 10 °C nos pontos culminantes do Estado (Figura 8D). Nas áreas de transição entre a região montanhosa e a planície, as médias das mínimas oscilam entre 12 e 16 °C, enquanto que nas demais áreas, as médias das mínimas oscilam entre 16 e 18 °C.

#### ANÁLISE SAZONAL DA PRECIPITAÇÃO NO ANO HIDROLÓGICO 2014-2015

##### Análise da precipitação na primavera 2014

Durante a primavera de 2014, a chuva ocorreu distribuída de maneira irregular. Enquanto alguns trechos do extremo norte, Caparaó, sul serrano, norte da Grande Vitória e proximidades de Aracruz superaram os 500 mm acumulados (Figura 9A), no restante do Estado, as chuvas acumuladas nesse período variaram de 250 a 400 mm. Comparando esses dados com a média da região, pode-se observar que em quase todo o Estado ocorreu



**Figura 8.** Temperatura mínima média (°C) esperada nos meses de primavera (outubro-novembro-dezembro) (A); verão (janeiro-fevereiro-março) (B); outono (abril-maio-junho) (C); e inverno (julho-agosto-setembro) (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

uma anomalia negativa da precipitação superior aos 300 mm, isto é, choveu 300 mm a menos do que a média (Figura 9B). Consta-se que as regiões mais afetadas nesse período foram a sul e serrana, onde esse *deficit* chegou à casa dos 600 mm, mas nota-se também alguns pontos isolados do território capixaba em condições semelhantes.

Segundo os desvios da precipitação em valores percentuais, observa-se que a porção sul do Estado apresentou maior área com desvios elevados que variaram de 25 a 75% abaixo da média (Figura 9C). Mas vale ressaltar que a porção norte também apresentou grande área com desvios entre 25 e 50% abaixo da média. Dessa forma, considerando os dados expostos,

verifica-se que praticamente em todo o Espírito Santo a chuva acumulada nesse período ficou abaixo da média. Grande parte do sul do Estado, conforme classificação SPI, ficou na classe de extremamente seco a moderadamente seco, e a porção norte na classe de seca incipiente. Apenas alguns pontos no território capixaba aparecem classificados na classe de umidade incipiente (Figura 9D).

Diante do exposto, verifica-se que o ano hidrológico 2014-2015 iniciou-se com um *deficit* de chuva muito grande na maior parte do Estado. A primavera é considerada o período mais chuvoso do ano, e em algumas regiões, choveu até 75% menos do que deveria. Isso certamente refletiu na recarga do lençol freático, o que consequentemente refletirá na vazão das nascentes ao final do ano hidrológico.

#### Análise da precipitação no verão 2015

O verão de 2015 foi seco em todo o Espírito Santo. A região que se estende do litoral de Linhares ao ABC Capixaba (Apicá, Bom Jesus do Norte e São José do Calçado) acumulou os menores valores de chuva no período, não passando dos 200 mm (Figura 10A). Os maiores registros de chuva foram verificados no Alto Caparaó, centro serrano e região centro-norte

do Estado, que atingiram valores entre 300 e 350 mm.

As maiores anomalias de precipitação durante o verão de 2015 foram observadas na região sul do Espírito Santo, variando de 250 a 350 mm de *deficit* de chuva (Figura 10B). Em quase todo o restante do Estado, o acumulado de chuva oscilou entre 100 e 150 mm. Verifica-se também que não há anomalia

positiva para a precipitação nesse período, ou seja, em todo o Estado, choveu abaixo da média.

De modo geral, toda a metade sul do território capixaba teve desvio negativo variando de 50 a 75% de chuva abaixo da média histórica, ao passo que a metade norte observou um desvio de 25 a 50% abaixo da média (Figura 10C). Isso culminou com

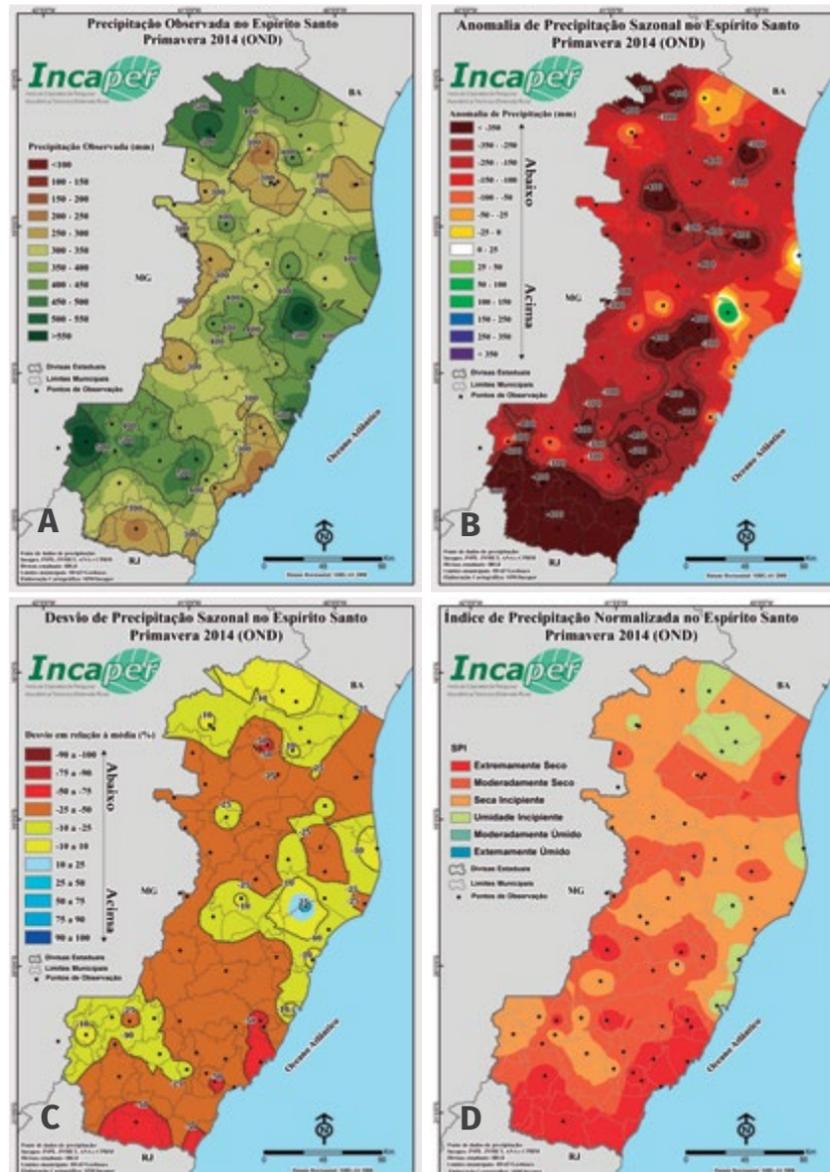
uma classificação, segundo o SPI, de extremamente seco na região sul e de moderadamente seco a seca incipiente para quase todo o restante do Estado (Figura 10D).

Assim, verifica-se que o período chuvoso do ano hidrológico 2014-2015 praticamente termina com *deficit* de chuva em todo o Espírito Santo, comprometendo seriamente as reservas hídricas do subsolo capixaba e, consequentemente, a vazão das nascentes e rios.

#### Análise da precipitação no outono 2015

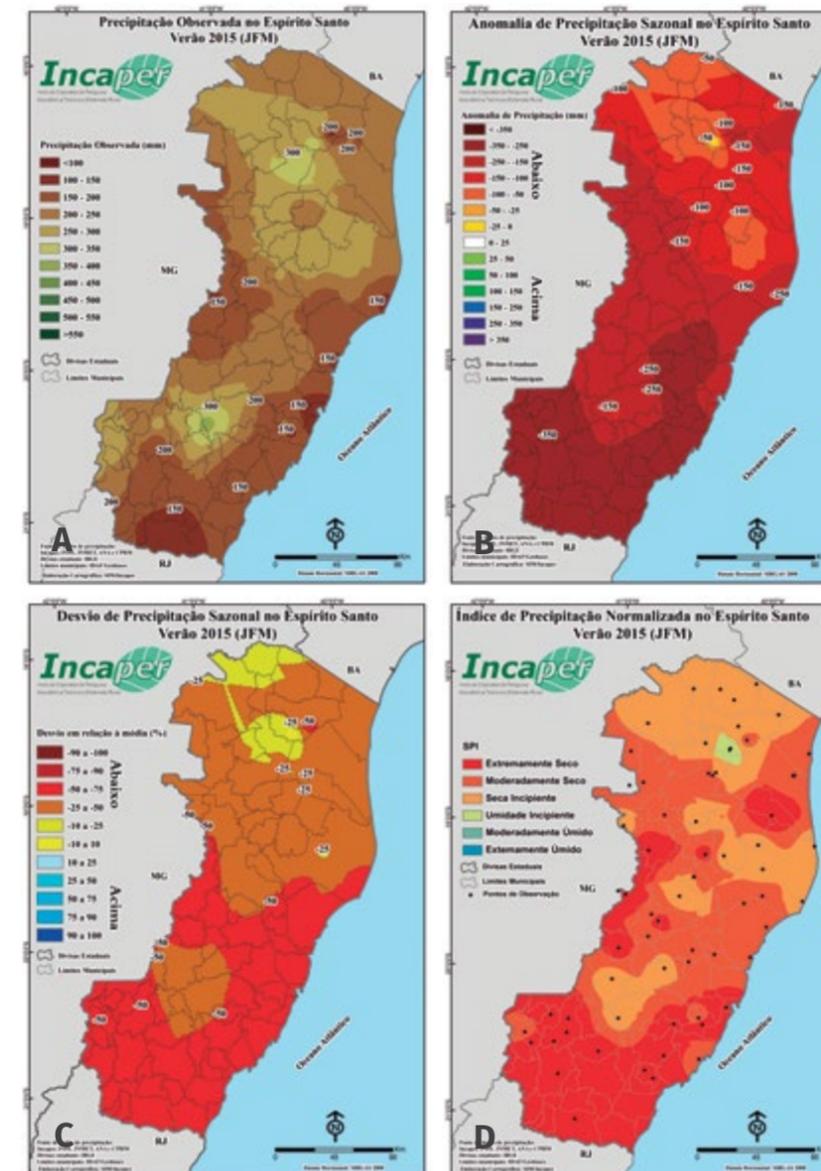
No outono de 2015, a chuva volta a cair no Espírito Santo, mas não de forma homogênea. Ainda assim, essa precipitação amenizou a situação da estiagem observada nas estações precedentes. A chuva distribuiu-se com acumulados variando de 100 a 300 mm na metade norte do Estado, estendendo-se até o oeste serrano (Figura 11A). Porém, na região do litoral sul e Caparaó, as chuvas acumuladas, nesse período, atingiram valores de até 500 mm.

Apesar de terem ocorrido chuvas bastante significativas no Espírito Santo, ainda foram registradas anomalias negativas na porção norte que atingiram valores próximos de 100 mm (Figura 11B). Observa-se que na porção sul foram registradas anomalias positivas com até 250 mm acima da média, na região do



**Figura 9.** Precipitação acumulada (mm) (A); anomalia de precipitação (mm) (B); desvio de precipitação (%) (C); e Índice de Precipitação Normalizada (SPI) nos meses da primavera (outubro-novembro-dezembro/2014) (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).



**Figura 10.** Precipitação acumulada (mm) (A); anomalia de precipitação (mm) do verão de 2015 (B); desvio de precipitação (%) (C); e Índice de Precipitação Normalizada (SPI) nos meses de verão (janeiro-fevereiro-março/2015) (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

Caparaó e na região ao redor de Alfredo Chaves. Assim, verificam-se desvios negativos que variaram de 10 a 75% (Figura 11C). Nesse período, os menores acumulados foram registrados na região de Barra de São Francisco. No sul do Estado, os desvios positivos chegaram a atingir 100% acima da média na região do

Alto Caparaó. Verificou-se também desvio positivo na região do litoral nordeste, com maior concentração das chuvas em São Mateus.

Com relação ao SPI, verifica-se que, à exceção da região centro-norte e noroeste que receberam classificação como ocorrência de seca incipiente, todo o resto do Estado obteve classificação variando de umidade incipiente a extremamente úmido (Figura 11D).

Apesar de algumas áreas terem sido classificadas como moderadamente úmida a extremamente úmida, esse excedente de chuva teve pouco efeito sobre as reservas do lençol freático, uma vez que nas estações anteriores (primavera e verão) essas áreas receberam classificação como extremamente seca. Vale ressaltar que quando ocorrem chuvas, parte delas se perde por escoamento superficial, e o restante é direcionado para o subsolo, a qual normalmente atinge o lençol freático. Como o solo estava muito seco, pouca ou nenhuma parte dessas chuvas conseguiram abastecer o lençol freático.

#### Análise da precipitação no inverno 2015

O inverno capixaba de 2015 registrou pouca chuva, os maiores valores foram observados no sudeste do Estado que acumulou uma média de 150 mm. Observa-se que, nesse período, em grande parte do território capixaba, as chuvas acumuladas não ultrapassaram os 100 mm (Figura 12A). Esse período do ano no Espírito Santo é caracterizado como sendo o mais seco.

No trimestre julho-agosto-setembro de 2015, foram verificadas chuvas abaixo

da média em praticamente todo o Estado. As anomalias negativas variaram de 50 a 100 mm em toda a porção norte à exceção do noroeste capixaba e de 25 a 50 mm na região sul e sudoeste do Espírito Santo (Figura 12B). Assim, os desvios da precipitação também foram negativos, atingindo os maiores valores na região

centro-oeste, onde verifica-se que o *deficit* de chuva foi de mais de 75% em relação à média da região (Figura 12C). Apenas uma pequena região do extremo sul e Alto Caparaó é que apresentou desvios positivos da ordem de 10%.

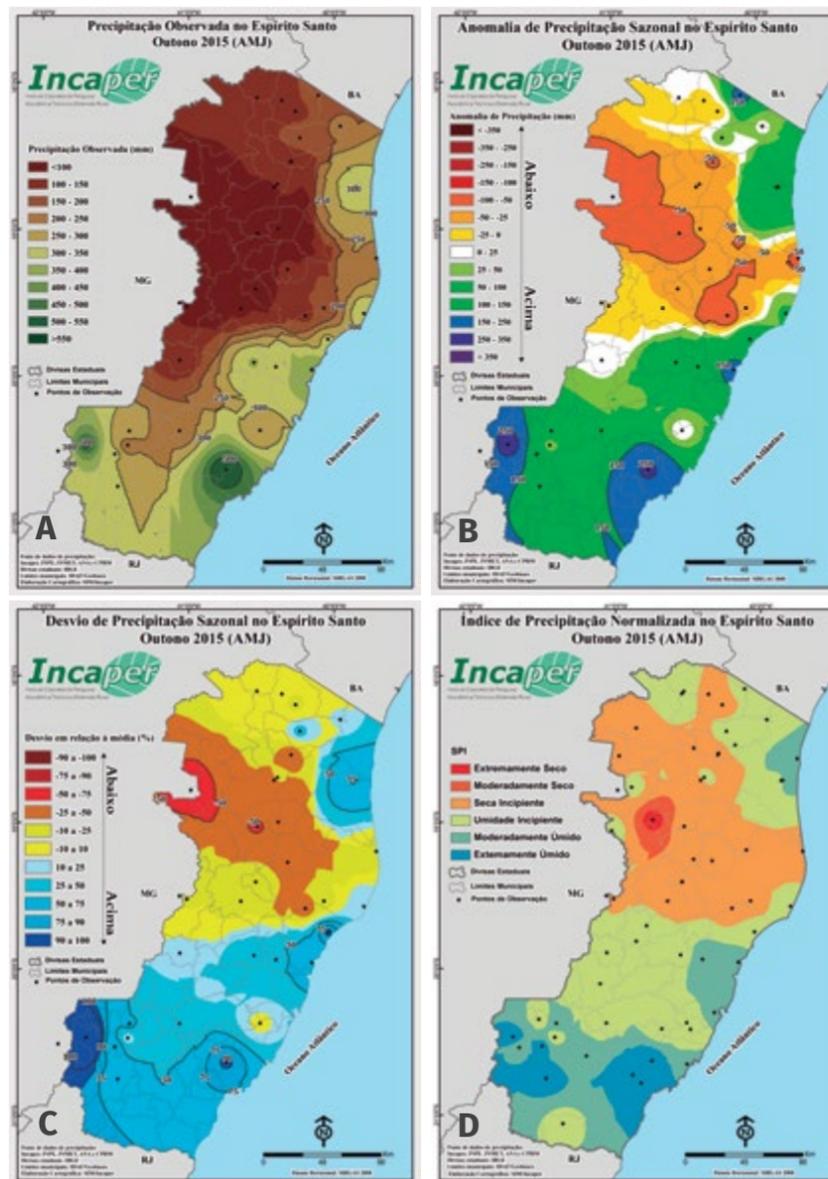
Com relação ao SPI, a diminuição das chuvas durante o inverno acarretou enquadramento de

grande parte do Estado na categoria de seca incipiente (Figura 12D). Somente alguns trechos do centro e extremo norte capixaba foram classificados como moderadamente secos, e alguns pontos localizados como extremamente secos.

Dessa forma, mesmo sendo um período de poucas chuvas, os acumulados foram abaixo da média, à exceção da região sul no outono, em que as chuvas foram bem significativas, mas vale ressaltar que nessa estação o total de chuva normalmente apresenta baixo acumulado.

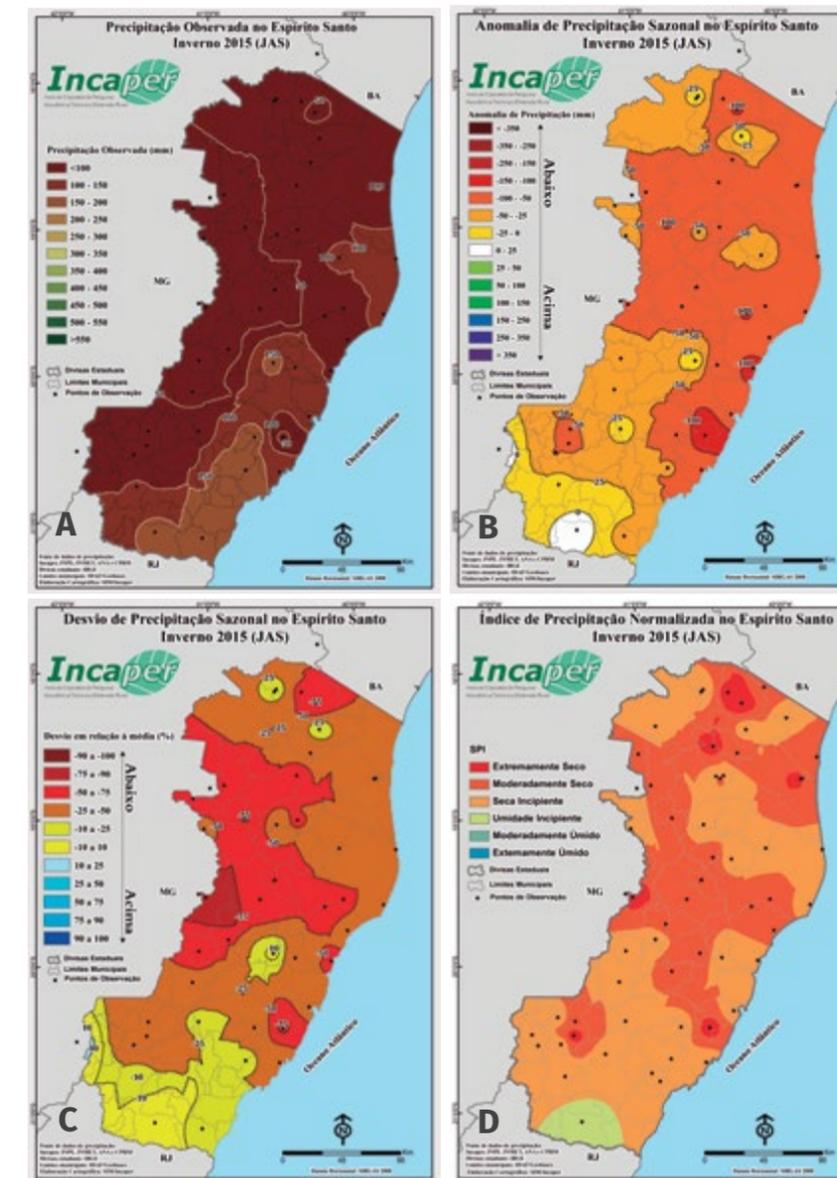
#### ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NO ANO HIDROLÓGICO 2014-2015

Durante o período de outubro de 2014 a setembro de 2015, observou-se que os maiores acumulados de chuva ocorreram em alguns trechos da região sul do Estado, como Caparaó e as proximidades de Alfredo Chaves, Rio Novo do Sul e Iconha, onde a chuva superou os 1.300 mm (Figura 13A). A região da Grande Vitória, litoral sul e leste serrano registrou valores entre 1.000 e 1.100 mm, enquanto que as demais áreas da região sul e o litoral nordeste observaram valores entre 900 e 1.000 mm. Na região norte, foram registrados entre 800 e 900



**Figura 11.** Precipitação acumulada (mm) (A); anomalia de precipitação (mm) do outono de 2015 (B); desvio de precipitação (%) (C); e Índice de Precipitação Normalizada (SPI) dos meses de outono (abril-maio-junho/2015) (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).



**Figura 12.** Precipitação acumulada (mm) (A); anomalia de precipitação (mm) do inverno de 2015 (B); desvio de precipitação (C); e Índice de Precipitação Normalizada (SPI) dos meses de inverno (julho-agosto-setembro/2015) (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

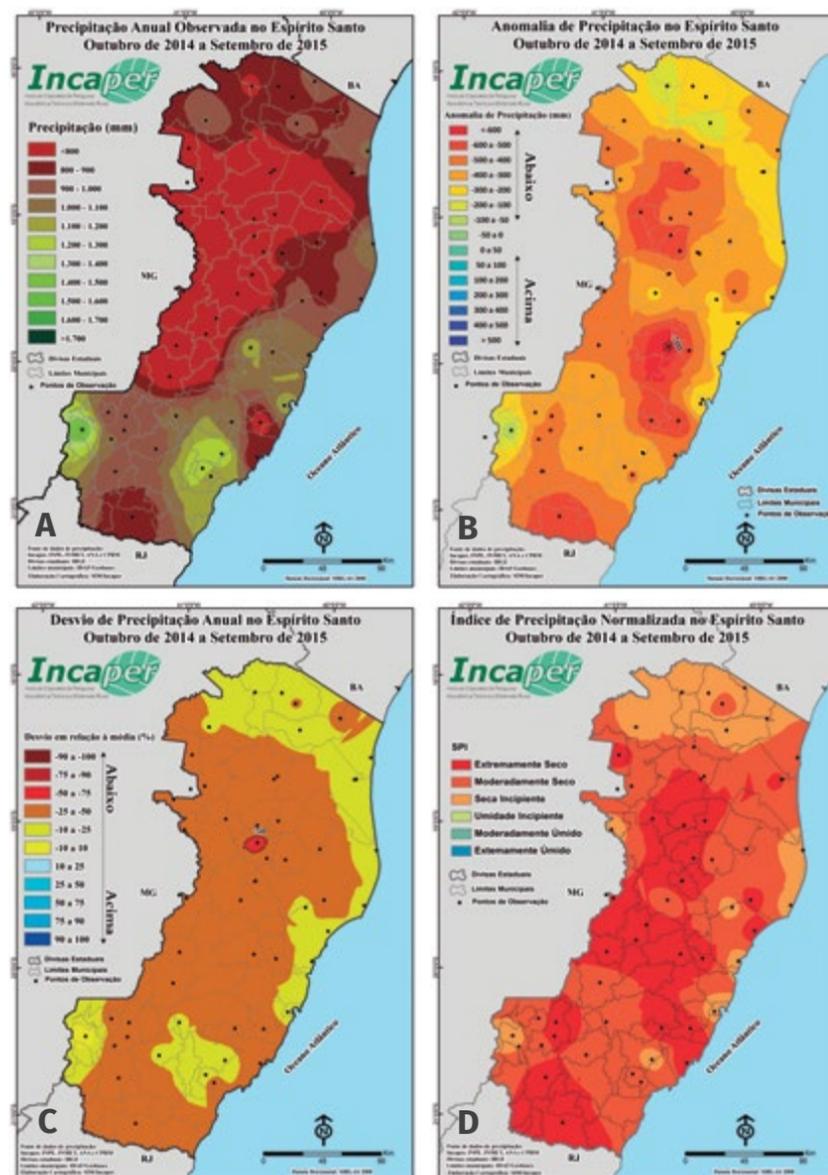
mm de precipitação, enquanto as regiões noroeste e o oeste serrano apresentaram valores acumulados menores que 800 mm de chuva.

Entende-se por anomalia como sendo a diferença entre a precipitação ocorrida e a média do local. Observa-se que em todo o Estado a anomalia foi negativa, isto é, choveu abaixo da média e que a maior anomalia foi registrada no Município de Santa Teresa, Distrito de Valsugana Velha (Figura 13B).

Segundo o desvio da precipitação em porcentagem no período considerado, choveu entre 25 e 50% menos do que a média em quase todo o Espírito Santo (Figura 13C). As chuvas mativeram-se próximas à média na região litorânea, a partir de Vitória, norte do Estado, parte da região do Caparaó e serrana.

Quanto ao SPI, que quantifica a deficiência ou o excesso de precipitação na escala mensal, trimestral e/ou anual, observou-se que o centro-sul do Estado, norte e leste serranos, municípios ao sul da Grande Vitória e a região noroeste foram enquadradas como extremamente secas (Figura 13D). As demais áreas estiveram moderadamente secas, exceto pelo extremo norte e alguns outros pontos isolados do território capixaba, que registraram seca incipiente.

Assim, todo o Estado do Espírito Santo fecha o ano hidrológico 2014-2015 com saldo negativo para a precipitação pluviométrica, o que implica baixa recarga do lençol freático nessa região, provocando sérias consequências para o ano hidrológico 2015-2016.



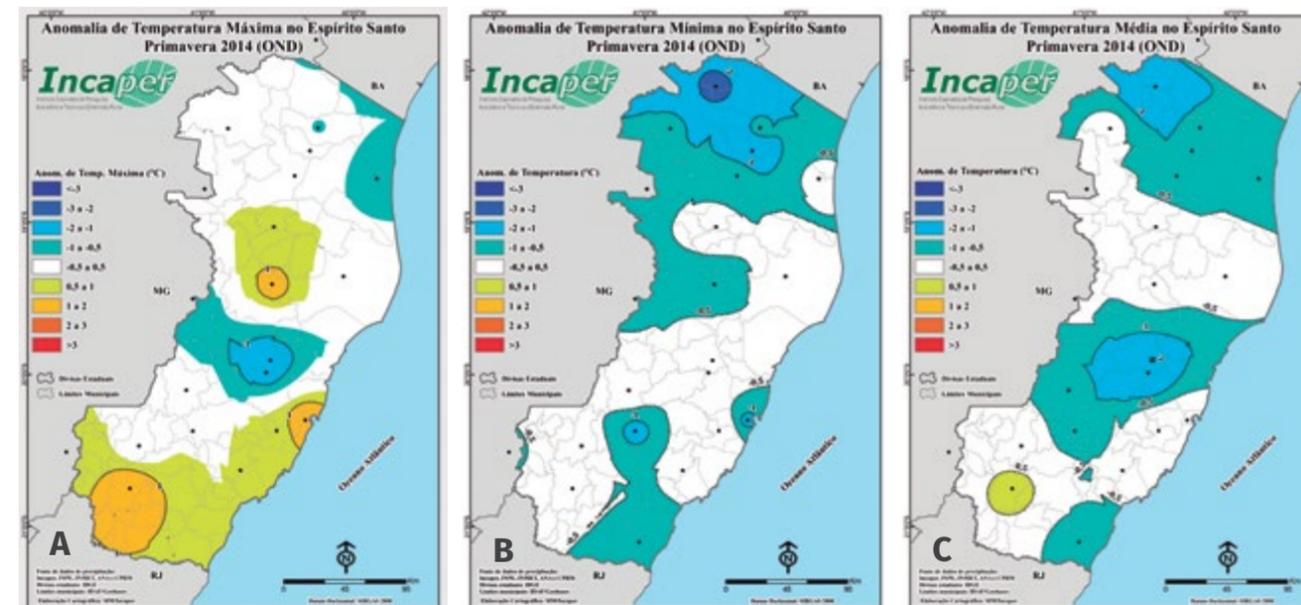
**Figura 13.** Precipitação observada (mm) (A); anomalia de precipitação (mm) (B); desvio de precipitação (%) (C); e Índice de Precipitação Normalizada (SPI) considerando o período de outubro de 2014 a setembro de 2015 (D).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

#### ANÁLISE SAZONAL DA TEMPERATURA NO ANO HIDROLÓGICO 2014-2015

##### Análise da temperatura na primavera 2014

As anomalias de temperatura máxima observadas sobre o Espírito Santo na primavera de 2014



**Figura 14.** Anomalia da temperatura máxima (°C) (A); anomalia da temperatura mínima (°C) (B); e anomalia da temperatura média (°C) (C) nos meses da primavera (outubro-novembro-dezembro/2014).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

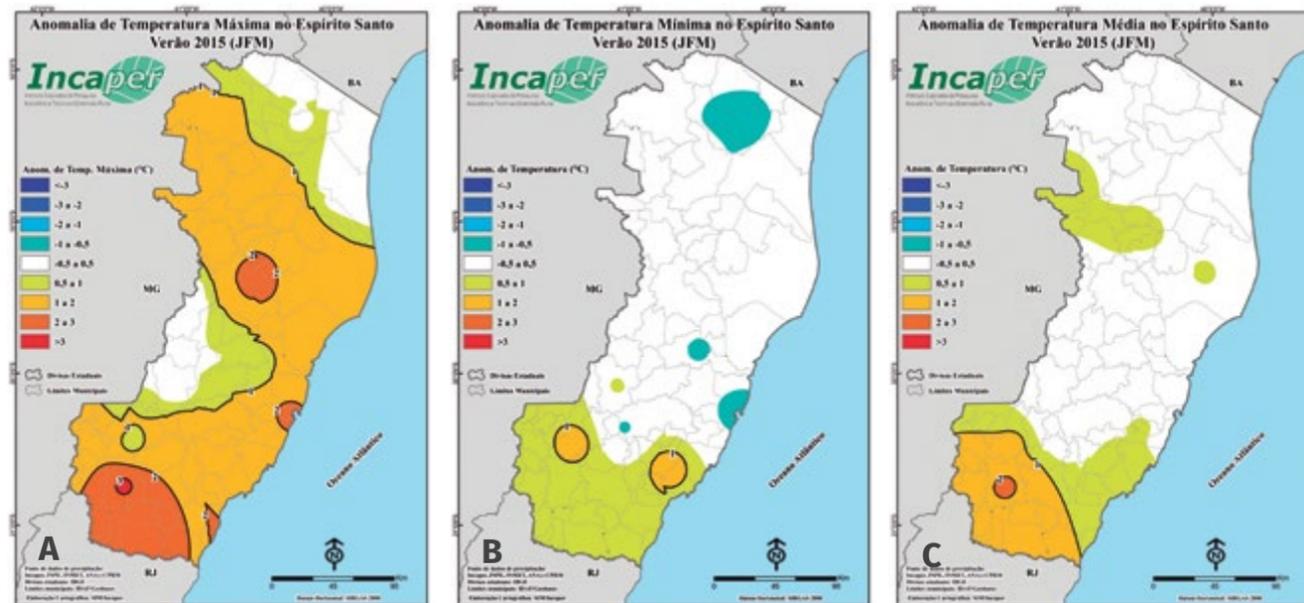
estiveram positivas no setor sudeste/sul e na região noroeste (Figura 14A), ou seja, a média das temperaturas máximas ficou até 1°C acima da média nessas regiões, correspondendo às áreas onde foram observadas as maiores anomalias negativas de precipitação. Na microrregião de Santa Teresa, a anomalia de -1 °C esteve ligada às máximas observadas em outubro, que foram marcadas por dias de céu encoberto e até frios para a época na região. O padrão de anomalia se manteve neutro nas demais áreas capixabas.

As anomalias de temperatura mínima se distribuíram negativamente (Figura 14B), ou seja, foram inferiores à média para o período em diversas partes do Estado devido à diminuição da cobertura de nuvens durante a primavera, propiciando uma maior perda de calor para a atmosfera. As maiores quedas de temperatura mínimas em relação à média foram registradas na região norte do Espírito Santo. A temperatura média também apresentou anomalias negativas no centro e norte, devido à influência da temperatura mínima (Figura 14C). As demais áreas ficaram dentro da normalidade.

##### Análise da temperatura no verão 2015

O verão de 2015 apresentou anomalias positivas de temperatura máxima em todo o Estado, chegando a valores de até 3 °C acima da média (Figura 15A). Esse aumento exacerbado da temperatura máxima deveu-se à escassez de chuvas nesse período, o que proporcionou elevado índice de insolação, em especial no mês de janeiro. Em média, a chuva observada não passou dos 10 mm nesse mês. A região sul foi a mais afetada pelo forte calor, mas pode-se observar que boa parte do território capixaba apresentou anomalias positivas de 1 a 2 °C.

Com relação às temperaturas mínimas, constata-se que também a região sul foi a mais afetada (Figura 15B), onde as anomalias foram positivas, com alguns locais apresentando anomalia próxima de 1 °C. No restante do Estado, as temperaturas mínimas variaram próximas da média. As anomalias de temperatura média (Figura 15C) apresentaram-se com os maiores valores positivos no sul do Espírito Santo, onde oscilou entre 1 e 2 °C. Essa maior média



**Figura 15.** Anomalia da temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ ) (A); anomalia da temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) (B); e anomalia da temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ) (C) nos meses do verão (janeiro-fevereiro-março/2015).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

da temperatura média nessa região deveu-se principalmente às temperaturas diurnas do mês de Janeiro muito acima da média. Em quase todo o restante do território capixaba, a temperatura média variou próximo da média da região.

#### Análise da temperatura no outono 2015

Durante o outono de 2015, foram observadas anomalias negativas de temperatura máxima de até  $2^{\circ}\text{C}$  sobre a metade sul do Espírito Santo (Figura 16A). Esse comportamento deveu-se aos maiores acumulados de precipitação terem se distribuído nessa região proporcionando vários dias com alta nebulosidade. O padrão de anomalia de temperatura máxima se manteve neutro nas demais áreas capixabas.

Foram observadas anomalias positivas de temperatura mínima de até  $0,5^{\circ}\text{C}$  na região nordeste do Estado e até  $1^{\circ}\text{C}$  no norte serrano (Figura 16B). O aumento da temperatura mínima pode ser explicado, em parte, pelo padrão de vento em superfície nessas áreas, uma vez que a brisa de terra interage com os ventos marítimos mais fracos durante a

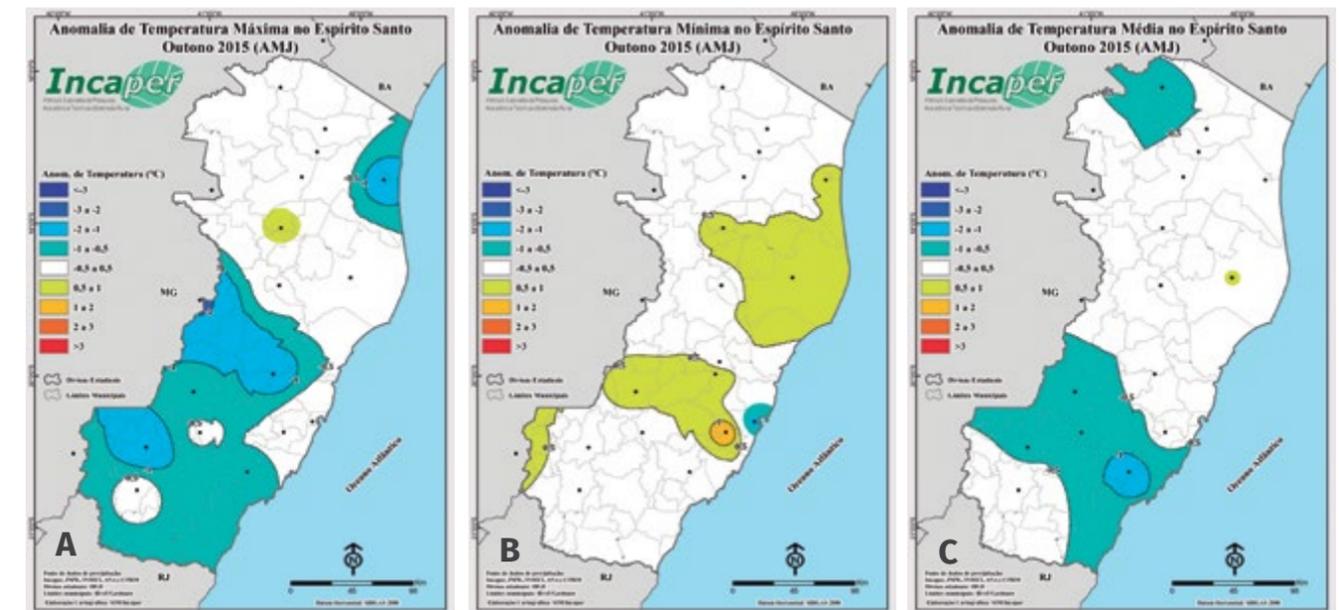
madrugada/manhã, na região nordeste, aumentando a nebulosidade e provocando chuva esparsa. No caso da região serrana, a formação de nebulosidade baixa no início do dia pode explicar o suave aumento da temperatura mínima.

Influenciada pela temperatura máxima, a temperatura média apresentou anomalias negativas de até  $1^{\circ}\text{C}$  em parte da metade sul do Estado (Figura 16C). As demais áreas apresentaram temperaturas médias próximo da normalidade.

#### Análise da temperatura no inverno 2015

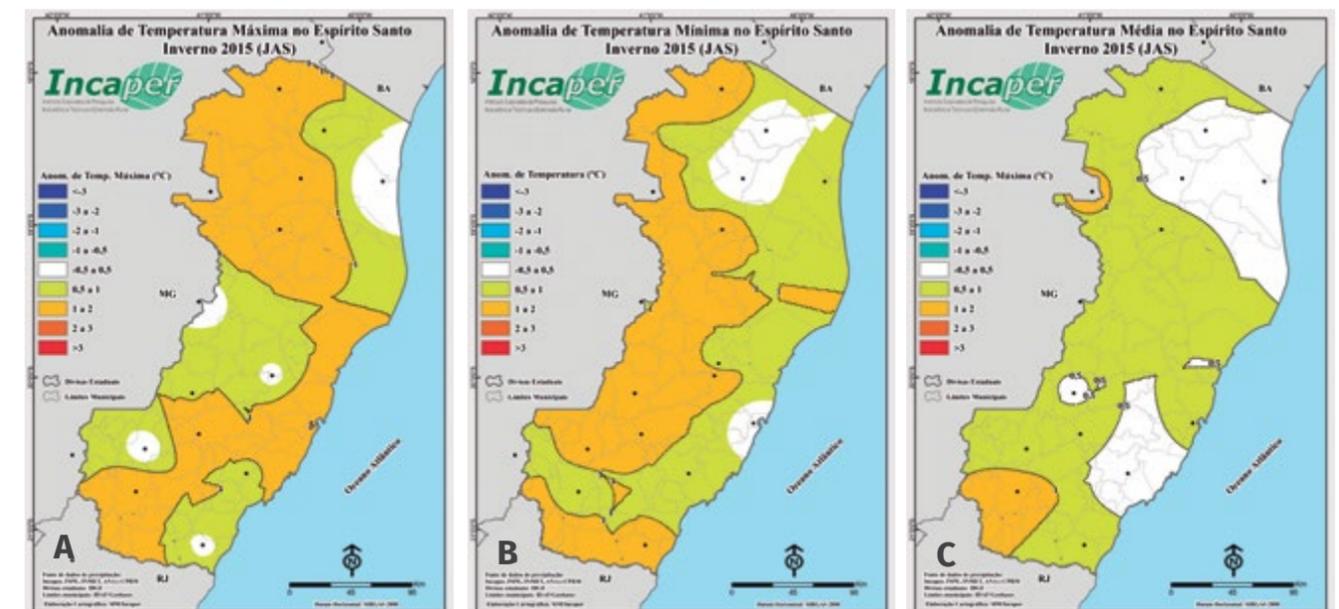
O inverno de 2015 foi bem seco no Espírito Santo. O padrão de estiagem provocado, sobretudo, pela redução na frequência de frentes frias passando pelo Estado refletiu-se amplamente nas temperaturas, cujas máximas apresentaram anomalias positivas, variando de  $0,5$  a  $1^{\circ}\text{C}$  em praticamente todo o território capixaba (Figura 17A). Comportamento similar também foi observado para as temperaturas mínimas, nas quais pode-se observar que as maiores anomalias positivas ocorreram na região oeste do Estado

(Figura 17B). Isso resultou numa anomalia de temperatura média acima de  $0,5^{\circ}\text{C}$  em boa parte do Espírito Santo (Figura 17C).



**Figura 16.** Anomalia da temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ ) (A); anomalia da temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) (B); e anomalia da temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ) (C) nos meses do outono (abril-maio-junho/2015).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).



**Figura 17.** Anomalia da temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ ) (A); anomalia da temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) (B); e anomalia da temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ) (C) nos meses do inverno (julho-agosto-setembro/2015).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

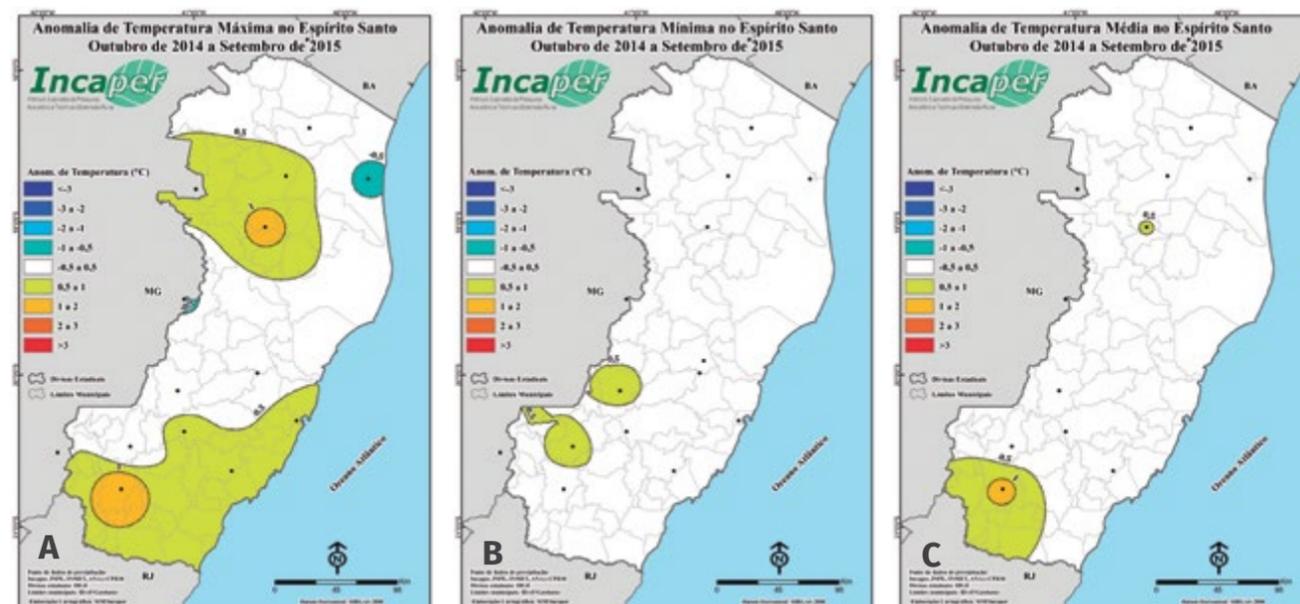
## ANÁLISE DA TEMPERATURA OBSERVADA NO ANO HIDROLÓGICO 2014-2015

Durante o período outubro de 2014 a setembro de 2015, foram observadas anomalias positivas de temperatura máxima de até 1 °C no setor sul/sudeste do Espírito Santo e na metade norte da região noroeste (Figura 18A). As áreas ao norte da região noroeste foram as mais atingidas pela estiagem, registrando os menores acumulados de precipitação do período. Embora as áreas situadas ao sul/sudeste até tenham registrado maior volume de chuva que a região anteriormente citada, houve má distribuição temporal, ou seja, ocorreram poucos episódios de chuva em curtos períodos de tempo, permitindo que as temperaturas ainda ficassem acima do normal.

Foram observadas anomalias positivas de temperatura mínima de até 0,5 °C somente em trechos isolados da metade oeste serrana (proximidades de Brejetuba e Afonso Cláudio) e nas imediações de Muniz Freire e Ibatiba, na região sul do Estado (Figura

18B). O aumento da temperatura mínima deve-se ao padrão de vento em superfície nessas áreas, que praticamente cessa durante o período noturno, ocasionando a formação de nebulosidade baixa pela madrugada e início da manhã, minimizando a perda de parte do calor da superfície para a atmosfera.

A temperatura média apresentou anomalia positiva de até 1 °C somente nas proximidades do ABC Capixaba (Figura 18C). As demais áreas ficaram com temperaturas dentro da normalidade. Assim, apesar de algumas regiões do Estado apresentarem anomalias de temperatura em relação à média em cada estação do ano, a temperatura média anual foi compensada e permaneceu próximo da média.



**Figura 18.** Anomalia da temperatura máxima (°C) (A); anomalia da temperatura mínima (°C) (B); e anomalia da temperatura média (°C) (C) considerando o período de outubro de 2014 a setembro de 2015.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

## REFERÊNCIAS

- ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba: novo PEDEAG 2007-2025**. Vitória: Seag, 2008. 284 p.
- FEITOZA, L. R. et al. Estimativa das temperaturas médias mensais e anual no Estado do Espírito Santo. Santa Maria, RS, **Rev. Centro de Ciências Rurais**, v. 9, n. 3. p. 271-291, 1979.
- FEITOZA, L. R. et al. Estimativa das temperaturas médias das máximas mensais e anual no Estado do Espírito Santo. Santa Maria, RS, **Rev. Centro de Ciências Rurais**, v. 10, n. 1, p. 25-32, 1980a.
- FEITOZA, L. R. et al. Estimativa das temperaturas médias das mínimas mensais e anual no Estado do Espírito Santo. Santa Maria, RS, **Rev. Centro de Ciências Rurais**, v. 10, n. 1, p. 15-24, 1980b.
- LIMA, A. C. de et al. **A energia solar no Espírito Santo: tecnologias, aplicações e oportunidades**. Vitória: ASPE, 2013. 120 p. il., mapas, 32 cm.
- MARENGO, J. A. et al. Assessment of regional seasonal rainfall predictability using the CPTEC/COLA atmospheric GCM. **Climate Dynamics**, v. 21, n. 5-6, p. 459-475, 2003.
- MARENGO, J. A. et al. Two contrasting severe seasonal extremes in tropical South America in 2012: floods in Amazonia and drought in northeast Brazil. **Journal of Climate**, 2013.
- MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Anaheim. **Proceedings ...** Anaheim: American Meteorological Society, 1993. p. 179 - 184.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia estatística. Belo Horizonte: CPRM, 2007**. 552 p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Livro-%22Hidrologia-Estatistica%22-981.html>>. Acesso em: 5 fev. 2016.
- NOBREGA, N. E. F. et al. Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBMET, 2008a.
- NOBREGA, N. E. F. et al. Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no sul do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBMET, 2008b.

## Estimativa de perdas na produção agrícola capixaba em 2015

Edileuza Aparecida Vital Galeano<sup>1</sup>; Renato Corrêa Taques<sup>2</sup>, Ludovico José Maso<sup>3</sup>; Adelaide de Fátima Santana da Costa<sup>4</sup>; Romário Gava Ferrão<sup>5</sup>

**Resumo** - Este artigo apresenta uma estimativa de perdas na produção agrícola capixaba no ano de 2015, a partir dos dados e informações da produção agrícola levantados por meio do Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias (GCEA-IBGE). Para o cálculo das perdas na produção, a variável rendimento médio esperado foi comparada com o rendimento médio obtido. Os dados mostram que houve uma redução de 18% na produção agrícola capixaba em relação ao que era esperado para 2015. Em termos monetários, a redução corresponde a 15,9% do valor bruto da produção agrícola. São apresentadas também as estimativas de perda para cada grupo de produtos, como cafeicultura, fruticultura, olericultura e alimentos básicos, bem como por microrregião. As maiores perdas monetárias foram registradas na cafeicultura e fruticultura e nas microrregiões de Nova Venécia, Linhares, Colatina e Santa Teresa.

**Palavras-chaves:** Perdas. Produção Agrícola. Rendimento.

### Estimated losses in the agricultural production of the State of Espírito Santo in 2015

**Abstract** - This article presents an estimate of losses in the agricultural production of the State of Espírito Santo, Brazil, in 2015, from the data and information of the agricultural production raised through the Agriculture Statistics Coordinating Group (GCEA-IBGE). For the calculation of production losses, the variable expected average yield was compared to the average yield. The data shows that there was reduction of 18% in the agricultural production of the State of Espírito Santo in relation to what was expected for 2015. In monetary terms, the reduction corresponds to 15.9% of the gross value of agricultural production. Loss estimates of each group of products such as coffee, fruit growing, horticulture and staple foods, as well as those of each micro-region are also presented. The largest monetary losses were recorded in coffee growing and fruit growing and in the regions of Nova Venécia, Linhares, Colatina and Santa Teresa, Espírito Santo.

**Keywords:** Losses. Agricultural production. Yield.

### INTRODUÇÃO

No Espírito Santo, a agricultura e negócios associados cumprem relevante função socioeconômica. Apesar da reduzida extensão territorial, com apenas 0,5% de toda a dimensão do País, o Estado apresenta uma diversidade de ambientes que é caracterizada por grande

riqueza natural. A agricultura familiar é de grande importância nesse contexto, uma vez que 80% dos estabelecimentos agrícolas são de base familiar (IBGE-CENSO, 2006). Entre os diferentes seguimentos produtivos que compõem a agricultura capixaba, destacam-se a cultura do café, a fruticultura e a olericultura.

A produção agrícola (lavouras permanentes e temporárias) atingiu 7,5 milhões de toneladas e representou R\$ 5,56 bilhões em 2014. O Espírito Santo é destaque nacional na produção e exportação de café como maior produtor de conilon. A cafeicultura é a atividade de maior importância em termos econômicos, tendo sido responsável por aproximadamente 37% do valor bruto da produção agropecuária em 2014 (GALEANO et al., 2016a).

A fruticultura tem sido incentivada em várias microrregiões do Estado e representa uma atividade de grande importância na economia agrícola capixaba, pois além de contribuir para a diversificação das atividades agrícolas, contribui também para a redução do êxodo rural devido à geração de trabalho e renda ao longo de todo o ano.

Atualmente, a olericultura e a fruticultura têm praticamente o mesmo peso econômico em termos de valor bruto da produção. No entanto, a olericultura ocupa uma área relativamente menor do que a ocupada pela fruticultura. Além disso, alguns produtos da olericultura podem ter até quatro colheitas no mesmo ano, o que permite que pequenos agricultores possam ter renda o ano todo. A diversificação da produção configura-se como uma alternativa para proporcionar renda e emprego aos produtores rurais, garantindo a sua permanência no meio rural e a sustentabilidade.

A agricultura mantém sua importância socioeconômica graças ao aumento de produtividade e é responsável por manter a segurança alimentar. No entanto, esse setor tem sido prejudicado pela crise hídrica devido ao baixo índice pluviométrico registrado atualmente. Em 2015, a produção foi estimada em 6,1 milhões de toneladas, resultado 17,1% inferior ao de 2014 (GALEANO et al., 2016b).

Este artigo traz estimativas de perdas na produção agrícola anual do Espírito Santo no ano de 2015 para que sejam avaliados os impactos da seca no desempenho da produção nas microrregiões capixabas. São apresentados também dados agrupados por produto, como cafeicultura, fruticultura, olericultura e alimentos básicos. Buscou-se avaliar o impacto da crise hídrica devido ao baixo índice pluviométrico

registrado no período para cada produto da agricultura. Nesse cenário, as principais culturas do Estado tiveram redução de produção, da qualidade e, conseqüentemente, de seu valor monetário, havendo impactos econômicos em virtude da queda de produtividade.

As estimativas de perdas monetárias ultrapassaram R\$ 1 bilhão, das quais as mais significativas são na cafeicultura (R\$ 745,6 milhões), fruticultura (R\$ 165,9 milhões) e olericultura (R\$ 144,3 milhões). As microrregiões de Nova Venécia, Linhares, Colatina e Santa Teresa foram as que apresentaram maiores perdas monetárias.

### METODOLOGIA DE ESTIMATIVA DE PERDAS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA 2015

Para a estimativa de perdas, considerou-se a produção agrícola de 2015, as safras de 2014/2015 e as culturas temporárias com colheita ou previsão de colheita em 2015.

A estimativa de perdas na produção agrícola foi realizada considerando os produtos que têm seus dados levantados pelo IBGE. Eles foram reunidos por grupos: cafeicultura, alimentos básicos (arroz, feijão, milho, mandioca), fruticultura, olericultura (legumes, verduras e tubérculos), cana-de-açúcar e pimentado-reino. Na fruticultura, foram considerados os dados de 21 frutas e no grupo da olericultura, foram considerados dados de 39 produtos.

Os dados utilizados foram obtidos por meio do Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias (GCEA-ES), órgão colegiado do IBGE. Para cálculo do valor monetário das perdas, foram utilizados os preços médios anuais recebidos pelos produtores, levantados pelo Incaper e pelos autores. Para estimativa das perdas na agricultura, considerou-se:

$$P_{ij} = E_{ij} - Q_{ij} \quad (1)$$

$$E_{ij} = (R_{ij}) \cdot (A_{ij}) \quad (2)$$

$$A_{ij} = AC_{ij} + AD_{ij} \dots\dots \quad (3)$$

Na equação (1), para cálculo da produção perdida  $P_{ij}$ , foi considerada a produção esperada  $E_{ij}$  menos a produção obtida  $Q_{ij}$  de cada produto  $i$  em cada

<sup>1</sup> Economista, D.Sc. Economia, Pesquisadora do Incaper, edileuza.galeano@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrimensor, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo e Assessor Técnico na Seag/ES

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper

microrregião *j*. Na equação (2), considerou-se a produção esperada  $E_{ij}$  igual à área em produção  $A_{ij}$  multiplicada pelo rendimento médio esperado  $R_{ij}$  de cada produto *i* em cada microrregião *j*. Considerou-se área em produção  $A_{ij}$  igual à área colhida  $AC_i$  mais a área perdida  $AD_{ij}$ , conforme descrito na equação (3). Foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- Rendimento médio esperado informado no Prognóstico da Produção Agrícola (IBGE-GCEA-PPA, 2014);
- Produção obtida ou a obter informada no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE-GCEA-LSPA, 2015);
- Preços médios anuais recebidos pelos produtores de janeiro a outubro de 2015 (INCAPER, 2016), conforme metodologia descrita em Galeano et al. (2016c).

A divisão de mesorregiões e microrregiões adotada neste artigo é a utilizada atualmente pelo IBGE.

As informações do LSPA são obtidas por intermédio das Comissões Regionais de Estatísticas Agropecuárias (Corea) e consolidadas em nível Estadual pelo GCEA-ES. Ressalta-se que as informações agrícolas mensais por município obtidas no LSPA são preliminares e de responsabilidade do GCEA-ES.

**ESTIMATIVA DE PERDAS**

De acordo com o levantamento, houve uma perda de 1,2 milhão de toneladas na produção agrícola anual de 2015 que, em termos monetários, ultrapassa R\$ 1 bilhão (Tabela 1).

Considerando que o total de área colhida em 2015 apresentou queda de 1,4% em relação a 2014, a perda estimada na produção e no rendimento médio pode ter sido influenciada pela crise hídrica e seca devido ao baixo índice pluviométrico registrado atualmente (IBGE-GCEA-LSPA, 2014, 2015; INCAPER, 2015a). As Figuras 1 e 2 apresentam os dados de perdas na produção em 2015 e os valores monetários correspondentes a essas perdas por microrregião.

Na Figura 1, o primeiro número que aparece nas microrregiões corresponde às perdas em 2015, no quantitativo produzido em toneladas. Os dados levantados mostram que a produção na microrregião de São Mateus, por exemplo, apresentou perdas de 415.186 toneladas. Esse quantitativo representa perda de 21,9% na produção da microrregião e é apresentado entre parênteses logo abaixo do quantitativo em toneladas.

parênteses se refere ao percentual relativo a essa perda em cada microrregião.

Em termos quantitativos, as microrregiões de São Mateus, Itapemirim, Linhares e Santa Teresa foram as que apresentaram maiores perdas em toneladas. Com relação a valores monetários, as microrregiões de Nova Venécia, Linhares e Colatina foram as que apresentaram maiores perdas.

A seguir, são apresentados os dados de perdas para cada grupo de produtos.

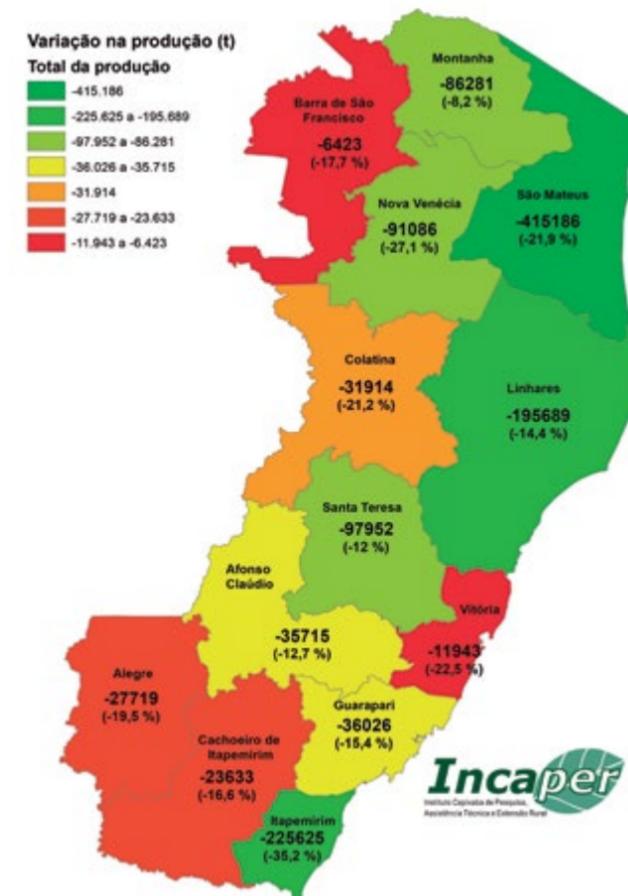
**Tabela 1.** Estimativa de perda anual na produção de 2015 e valores monetários correspondentes para os grupos de produtos avaliados

Produto	Irrigado %	Rendimento médio esperado (kg/ha)	Área em produção (ha)	Produção esperada (t)	Produção obtida (t)	Perdas/Ganhos na produção		Valor correspondente às perdas	
						(t)	%	(mil R\$)	%
Cafecultura	53,2	1.727	443.199	765.583	618.262	-147.321	-19,2	-745.655	-19,2
Fruticultura	26,9	15.694	73.727	1.157.065	957.230	-199.835	-17,3	-165.903	-15,1
Olericultura	93,7	37.098	23.534	873.061	761.137	-111.924	-12,8	-144.390	-14,4
Alimentos básicos	21,8	5.060	42.064	212.857	185.364	-27.493	-12,9	-10.719	-9,9
Cana-de-açúcar	0,1	53.741	76.683	4.121.863	3.320.809	-801.054	-19,4	-30.026	-19,4
Pimenta-do-reino e outros	74,7	2.712	4.950	13.432	15.865	2.433	18,3	56.589	18,3
<b>Total</b>	<b>43,6</b>	<b>10.756</b>	<b>664.157</b>	<b>7.143.860</b>	<b>5.858.667</b>	<b>-1.285.193</b>	<b>-18,0</b>	<b>-1.040.104</b>	<b>-15,9</b>

Fonte: IBGE-GCEA-PPA (2014), IBGE-GCEA-LSPA (2015) e Incaper (2016).

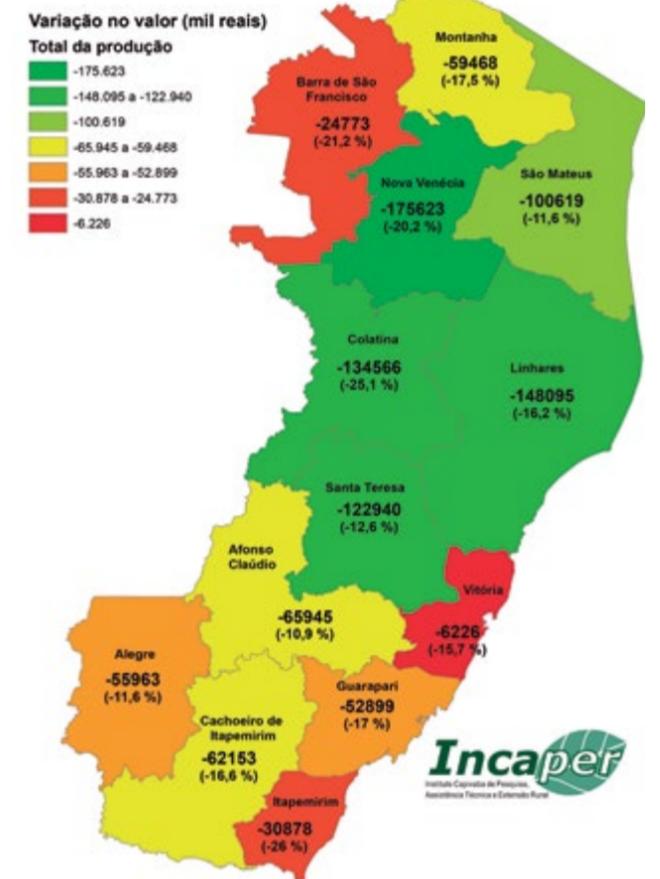
Na Figura 1, o primeiro número que aparece nas microrregiões corresponde às perdas em 2015, no quantitativo produzido em toneladas. Os dados levantados mostram que a produção na microrregião de São Mateus, por exemplo, apresentou perdas de 415.186 toneladas. Esse quantitativo representa perda de 21,9% na produção da microrregião e é apresentado entre parênteses logo abaixo do quantitativo em toneladas.

A Figura 2 apresenta os valores monetários correspondentes às perdas na produção em 2015. O primeiro número que aparece em cada microrregião se refere ao valor monetário em mil reais, a preços médios anuais de 2015. O segundo número entre



**Figura 1.** Perdas no total da produção agrícola em 2015 (toneladas e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).



**Figura 2.** Valor bruto da produção agrícola correspondente às perdas no total da produção, em 2015 (mil reais e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015) e preços levantados pelo Incaper (2016).

## CAFEICULTURA

A cafeicultura do Espírito Santo é diversificada (arábica e conilon), presente em diferentes macroclimas em todos os municípios do Estado. O conilon está localizado em 65 municípios, com concentração de cultivo em altitudes de até 500 metros e temperaturas médias anuais de 22 °C a 26 °C, com aproximadamente 83% da produção advinda das mesorregiões Noroeste e Litoral Norte, tendo 81,7% das áreas cultivadas com irrigação. Por outro lado, o café arábica está localizado em 49 municípios, com concentração de cultivo em altitudes entre 500 e 1.200 metros, em temperaturas médias anuais entre 18 °C e 22 °C com aproximadamente 93% da produção nas mesorregiões Sul e Central do Espírito Santo, com 99% das áreas sem irrigação (IBGE-GCEA-LSPA, 2015).

As lavouras de arábica e conilon vêm sendo renovadas sob novas bases tecnológicas, numa média de 6% a 8% ao ano, usando um conjunto de tecnologias (variedades, mudas de boa qualidade, adensamento de plantio, adubações e calagem de acordo com a análise de solo, poda, manejo de pragas e doenças, irrigação). A utilização dessas tecnologias tem proporcionado, além do aumento crescente e contínuo da produção na ordem de 8% a 10% ao ano, sem aumento de área, melhoria significativa na qualidade final do produto.

Com base na melhoria do nível médio tecnológico dos produtores, associado ao seu empreendedorismo, nos últimos 20 anos, esperava-se ganhos em produtividade, produção e melhoria da qualidade ainda superiores. Mas, as mudanças climáticas, como a diminuição da precipitação, associadas à má distribuição de chuvas, altas temperaturas e grande insolação manifestadas, sobretudo, na maioria dos meses de 2014 e 2015, além de quebrar a sequência crescente de produção, interferiu de forma negativa na qualidade final do produto.

O café é uma planta perene com o seguinte período fenológico: três a quatro floradas (concentradas de agosto a novembro), formação dos frutos e grãos (setembro a janeiro), enchimento dos grãos (janeiro a março), maturação dos frutos (abril a agosto) e colheita (maio a setembro). Mais de 80% da produção

de café arábica e conilon seguem essas fases e períodos. Desequilíbrios climáticos nas fases de floração, formação e enchimento dos grãos, mesmo sob um adequado nível médio tecnológico da maioria dos produtores, provocam perdas significativas na produção e qualidade final do produto.

A seca por dois anos consecutivos (2014 e 2015) vem provocando perdas significativas, principalmente na cafeicultura de conilon não irrigada da região norte, com maior dano para o sul do Estado em que menos de 20% dos plantios são irrigados. Com base nos dados meteorológicos, a maioria dos municípios apresentaram nesse citado período precipitação pluviométrica abaixo da média histórica do Espírito Santo. Em vários municípios, a precipitação foi de 40% a 50% inferior à média do Estado, com municípios chegando a precipitações 60% inferiores. Além do *deficit* hídrico, verificou-se má distribuição de chuvas, grande insolação e temperaturas elevadíssimas por grandes períodos, com valores de 0,5 °C até 3 °C acima da média das máximas. Essas altas temperaturas coincidiram com os períodos de maior demanda de água das plantações (INCAPER, 2015a).

A estimativa feita a partir da metodologia adotada neste artigo indica uma perda de cerca de 19,2% na produção da cafeicultura capixaba, que corresponde a 2.455 mil sacas no ano de 2015 (Tabela 2). As maiores perdas ocorreram em áreas não irrigadas de conilon com destaque para os pequenos produtores menos capitalizados e sem irrigação, onde a seca por dois anos consecutivos, associada às altas temperaturas, promoveram reduções significativas na produção das propriedades.

Essas perdas estão associadas, sobretudo, aos fatores climáticos, como altas temperaturas, *deficit* hídrico elevado, ocorridos ao final de 2014, estendendo-se até o final do ano de 2015, bem como a não possibilidade de irrigação pela falta de água nos mananciais (rios, córregos, reservatórios, represas) e a normativa de proibição de irrigação de lavouras durante o dia.

**Tabela 2.** Estimativa de perda anual na produção de 2015 e valores monetários correspondentes para a cafeicultura

Produto	Irigado %	Rendimento médio esperado (kg/ha)	Área em produção (ha)	Produção esperada (t)	Produção obtida (t)	Perdas na produção		Valor correspondente às perdas (mil R\$)
						(t)	%	
Café arábica	0,1	1.159	153.064	177.193	168.088	-9.105	-5,1	-46.820
Café conilon	81,7	2.030	290.135	588.390	450.174	-138.216	-23,5	-698.835
<b>Total</b>	<b>53,2</b>	<b>1.727</b>	<b>443.199</b>	<b>765.583</b>	<b>618.262</b>	<b>-147.321</b>	<b>-19,2</b>	<b>-745.655</b>

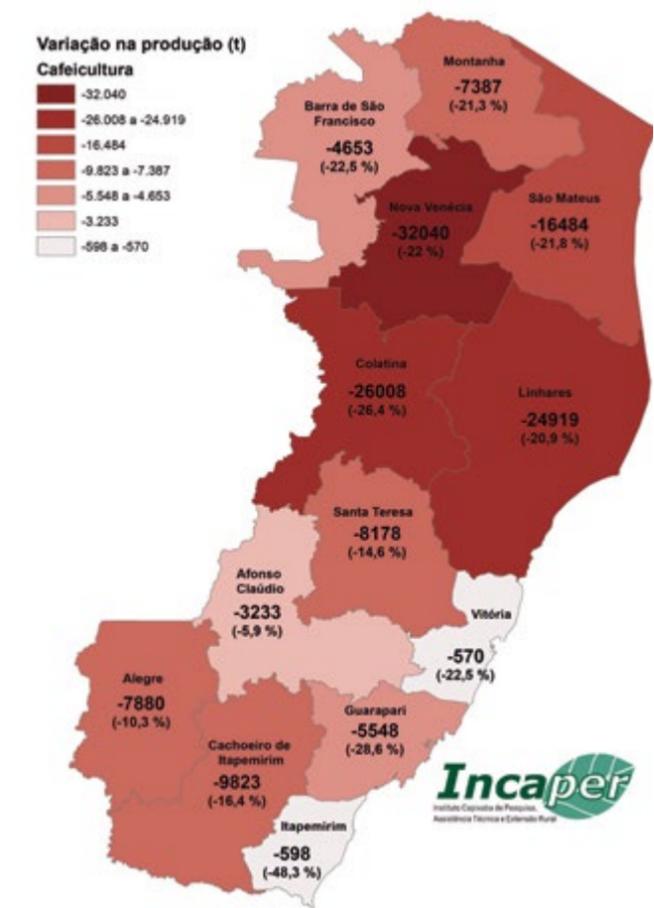
Fonte: IBGE-GCEA-PPA (2014), IBGE-GCEA-LSPA (2015) e Incaper (2016).

As questões apresentadas anteriormente, associadas aos solos muito expostos, desequilíbrio nutricional da planta por dificuldade e atrasos nas adubações, entre outros fatores bióticos e abióticos, vêm interferindo nos seguintes aspectos fisiológicos da planta:

- Diminuição do crescimento geral e vigor da planta provocando menor área foliar, indução floral e, conseqüentemente, menor quantidade de inflorescência e flores na planta;
- Interferência na época e número de floradas e flores, fertilização e fecundação dessas flores;
- Abortamento de flores, menor número, crescimento e 'pegamento' dos frutos, maior queda dos frutos em desenvolvimento, maior incidência de pragas.

Esses fatores, entre outros, tendem a provocar diminuição significativa na produção, podendo também interferir na qualidade final do produto. As perdas mais significativas foram observadas no café conilon não irrigado, mas também tendem a ser expressivas em lavouras irrigadas, em municípios com baixos níveis pluviométricos, sobretudo, aqueles inseridos na normativa de proibição da irrigação ao final de 2015 (ESPÍRITO SANTO, 2015).

As Figuras 3 e 4 apresentam os dados de perdas na cafeicultura por microrregião. As maiores perdas em termos quantitativos foram observadas nas microrregiões de Nova Venécia, Colatina, Linhares, e São Mateus. Em percentuais, as microrregiões de Itapemirim, Guarapari e Colatina foram as que apresentaram maiores perdas.



**Figura 3.** Perdas na produção da cafeicultura em 2015 (toneladas e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).

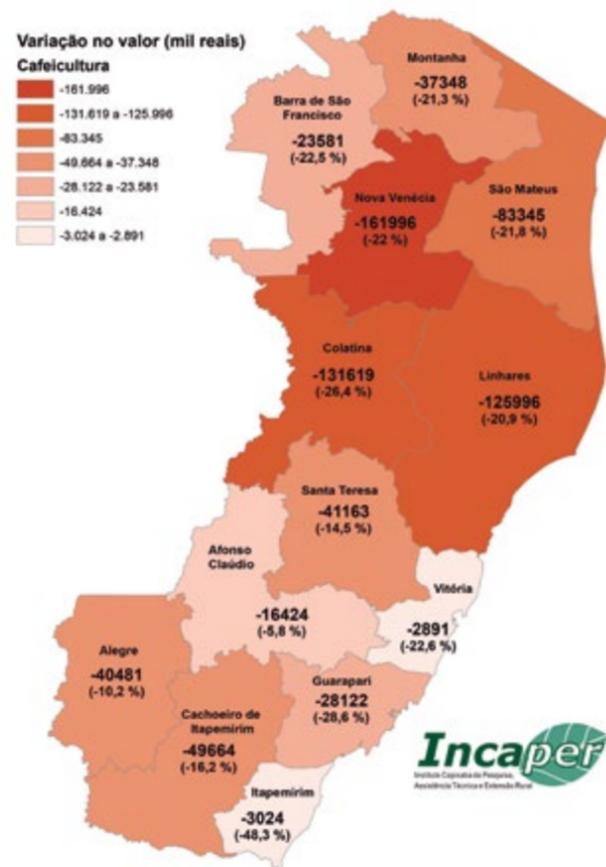


Figura 4. Valor bruto da produção correspondente às perdas na cafeicultura, em 2015 (mil reais e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).

## FRUTICULTURA

Durante todo o período de crescimento, desenvolvimento e reprodução, as fruteiras de clima tropical e subtropical dependem diretamente das condições climáticas das regiões, nas quais estão sendo cultivadas.

Condições climáticas adversas podem interferir drasticamente no desenvolvimento inicial das culturas, inviabilizando o crescimento, o que pode levar ao abandono das áreas de cultivo pelos produtores rurais. Lavouras em pleno desenvolvimento, em fase de florescimento e/ou produção, submetidas a

flutuações climáticas poderão sofrer distúrbios na floração e desenvolvimento dos frutos refletindo diretamente na produtividade e, conseqüentemente, na produção.

Na fase de desenvolvimento reprodutivo, as alterações climáticas, principalmente a deficiência hídrica, que é considerada uma das mais prejudiciais, interfere diretamente no rendimento das fruteiras já a partir do momento em que ocorre a polinização e subsequente fertilização, comprometendo a frutificação. Esses prejuízos ainda podem ser agravados pelas condições das culturas, associadas ao manejo da fertilidade, aeração do solo e presença de pragas e doenças.

Entre as fruteiras cultivadas no Espírito Santo, podem ser destacadas as de maior expressão econômica e social, tais como o mamão, a banana, o coco, o maracujá, o abacaxi, a manga, a laranja e a tangerina, por viabilizar a diversificação das propriedades, com sua maior área de cultivo sob a responsabilidade de produtores de base familiar.

As baixas taxas de precipitações pluviométricas, aliadas à ocorrência de temperaturas elevadas, com aumento significativo da transpiração das plantas, têm ocasionado uma deficiência hídrica em grandes níveis para as diversas fruteiras, o que começa a interferir diretamente no volume da produção.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, a perda na fruticultura é estimada em aproximadamente 200 mil toneladas (-17,3%), que em valores monetários corresponde a R\$ 165,9 milhões.

Para minimizar essas interferências, a irrigação com base nos requerimentos de água de cada cultura é essencial. Entretanto, com período seco prolongado, a disponibilidade de água para a irrigação tem se tornado um fator limitante.

O fornecimento de água regularmente permite a floração e a frutificação dentro da normalidade de cada fruteira, desde que os outros fatores não sejam limitantes. A necessidade de água é grande quando o fruto está em processo de maturação. Com o estresse hídrico durante o desenvolvimento do fruto, pode ocorrer uma redução no peso e no volume de polpa.

Tabela 3. Estimativa de perda anual na produção de 2015 e valores monetários correspondentes para a fruticultura

Produto	Irrigado %	Rendimento médio esperado (kg/ha)	Área em produção (ha)	Produção esperada (t)	Produção obtida (t)	Perdas/Ganhos na produção		Valor correspondente às perdas (mil R\$)
						(t)	%	
Abacate	0,0	11.630	319	3.710	3.978	268	7,2	511
Abacaxi*	1,7	22.100	2.448	54.178	41.261	-12.917	-23,8	-20.319
Açaí	0,0	5.000	10	50	50	0	0,0	0
Acerola	0,0	10.655	101	1.076	1.089	13	1,2	31
Banana	19,1	13.331	23.638	316.328	277.512	-38.816	-12,3	-33.409
Cacau	2,1	194	22.265	4.310	5.467	1.157	26,8	9.341
Caqui	40,5	28.108	42	1.190	875	-315	-26,5	-614
Coco *	50,8	17.580	10.198	173.659	134.162	-39.497	-22,7	-24.774
Goiaba	52,1	22.477	311	6.990	6.231	-759	-10,9	-1.335
Graviola	0,0	11.000	2	22	22	0	0,0	0
Laranja	2,7	13.417	1.201	16.145	15.369	-776	-4,8	-735
Lichia	12,5	9.038	40	362	364	3	0,7	14
Limão	39,6	20.883	645	13.465	14.652	1.187	8,8	1.712
Macadâmia	4,4	2.503	688	1.722	1.344	-378	-22,0	-1.890
Mamão	99,9	64.295	7.074	454.823	361.270	-93.553	-20,6	-71.031
Manga	9,8	13.705	1.136	15.569	13.459	-2.110	-13,6	-1.426
Maracujá	81,0	30.084	1.566	47.102	37.728	-9.374	-19,9	-15.834
Melancia	78,9	24.671	266	6.563	6.263	-300	-4,6	-302
Morango	100,0	34.086	291	9.892	9.206	-686	-6,9	-4.087
Pêssego	80,6	7.839	31	243	243	0	0,0	0
Tangerina	2,4	20.911	1.307	27.331	24.358	-2.973	-10,9	-1.724
Uva	78,4	15.782	148	2.336	2.327	-9	-0,4	-32
<b>Total</b>	<b>26,9</b>	<b>15.694</b>	<b>73.727</b>	<b>1.157.065</b>	<b>957.230</b>	<b>-199.835</b>	<b>-17,3</b>	<b>-165.903</b>

Fonte: IBGE-GCEA-PPA (2014), IBGE-GCEA-LSPA (2015) e Incaper (2016).

\* Rendimento médio em frutos por hectare e produção em mil frutos.

O agravamento dessa redução de água pode levar à queda do fruto.

Aliado a esse fator, os produtores rurais estão deixando de iniciar novos plantios devido à grande possibilidade de perda das lavouras, o que impactará diretamente na área plantada e na produção das fruteiras.

No caso do mamão, por exemplo, os plantios no Espírito Santo são todos dependentes de irrigação para que se tenha uma alta produtividade

e qualidade dos frutos. O mamoeiro, devido às suas características fisiológicas, ao sistema radicular pouco profundo e à sua localização de plantio em áreas representativas de solos de tabuleiros costeiros (solos rasos e arenosos) e, em condições de altas temperaturas, apresenta alta evapotranspiração, exigindo irrigação adequada para suprir as suas necessidades de água. Devido a essas características, a área de produção de mamão no Estado é praticamente 100% irrigada. Portanto,

para a cultura do mamoeiro, a estimativa é que os impactos da reduzida precipitação pluviométrica aliada a altas temperaturas na região produtora sejam altamente significativos, uma vez que:

- várias lavouras, em diferentes estágios de desenvolvimento, estão sendo perdidas nos municípios em que as bombas de irrigação foram lacradas por decisão do Estado, devido à redução de água nos locais de captação. Pelo decreto nº 5 de outubro de 2015, a água teve seu uso priorizado para o consumo animal e/ou humano (ESPÍRITO SANTO, 2015);
- altas temperaturas, em condição de baixas umidades, têm sido uma realidade, agravando-se muito em 2014 e 2015.

Na fruticultura, o Espírito Santo tem um programa de produção com base na diversificação das propriedades rurais utilizando o conceito de polo, em que é desenvolvido um trabalho em parceria entre instituições públicas e privadas, em prol do desenvolvimento rural sustentado, com foco em uma produção concentrada de uma determinada fruta em uma região específica para atender o mercado local, regional e estadual. Esse trabalho está em franco desenvolvimento. Porém, com todas essas adversidades, os Polos de Frutas passam por grandes desafios para a consolidação de suas cadeias produtivas no Estado, principalmente no que diz respeito às baixas taxas de precipitações pluviométricas, aliadas à ocorrência de temperaturas elevadas, o que compromete a produtividade das lavouras e o volume de produção.

Os dados apresentados na Tabela 3 apontam para perdas de 93,5 mil toneladas de mamão, o que representa uma perda de 20,6% da produção dessa fruta.

Para a cultura do maracujazeiro, os impactos mencionados foram semelhantes ao mamoeiro, pois as áreas de plantio estão localizadas na mesma região e todas dependentes de irrigação. O Espírito Santo possui nos últimos anos uma área plantada com maracujazeiro acima de 2.000 ha, alcançando 2.463 ha em 2014 (IBGE-PAM, 2014). Entretanto, devido a todos os problemas de restrição de água mencionados anteriormente, a fruteira sofreu redução de novos plantios, o que refletiu significativamente no volume

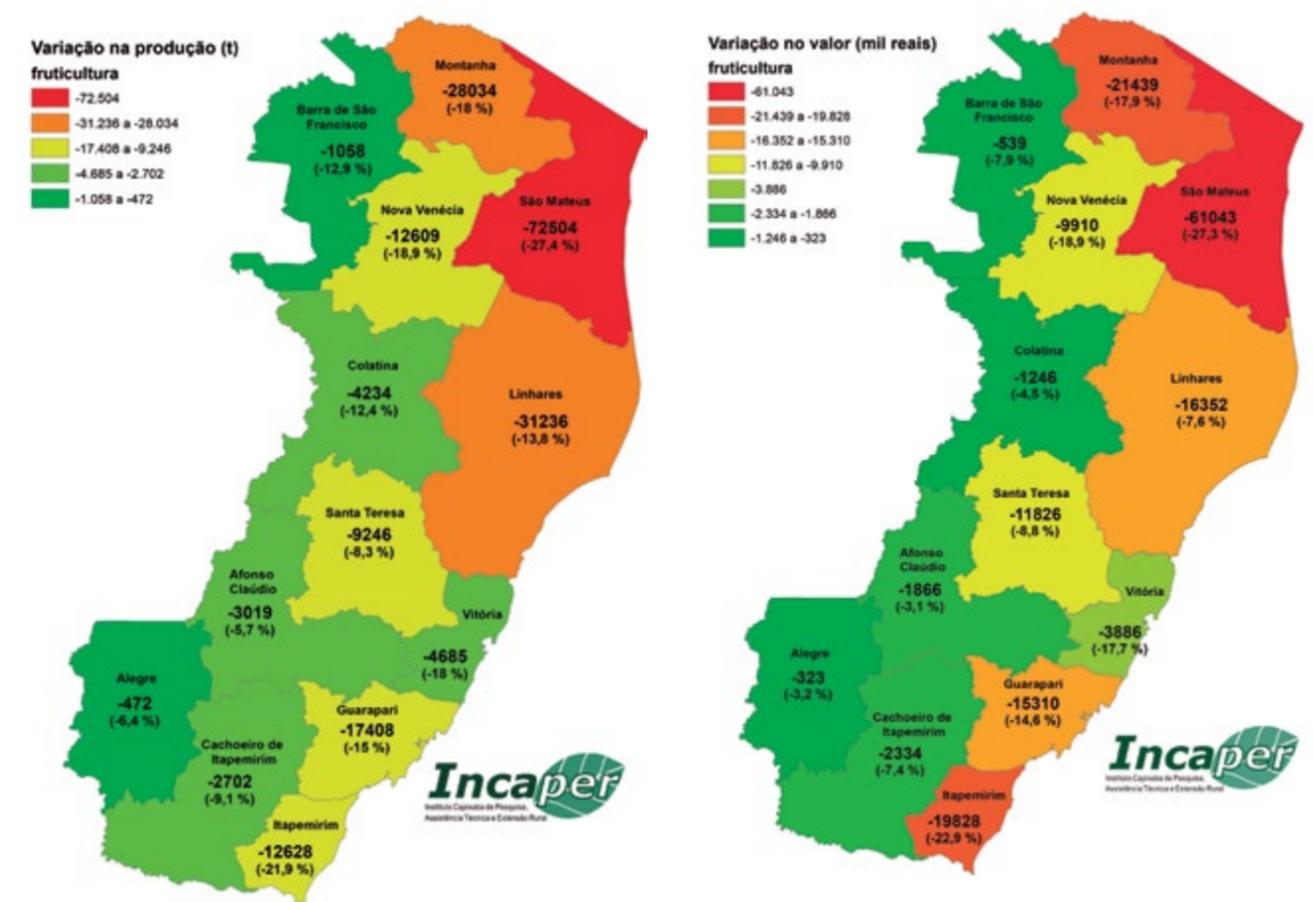
de produção e, conseqüente, disponibilidade de frutos para atender às necessidades da indústria e mercado pelo produto *in natura*. A estimativa de perda foi de 19,9% na produção (Tabela 3).

A manga cultivada no Estado do Espírito Santo é da variedade “Ubá”, a qual atende às necessidades das indústrias de produção de polpa, e que é destinada posteriormente para as indústrias de sucos prontos para beber. As áreas de cultivo são de sequeiro, isto é, totalmente dependentes das precipitações pluviométricas para atingir uma boa produtividade. A cultura da mangueira no Espírito Santo possui uma característica bastante marcante que é a alternância fisiológica de produção. Para a safra de 2015-2016, esse fator está sendo agravado pelas condições climáticas vigentes, as quais começaram a prejudicar a cultura em dezembro de 2014 e continuaram em janeiro e fevereiro de 2015, uma vez que a falta de ocorrência de chuvas no período, na região produtora, comprometeu a emissão de novos ramos vegetativos, a reposição de nutrientes por meio de adubação, o que ocasionou prejuízos significativos à cultura a partir de março de 2015. Em agosto do mesmo ano, a falta de chuvas prejudicou a floração. O processo de maturação dos frutos que vingaram no período de continuação da estiagem ocasionou grande perda de frutos. A perda na produção de manga em 2015 foi estimada em 13,6% (Tabela 3).

A cultura da laranja é desenvolvida, no Espírito Santo, na região sul Caparaó, onde a maioria das áreas de cultivo está sob condições de sequeiro, em diferentes municípios que formam o Polo de Laranja do Estado. As perdas vêm ocorrendo de forma gradativa desde 2013. Para 2015, a estimativa é de perda de 4,8% na produção.

Para a tangerina, com a maioria das áreas de cultivo em condições de sequeiro, mesmo sendo cultivada na região serrana, com condições climáticas mais amenas, devido à baixa incidência de chuvas, a estimativa é de perda de 10,9% na produção.

As perdas nas culturas da banana, coco e abacaxi foram estimadas em 12,3%, 22,7% e 23,8%, respectivamente. Essas frutas, incluindo também o mamão, estão entre as mais produzidas no Estado



**Figura 5.** Perdas na produção da fruticultura em 2015 (toneladas e percentual). Valor bruto da produção correspondente às perdas na cafeicultura, em 2015 (mil reais e percentual).

**Fonte:** Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).

**Figura 6.** Valor bruto da produção correspondente às perdas na fruticultura, em 2015 (mil reais e percentual).

**Fonte:** Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).

e têm grande importância econômica e social na agricultura capixaba.

As microrregiões de São Mateus, Linhares e Montanha foram as que apresentaram maiores perdas em toneladas (Figura 5). Em valores monetários, as microrregiões de São Mateus, Montanha e Itapemirim foram as que tiveram maiores perdas (Figura 6).

## ALIMENTOS BÁSICOS

As perdas na cultura de milho foram as mais significativas entre os produtos considerados como alimentos básicos. A estimativa é de perda de 22,9 mil

toneladas, o que corresponde a 43,3% na produção de milho. No caso da mandioca, a previsão de perda é de 5,3 mil toneladas, 3,6% da produção, das quais as maiores perdas estão na produção de mandioca para indústria, que tem valor relativamente inferior ao produto para mesa (Tabela 4).

No caso do feijão, houve perdas significativas nas microrregiões de Barra de São Francisco, Nova Venécia, Colatina, São Mateus e Afonso Cláudio. No entanto, tais perdas foram compensadas pelo aumento de produção na microrregião de Santa Teresa. Esses resultados nas microrregiões citadas acima foram influenciados pela falta ou limitação quanto ao uso

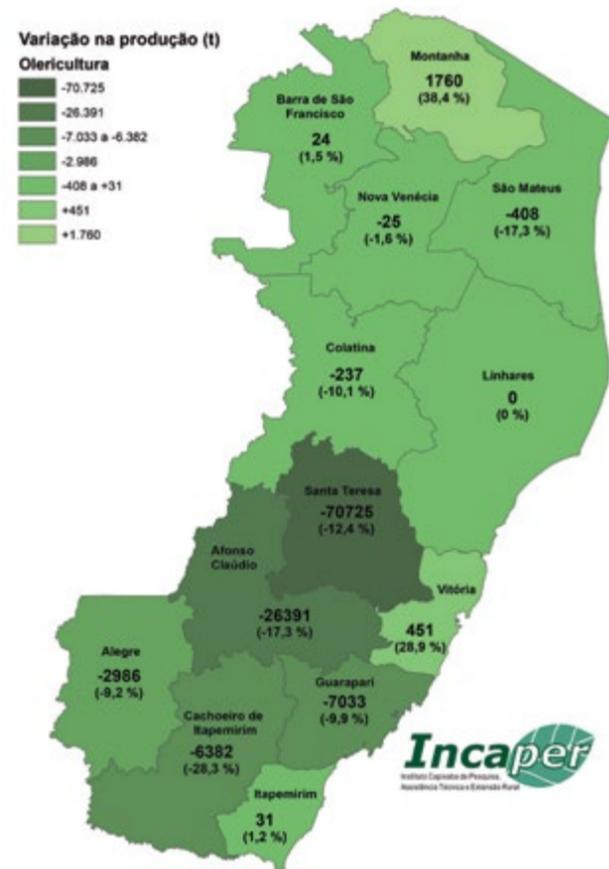
da irrigação. As Figuras 7 e 8 apresentam os dados de perdas na produção de alimentos básicos por

microrregião. As maiores perdas foram verificadas na microrregião de Alegre.

**Tabela 4.** Estimativa de perda anual na produção de 2015 e valores monetários correspondentes para os alimentos básicos

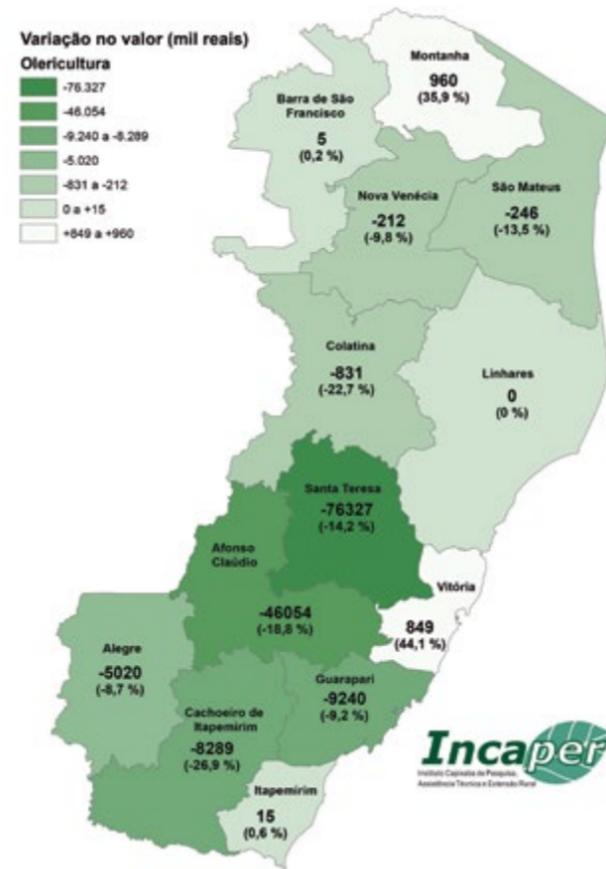
Produto	Irrigado %	Rendimento médio esperado (kg/ha)	Área em produção (ha)	Produção esperada (t)	Produção obtida (t)	Perdas/Ganhos na produção		Valor correspondente às perdas (mil R\$)
						(t)	%	
Arroz (em casca)	19,3	2.871	349	1.002	782	-220	-22,0	-242
Feijão (em grão)	24,6	865	14.383	12.443	13.483	1.040	8,4	2.375
Milho (em grão)	32,3	2.928	18.642	53.140	30.147	-22.993	-43,3	-13.792
Mandioca	0,4	16.796	8.690	146.272	140.952	-5.320	-3,6	941
<b>Total</b>	<b>21,8</b>	<b>5.060</b>	<b>42.064</b>	<b>212.857</b>	<b>185.364</b>	<b>-27.493</b>	<b>-12,9</b>	<b>-10.719</b>

Fonte: IBGE-GCEA-PPA (2014), IBGE-GCEA-LSPA (2015) e Incaper (2016).



**Figura 7.** Perdas na produção de alimentos básicos em 2015 (toneladas e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).



**Figura 8.** Valor bruto da produção correspondente às perdas de alimentos básicos em 2015 (mil reais e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015) e preços levantados pelo Incaper (2016).

**OLERICULTURA**

A produção de olerícolas está altamente concentrada na microrregião de Santa Teresa, a qual foi responsável por 65,8% da produção em 2015. Já a microrregião de Afonso Cláudio respondeu por 16,6% da produção. Nessas microrregiões, comparando os dados da precipitação pluviométrica à média histórica, no ano de 2014, ocorreu um *deficit* de 30% e, no ano de 2015, as chuvas não foram suficientes para o abastecimento dos mananciais que compõem as bacias hidrográficas. Essa situação provocou escassez hídrica, o que levou à imposição de restrição de horários de irrigação a fim de priorizar o uso da água para consumo humano (INCAPER, 2015a, 2015b).

Diante da escassez hídrica e da alteração e restrição dos horários permitidos à irrigação nas regiões produtoras, verificaram-se perdas significativas para algumas lavouras. De acordo com técnicos que atendem os produtores na região, as perdas podem ter sido ainda maiores do que as contabilizadas porque muitos agricultores irrigaram de forma insuficiente as lavouras, afetando a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas a serem colhidos. Outro fato relatado é que muitos agricultores deixaram mudas nos viveiros e estufas

à espera da regularização da oferta de água para serem plantadas. Isso explica em parte a redução da produção e da oferta de legumes e hortaliças para abastecimento do mercado (INCAPER, 2015b).

No caso da olericultura, a estimativa de perdas foi prejudicada pela falta de informações mais precisas sobre a produção. Essas informações começaram a ser coletadas há poucos anos e ainda sofrem algumas restrições. No caso específico da alface em Santa Maria de Jetibá, a estimativa de perda ficou limitada, uma vez que as informações sobre rendimento médio indicadas no LSPA de 2014 e PPA de dezembro de 2014 estavam superestimadas. Essas informações seriam essenciais para que se tivesse uma base de comparação para o cálculo de perdas.

De acordo com os dados levantados, a perda na produção da olericultura foi de 11,8%, o que corresponde a um perda monetária de R\$ 144,3 milhões. As perdas mais significativas foram na produção de tomate na microrregião de Afonso Cláudio e repolho na microrregião de Santa Teresa (Tabela 5).

As Figuras 9 e 10 apresentam os dados de perdas por microrregiões. As microrregiões de Santa Teresa e Afonso Cláudio foram as que apresentaram maiores perdas em toneladas e valores monetários.

**Tabela 5.** Estimativa de perda anual na produção de 2015 e valores monetários correspondentes para a olericultura (continua)

Produto	Irrigado %	Rendimento médio esperado (kg/ha)	Área em produção (ha)	Produção esperada (t)	Produção obtida (t)	Perdas/Ganhos na produção		Valor correspondente às perdas (mil R\$)
						(t)	%	
Abóbora/Jerimum	83,1	10.275	889	9.143	9.448	305	3,3	151
Abobrinha	96,0	20.472	591	15.471	4.040	-11.431	-73,9	-10.120
Agrião	100,0	20.000	25	500	500	0	0,0	0
Alface *	100,0	27.023	3.108	83.624	73.485	-10.139	-12,1	-12.703
Alho	90,7	11.222	75	845	877	32	3,8	178
Almeirão	100,0	20.000	30	600	720	120	20,0	162
Batata-baroa	84,3	13.462	344	4.631	4.992	361	7,8	1.454
Batata-doce	92,6	25.529	150	3.912	3.583	-329	-8,4	-350

(conclusão)

Produto	Irrigado %	Rendimento médio esperado (kg/ha)	Área em produção (ha)	Produção esperada (t)	Produção obtida (t)	Perdas/Ganhos na produção		Valor correspondente às perdas (mil R\$)
						(t)	%	
Batata-inglesa	88,6	20.559	401	7.611	8.703	1.092	14,3	1.797
Berinjela	100,0	17.294	99	2.019	1.762	-257	-12,7	-230
Beterraba	100,0	24.340	412	9.940	7.954	-1.986	-20,0	-2.386
Brócolis	98,6	26.631	128	3.493	3.078	-415	-11,9	-1.267
Cará	-	33.000	60	1.980	1.733	-247	-12,5	-476
Cebola	98,5	25.074	346	8.680	4.228	-4.452	-51,3	-12.087
Cebolinha	100,0	15.544	236	4.450	2.727	-1.723	-38,7	-5.818
Cenoura	100,0	24.267	377	9.071	6.833	-2.238	-24,7	-3.442
Chicória	100,0	20.000	30	600	600	0	0,0	0
Chuchu	100,0	54.491	1.384	75.391	140.075	64.684	85,8	28.784
Coentro	100,0	16.925	146	2.925	1.900	-1.025	-35,0	-3.239
Cogumelos	-	1.000	2	2	2	0	0,0	0
Couve	95,7	16.928	192	3.203	2.214	-989	-30,9	-2.263
Couve-flor	100,0	18.091	252	4.490	3.808	-682	-15,2	-857
Espinafre	100,0	20.000	30	600	540	-60	-10,0	-71
Gengibre	96,8	40.909	306	12.663	9.790	-2.873	-22,7	-6.225
Inhame	92,1	27.733	3.164	89.096	84.582	-4.514	-5,1	-5.912
Jiló	87,5	15.788	224	3.675	3.520	-155	-4,2	-194
Maxixe	100,0	20.000	22	440	375	-65	-14,8	-97
Milho-verde	24,6	12.523	1.002	12.907	11.311	-1.596	-12,4	-1.121
Pepino	99,5	49.604	176	6.672	7.897	1.225	18,4	1.205
Pimenta	100,0	13.000	2	26	26	0	0,0	0
Pimentão	99,2	42.304	493	20.978	19.884	-1.094	-5,2	-1.276
Quiabo	63,6	13.944	257	3.579	2.897	-682	-19,1	-1.282
Rabanete	100,0	15.000	48	720	694	-26	-3,6	-35
Repolho	99,0	49.395	5.757	284.013	182.478	-101.535	-35,8	-56.344
Rúcula	100,0	20.000	35	700	700	0	0,0	0
Salsa	100,0	14.815	131	2.363	7.863	5.500	232,8	17.380
Taioba	14,3	5.000	7	35	25	-10	-28,6	-24
Tomate	98,1	69.863	2.508	181.489	144.834	-36.655	-20,2	-67.564
Vagem	100,0	5.514	95	522	459	-63	-12,0	-118
<b>Total</b>	<b>93,7</b>	<b>37.098</b>	<b>23.534</b>	<b>873.061</b>	<b>761.137</b>	<b>-111.924</b>	<b>-12,8</b>	<b>-144.390</b>

Fonte: IBGE-GCEA-PPA (2014), IBGE-GCEA-LSPA (2015) e Incaper (2016).

\* O rendimento médio da alface foi revisto em 2015, pois estava superestimado no PPA de dezembro de 2014.

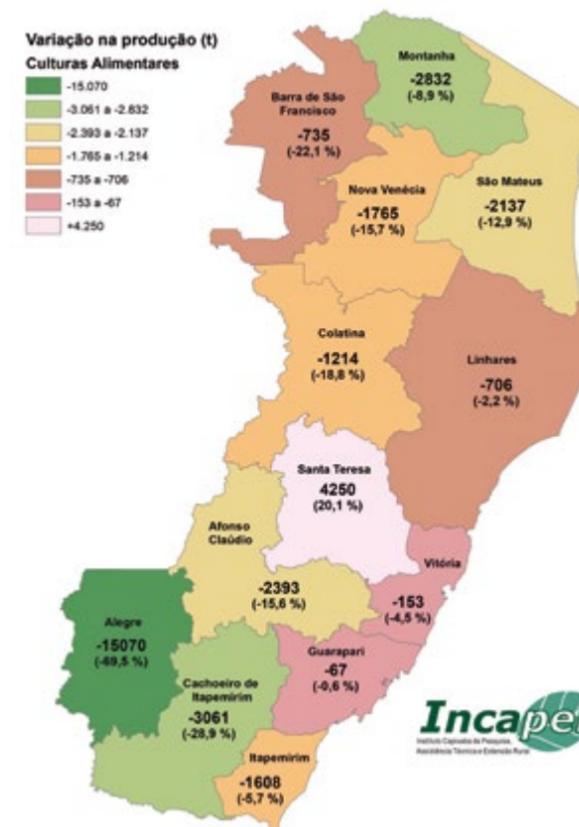


Figura 9. Perdas na produção da olericultura em 2015 (toneladas e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).

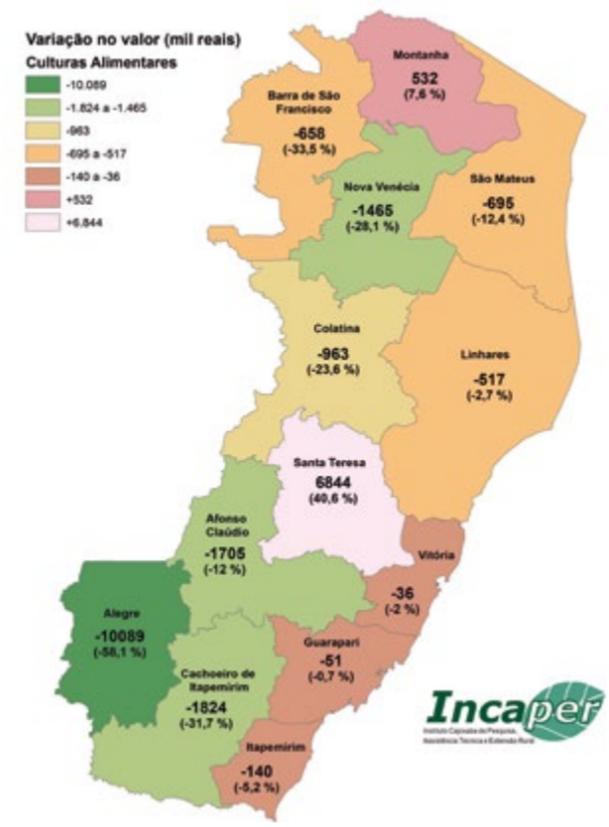


Figura 10. Valor bruto da produção correspondente às perdas na olericultura, em 2015 (mil reais e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015) e preços levantados pelo Incaper (2016).

### OUTROS PRODUTOS

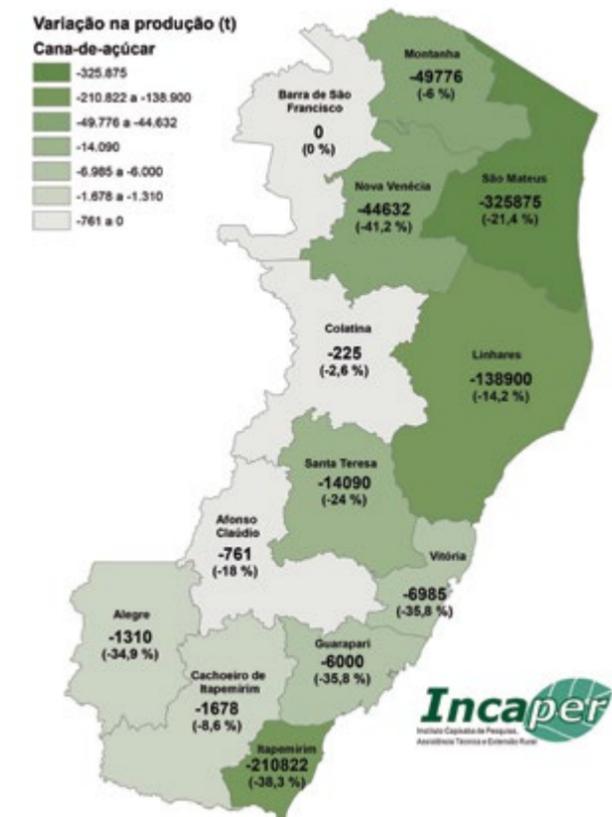
Conforme estimativas apresentadas na Tabela 6, a cana-de-açúcar apresentou perdas de 801 mil toneladas, o que corresponde a de 19,4%. Essa perda é estimada em aproximadamente R\$ 30 milhões. As lavouras de cana-de-açúcar foram afetadas pela seca, uma vez que elas não costumam ser irrigadas. As microrregiões de São Mateus, Itapemirim e Linhares foram as que apresentaram maiores quantitativos de perdas na produção de cana-de-açúcar (Figuras 11 e 12).

No caso da pimenta-do-reino, houve expansão da área em produção, o rendimento médio registrado foi acima do esperado e não foram contabilizadas perdas na produção.

**Tabela 6.** Estimativa de perda anual na produção de 2015 e valores monetários correspondentes para cana-de-açúcar, pimenta-do-reino e outros produtos

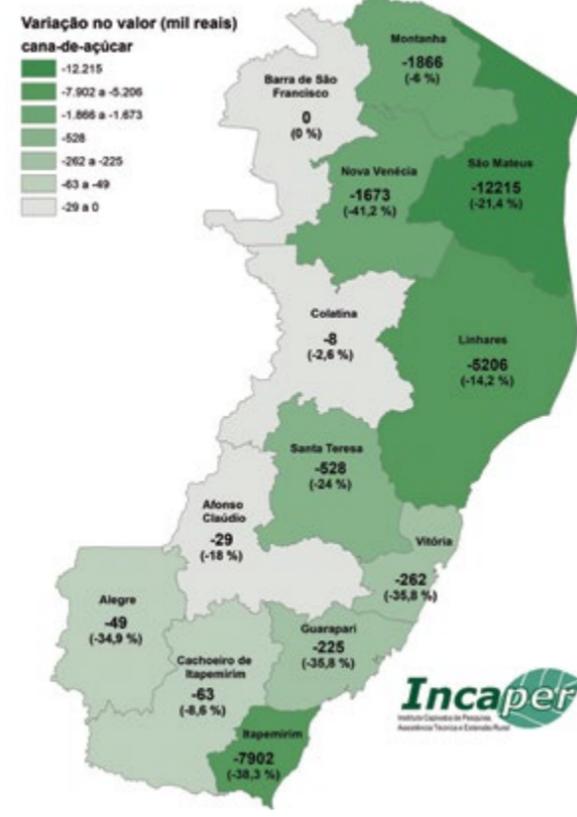
Produto	Irrigado %	Rendimento médio esperado (kg/ha)	Área em produção (ha)	Produção esperada (t)	Produção obtida (t)	Perdas/Ganhos na produção		Valor correspondente às perdas (mil R\$)
						(t)	%	
Cana-de-açúcar	0,1	53.741	76.683	4.121.863	3.320.809	-801.054	-19,4	-30.026
Pimenta-do-reino	90,5	2.912	4.004	11.667	13.863	2.196	18,8	56.207
Palmito	0,1	1.875	915	1.716	1.952	236	13,8	384
Urucum	-	1.600	31	50	50	0	0,8	-2
<b>Total</b>	<b>4,6</b>	<b>50.657</b>	<b>81.633</b>	<b>4.135.294</b>	<b>3.336.674</b>	<b>-798.620</b>	<b>-19,3</b>	<b>26.562</b>

Fonte: IBGE-GCEA-PPA (2014), IBGE-GCEA-LSPA (2015) e Incaper (2016).



**Figura 11.** Perdas na produção da cana-de-açúcar em 2015 (toneladas e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015).



**Figura 12.** Valor bruto da produção correspondente às perdas na cana-de-açúcar, em 2015 (mil reais e percentual).

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do IBGE-GCEA-PPA (2014) e IBGE-GCEA-LSPA (2015) e preços levantados pelo Incaper (2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma estimativa de perdas na produção agrícola capixaba no ano de 2015, a partir dos dados e informações da produção agrícola levantados por meio do GCEA-IBGE.

As mudanças climáticas (seca, altas temperaturas e má distribuição de chuvas) são um problema real que têm afetado a qualidade de vida da maioria dos cafeicultores do Estado, com maior ênfase a dos pequenos produtores com menor poder econômico e nível de escolaridade. Em 2015, a estimativa de perda foi de 19,2% da produção da cafeicultura, o que corresponde a R\$ 745,6 milhões. O uso de tecnologias sustentáveis, capacitação, investimento em técnicas de conservação de solo, uso e reservação de água e aprimoramento de políticas para esse fim poderão minimizar os danos da seca e oferecer maior sustentabilidade à cafeicultura do Espírito Santo.

Na fruticultura, a estimativa de perdas foi de 17,3% da produção, o que corresponde a R\$ 165,9 milhões. Considerando todos os grupos de produtos, cafeicultura, fruticultura, olericultura, entre outros, a estimativa aponta queda de aproximadamente 18% na produção de 2015. Essa redução na produção corresponde a R\$ 1,04 bilhão. As maiores perdas monetárias foram registradas na cafeicultura, fruticultura e olericultura. Em termos de valores monetários, as microrregiões de Nova Venécia, Linhares e Colatina foram as que apresentaram maiores perdas.

O uso de tecnologias sustentáveis, capacitação, investimento em técnicas de conservação de solo, uso e reservação de água e aprimoramento de políticas para esse fim poderão minimizar os danos da seca e oferecer maior sustentabilidade às atividades agrícolas do Espírito Santo.

## REFERÊNCIAS

ESPÍRITO SANTO. Resolução nº 005, de 2 de outubro de 2015. Dispõe sobre a declaração do Cenário de Alerta frente ao prolongamento da Escassez Hídrica em rios de domínio do Estado do Espírito Santo e dá outras providências. **Diário Oficial dos Poderes do Estado**, Vitória, ES, 6 out. 2015. p. 26-28.

GALEANO, E. A. V. et al. **Síntese da produção agropecuária do Espírito Santo 2013/2014**. Vitória, ES: Incaper, 2016a. 116 p. (Incaper. Documentos, 239). Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/1786/1/BRT-SINTESE-AGROPECUARIA-2013-2014-incaper.pdf>. Acesso em: mar. 2016.

GALEANO, E. A. V. et al. Consolidação das estatísticas agropecuárias de 2015 e previsão da produção agrícola para 2016. **Boletim da Conjuntura Agropecuária Capixaba**, Vitória, ES: Incaper, n. 5, p. 3-17, março 2016b. disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/1529/1/BRT-Boletimconjunturaagropecuaria-5.pdf>. Acesso em: mar. 2016.

GALEANO, E. A. V. et al. **Levantamento de preços recebidos pelos produtores do Espírito Santo (2000 a 2015)**. Vitória, ES: Incaper, 2016c. 229 p. (Incaper. Documentos, 240). Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2303/1/BRT-Publicacao-Levantamento-de-Preços.pdf>. Acesso em: jul. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 3º. **Prognóstico da Produção Agrícola 2015-PPA**. Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias – GCEA. Vitória, ES: IBGE-GCEA-PPA, dez. 2014. Relatório de pesquisa.

\_\_\_\_\_. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA**. Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias - GCEA, Vitória, ES: IBGE-GCEA-LSPA, dez. 2014. Relatório de pesquisa.

\_\_\_\_\_. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA**. Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias - GCEA, Vitória, ES: IBGE-GCEA-LSPA, dez. 2015. Relatório de pesquisa.

\_\_\_\_\_. **Produção Agrícola Municipal – PAM**. Sistema IBGE de Recuperação Automática de dados –SIDRA IBGE-PPM 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=PA&z=t&o=11>. Acesso em: 15 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>. Acesso em: out. 2015.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Acompanhamento semanal de preços recebidos pelos produtores em 2015**. Vitória, ES: Incaper, 2016. Disponível em: <https://www3.incaper.es.gov.br/mercado-agropecuaria/sispreco.php>. Acesso em: jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **Sistema de Informações Meteorológicas**. Vitória, ES: Incaper. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=ultimasnoticias>. Acesso em: out. 2015a.

\_\_\_\_\_. **Prognóstico para a produção agropecuária no Espírito Santo para 2016**. Vitória, ES: Incaper, 2015b. Relatório Interno.

# Tecnologias de conservação e armazenamento de água em propriedades rurais

Gilmar Gusmão Dadalto<sup>1</sup>; Henrique de Sá Paye<sup>2</sup>; Aliamar Comério<sup>3</sup>; Ricardo Batista<sup>4</sup>

**Resumo** - O solo é o principal reservatório natural de água. No entanto, tem sido utilizado de forma inadequada, em muitas áreas rurais, o que tem levado a sua degradação com consequente redução na capacidade de infiltração de água e aumento do escoamento superficial resultando na irregularidade do fluxo de água, intensificando as enchentes e secas, além de outros prejuízos como o assoreamento dos corpos d'água. Existe uma correlação estreita entre armazenamento e suprimento de água e a conservação do solo. Várias tecnologias e práticas conservacionistas podem ser usadas visando a aumentar a capacidade de armazenamento e disponibilidade de água no solo. Para isso, recomenda-se, na maioria das situações, as práticas de caráter vegetativo, por serem mais simples, eficientes e econômicas. No entanto, existem períodos de elevada precipitação, nos quais mesmo o solo possuindo boa capacidade de infiltração, ocorrem excessos de água, que devem ser armazenados por meio de construção de estruturas físicas, a exemplo dos cordões em contorno, das barragens, das obras de captação de chuvas em estradas rurais, entre outras. O dimensionamento correto de projeto e uso adequado dessas tecnologias são fundamentais para o sucesso na conservação e armazenamento de água.

**Palavras-chaves:** Recursos hídricos. Conservação de solo e água. Captação de água em estradas. Estruturas de armazenamento de água.

## Water storage and conservation technologies in rural properties

**Abstract** - The soil is the main natural reservoir of water. However, it has been misused in many rural areas, which has led to its degradation with consequent reduction in water infiltration capacity and increase of run-off resulting in water flow irregularity, intensifying floods and droughts, in addition to other losses as silting of water bodies. There is a close relationship between storage and water supply and soil conservation. Various technologies and conservation practices can be used to increase storage capacity and water availability in the soil. With this in mind, in most situations, vegetative practices are highly recommended because they are simple, efficient and economical. However, there are periods of heavy rainfall, in which water excess will occur even if the soil has good infiltration capacity. As a consequence, that water surplus will have to be stored through the construction of physical structures, like dams, works of rainwater collection on rural roads, among others. The correct sizing design and proper use of these technologies are critical to the success in conservation and storage of water.

**Keywords:** Water resources. Soil and water conservation. Rainwater harvesting on roads. Water storage structures.

## INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica (chuva) pode ter vários destinos, dos quais os principais são: retornar à atmosfera por meio da interceptação pelas folhas e partes vegetais, da transpiração das plantas e da evaporação da água do solo; escoar

superficialmente por meio do processo da erosão e infiltrar no solo, onde parte da chuva ficará retida na capacidade de campo (quantidade máxima de água armazenada contra a ação da gravidade) e a outra parte continuará infiltrando, abastecendo os lençóis de água e formando as nascentes que irão suprir os cursos e corpos d'água até chegar ao mar.

O solo é o principal reservatório natural de água, e, por isso, há a necessidade de aumentar a capacidade de infiltração de água e redução do escoamento superficial.

Apesar de toda a importância que o solo representa para o desenvolvimento da sociedade, dos ecossistemas e dos ciclos biogeoquímicos, o manejo inadequado de muitas áreas tem levado à sua degradação. Estudos realizados no Estado do Espírito Santo (CEDAGRO, 2012), apontam uma área degradada em torno de 400 mil ha, quase 17% da área total cultivada, isto é, a cada 6 ha cultivados, existe cerca de 1 ha degradado.

A erosão e a compactação dos solos são apontadas como umas das principais causas das alterações observadas no ciclo hidrológico, principalmente no que diz respeito ao aumento da taxa de evaporação natural, diminuição da infiltração de água, aumento do escoamento superficial e, por conseguinte, mudanças no nível dos lençóis freáticos e das reservas subterrâneas (FAO, 2011). Além disso, pode causar assoreamento dos recursos hídricos, redução da capacidade de armazenamento dos reservatórios, elevação dos custos de tratamento da água e a redução de sua quantidade e qualidade (MAHMOOD, 1987; CERQUEIRA, 2015).

Assim, há estreita ligação entre a conservação do solo e o fornecimento de água. Entretanto, esse recurso natural ainda não recebeu a atenção devida no episódio da crise hídrica. Portanto, ações coordenadas que viabilizem a adoção de práticas de conservação do solo aliadas à construção de estruturas físicas que reduzam o escoamento superficial, aumentem a capacidade de infiltração do solo e ampliem o armazenamento da água devem ser priorizadas.

## TECNOLOGIAS E PRÁTICAS ADEQUADAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA EM ÁREAS AGRÍCOLAS

Para a conservação do solo e da água, por meio do manejo, recomendam-se práticas conservacionistas fundamentadas em três princípios básicos: aumento

da cobertura vegetal (reduz a desagregação e transporte de partículas do solo), da infiltração de água no solo (reduz o escoamento superficial e as perdas de água e solo) e da rugosidade do terreno (reduz a velocidade e o volume do escoamento superficial e aprisiona os sedimentos da erosão) (MORGAN, 2005).

No Brasil, os primeiros esforços para a conservação do solo e da água, baseados nesses princípios, concentraram-se nas práticas mecânicas de terraceamento, plantio em nível e construção de canais escoadouros. Posteriormente, adotaram-se práticas vegetativas, como rotação de culturas, plantas de cobertura, cobertura morta, manejo da vegetação nativa herbácea e práticas edáficas, como adubação verde e calagem (PRADO; TURETTA; ANDRADE, 2010).

Na maioria das propriedades capixabas, as práticas conservacionistas de caráter vegetativo são as mais utilizadas. A simplicidade de implantação e adaptabilidade aos aspectos ambientais, culturais e econômicos justificam a preferência. A exemplo, destaca-se o manejo da vegetação nativa herbácea (mato) pela sua adaptação à maioria das condições das lavouras permanentes, especialmente pela cafeicultura capixaba, sendo largamente utilizada pelos produtores rurais. Essa prática consiste em manejar adequadamente as plantas nativas nas lavouras, de modo que se minimize o processo de erosão, melhore as características do solo, principalmente as físico-hídricas e aumente a produtividade.

Dadalto, Lani e Prezotti (1995) demonstraram que, em sistemas de manejo onde ocorre a predominância de capim-meloso, as perdas de solo e água reduziram-se em 95%, e a produtividade de café cresceu em 20%, em áreas acidentadas. Os mesmos autores afirmam que o sucesso dessa técnica depende do conhecimento das plantas nativas, em termos de composição, procurando-se eliminar, com o tempo, as mais nocivas às culturas.

O manejo da vegetação nativa deve ser realizado através de capinas desde a fileira de café até cerca de 50 cm de largura a partir da projeção da copa,

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, dadalto@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Esp. Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas, Extensionista do Incaper (aposentado)

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Esp. Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas, Extensionista do Incaper (aposentado)

principalmente durante a fase de formação da lavoura. Deve-se, ainda, efetuar roçadas sempre que for necessário, de modo que não haja florescimento e nem crescimento exagerado da vegetação. Normalmente, são feitas em média duas roçadas ao ano (Figura 1). O espaçamento máximo entre faixas depende da declividade e do tipo de solo (Tabela 1).



**Figura 1.** Manejo da vegetação nativa herbácea em lavouras de café.

Fonte: Foto de Luis Augusto Serrano e Wander Ramos Gomes.

**Tabela 1.** Espaçamento máximo entre faixas, em função da declividade e tolerância do solo à erosão, na fase de formação e produção da lavoura

Declividade (%)	Espaçamento máximo entre faixas (m)	
	Formação <sup>1</sup>	Produção
Solos com alta tolerância à erosão <sup>2</sup>		
0 - 30	9	18
30 - 45	6	12
> 45	3	6
Solos com baixa tolerância à erosão <sup>3</sup>		
0 - 30	6	12
> 30	3	6

<sup>1</sup> Fase de formação – até o 3º ano.

<sup>2</sup> Solos com alta tolerância à erosão - aqueles com características físicas menos susceptíveis à erosão como elevada profundidade, textura argilosa, boa infiltração de água e boa estabilidade de agregados. Exemplos desse tipo de solo são os Latossolos da região elevada de interior (região chuvosa), que corresponde a cerca de 35% do Estado.

<sup>3</sup> Solos com baixa tolerância à erosão – possuem características físicas mais susceptíveis à erosão, como baixa infiltração de água, principalmente no horizonte subsuperficial, horizonte B, e/ou baixa estabilidade de agregados. Podem ser citados como exemplos os solos da região elevada de clima seco e os solos da região de tabuleiros costeiros.

Outra forma de manejo conservacionista de plantas invasoras é através do uso de herbicidas pós-emergentes que propiciam a formação de uma cobertura morta tipo mulch protegendo o solo da erosão, mantendo a umidade do solo por um período mais prolongado e aumentando o teor de matéria orgânica.

Existem outras práticas mecânicas associadas às vegetativas em uso em algumas propriedades que, se bem construídas e mantidas, surtem um efeito desejável na conservação do solo e da água, como os cordões em contorno em pastagem (Figura 2). Também se recomendam sistemas de preparo e cultivo que mobilizem menos o solo e permitam a manutenção e a elevação dos níveis de matéria orgânica e, conseqüentemente, a redução do déficit hídrico. A título de exemplo, podem ser citadas as tecnologias de preparo mínimo do solo que evitem a lavração “morro abaixo” e a motomecanização excessiva.



**Figura 2.** Cordões em contorno em pastagem.

Fonte: Fotos de João Luiz Lani.

No caso de pastagem, deve ser evitado o preparo do solo no sentido da pendente, principalmente em inclinações elevadas (acima de 17°) devido ao risco da erosão e a conseqüente heterogeneidade e baixa cobertura vegetativa na formação da pastagem. É fundamental não colocar animais acima da capacidade de lotação da pastagem (superpastejo), em pastejo contínuo, para não causar a compactação do solo. Torna-se necessária a implantação de espécies de gramíneas adaptadas e o cultivo de pastagem fazendo os tratamentos culturais necessários, como adubação, limpeza e até irrigação, entre outras.

Também é recomendada uma boa distribuição de saeiros e bebedouros na área da pastagem visando à redução da compactação do solo.

Embora seja altamente recomendado o uso de práticas conservacionistas para a conservação do solo e da água, essas práticas, quando aplicadas isoladamente, previnem o problema de maneira parcial. Para atuar adequadamente, de forma preventiva, faz-se necessária a adoção simultânea de um conjunto de práticas conservacionistas. Atualmente, sistemas de produção recentes, como a agricultura de conservação, sistemas agroflorestais e agroecológicos, integração lavoura-pecuária e sistemas integrados de irrigação e criações reúnem, de forma eficiente, diversas práticas conservacionistas que permitem aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, mitigar impactos sobre os recursos naturais, em especial, solo e água (PRADO; TURETTA; ANDRADE, 2010). Entretanto, a escolha de sistemas de produção ou de práticas conservacionistas de solo e água deve ser feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada propriedade e região.

## TECNOLOGIAS E PRÁTICAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA

### BARRAGEM DE TERRA

O barramento de cursos d'água para a formação de lagos artificiais constitui uma das mais antigas técnicas de aumentar as disponibilidades hídricas para atendimento de demandas por águas pelas sociedades. São dotadas de mecanismos de controle com a finalidade de obter a elevação do nível de água ou criar um reservatório de acumulação desse recurso natural ou de regularização de vazões, chamados comumente de monge.

Basicamente, as barragens têm como finalidade regularizar a vazão dos corpos d'água, armazenar o excesso de chuvas e promover a disponibilização permanente para o abastecimento humano, do rebanho e a irrigação de culturas diversas. Dessa

forma, essa tecnologia amplia a oferta de água nos períodos de escassez (Figura 3).



**Figura 3.** Barragem de terra.

Fonte: Rural Engenharia.

A construção de barragens é a técnica, historicamente comprovada, de maior eficácia para perenização e/ou regularização das vazões de pequenos córregos garantindo uma vazão regular e constante ao longo do ano, minimizando os problemas advindos de longos períodos de estiagem que têm sido comuns em todo o Estado do Espírito Santo.

Diferentemente do passado, quando os reservatórios só eram vistos pelo lado dos benefícios, hoje, a sociedade está mais crítica e já olha para o reservatório sob a perspectiva das conseqüências negativas e de pessoas que são deslocadas sem compensação suficiente, assim como do ponto de vista do aspecto de segurança e impacto ambiental.

A sustentabilidade da agropecuária, na maior parte das propriedades agrícolas, é dependente da reserva de água para uso em períodos de escassez, o que é geralmente resolvido com a construção de pequenos reservatórios. Em áreas rurais, utiliza-se a construção da barragem de terra para uma série de finalidades, destacando-se a irrigação, seguida de: abastecimento da propriedade, piscicultura, recreação, embelezamento, dessedentação de animais, entre outras.

Os impactos provocados por esses reservatórios geralmente são de pouca expressividade em face dos benefícios que eles podem proporcionar. É de

conhecimento comum que a manutenção de uma carga hidrostática mais elevada sobre o terreno e o aumento da área para infiltração proporcionam maior recarga de água em direção aos mananciais subterrâneos.

O abastecimento de aquíferos subterrâneos é fundamental para aumentar o escoamento de base, minimizando oscilações de vazão em cursos d'água superficiais. Com a elevação do nível freático, poderá haver maior disponibilização de água para as plantas, por efeito de ascensão capilar, além de possibilitar fluxo de água subterrânea suficiente para a manutenção da vazão e perenização de pequenos córregos sob influência dessas águas freáticas.

Com maior recarga dos aquíferos no campo, os reservatórios podem servir melhor ao seu mais nobre objetivo: armazenar quando o recurso é abundante para usar no momento de escassez. O aumento da disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas possibilita também que as outorgas de direito de utilização da água sejam concedidas para um maior número de usuários, atendendo, assim, aos múltiplos usos desse recurso natural de maneira mais eficaz.

Destaca-se, também, a possibilidade de utilizar os pequenos barramentos com o objetivo de amenizar problemas de inundações em áreas urbanas de maior risco implicando, assim, grandes economias. Esse é o anseio da gestão integrada, ou seja, compatibilizar riscos e oportunidades na escala da bacia. Se ambientes urbanos sofrem cada vez mais com as inundações provocadas pelas enchentes, pode-se armazenar esse excesso no campo, o que permite atenuar a onda de cheia nas cidades e aproveitar essa água para irrigação nos períodos de escassez.

As pequenas barragens de terra são de fácil construção e, por isso, muitas vezes os aspectos técnicos, legais e ambientais são negligenciados. Assim, os rompimentos dessas pequenas obras podem ser frequentes, dos quais uma das principais causas é o subdimensionamento de extravasores provocando alagamento. Os maiores problemas hidrológicos observados advêm dos pequenos barramentos que, num efeito dominó, podem vir a comprometer obras

maiores e até causar mortes e grandes prejuízos econômicos. Nesse contexto, observa-se uma grande lacuna na literatura especializada quando se trata de metodologias confiáveis direcionadas ao dimensionamento de pequenas obras hidráulicas, notadamente os pequenos barramentos.

O projeto de uma barragem requer fundamentalmente a análise e aplicação correta de dois itens relevantes relacionados à segurança da obra, quais sejam: a) **estudos hidrológicos** desenvolvidos na bacia hidrográfica em estudo - onde se determina a vazão máxima de cheia e o volume de armazenamento necessário à regularização da vazão; e b) **estudos hidráulicos** utilizados principalmente no dimensionamento do sistema extravasor (eliminação do excesso de água e dissipador de energia), do desarenador (eliminação dos depósitos do fundo e/ou esvaziamento do reservatório) e da tomada de água (estrutura para captação da água represada).

É importante, também, destacar que obras hidráulicas, como barramentos, mesmo sendo de pequeno porte, distinguem-se por interferir nos cursos d'água e estar sujeitas ao poder destruidor das enchentes, envolvendo riscos que jamais podem ser desconsiderados. Assim sendo, o dimensionamento de projetos e obras necessários ao uso dos recursos hídricos deverá ser elaborado e executado sob responsabilidade de profissional devidamente habilitado no Crea.

Existem alguns instrumentos jurídicos como o Decreto nº 3623 - R de 5 de agosto de 2014, que regulamenta o licenciamento ambiental de barragens para fins agropecuários e/ou usos múltiplos no Estado do Espírito Santo e que devem ser cumpridos. Esse decreto possui as normas de classificação de barragens e as modalidades de licenças.

Destaca-se que as barragens construídas e a construir que possuírem represa menor ou igual a 1ha e/ou volume armazenado menor ou igual a 10.000 m<sup>3</sup> são dispensadas de licenciamento ambiental, sendo obrigatória a realização de um cadastro das obras no Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (Idaf).

A dispensa descrita acima não desobriga os responsáveis legais pelas barragens de verificar os critérios relacionados à supressão de vegetação na área da atividade em tela, bem como de cumprir as normas técnicas de segurança para barragens estabelecidas pelo Idaf.

Decretos e Instruções normativas:

- Decreto nº 3623-R
- Instrução Normativa nº 008/2014
- Instrução Normativa nº 009/2014

#### CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ESTRADAS RURAIS (CAIXAS-SECAS E BARRAGINHAS)

No Estado do Espírito Santo, as estradas rurais, principalmente na região de relevo acidentado, têm dificultado o escoamento normal da produção agrícola, em face de suas condições precárias, notadamente no período de chuvas mais frequentes. Esse fato tem causado prejuízos para o produtor rural como também para o setor público que sempre está envolvido com a recuperação dessas vias.

O estado ruim das estradas, no período chuvoso, deve-se, basicamente, à carência de obras complementares que tenham, por finalidade, minimizar a velocidade das enxurradas. Uma das alternativas para conter as águas pluviais, diminuindo, assim, a erosão nas estradas e favorecendo a infiltração que abastece as fontes e nascentes naturais de água, é a construção de caixas ou bacias que irão captar e armazenar o excesso de água das estradas.

Assim, é importante a construção de obras para o aproveitamento de águas pluviais em estradas rurais de forma adequada.

#### A erosão e o desperdício de águas pluviais nas estradas

Do total de chuvas que caem sobre o solo, uma parte é infiltrada e a outra escorre na superfície. A chuva que se infiltra irá penetrar através das camadas do perfil do solo, recarregando o lençol freático e,

consequentemente, regularizando o fluxo de água de nascentes e cursos d'água, minimizando, assim, os efeitos danosos das enchentes e secas. A chuva, que escoar na superfície, irá causar erosão, danificando obras públicas, lavouras e concentrando um grande volume de água causador de enchentes.

A construção de estradas promove a retirada da cobertura vegetal, movimentação do solo e compactação do seu leito tornando tais vias muito vulneráveis aos estragos causados pela chuva. Esses danos serão maiores com o aumento da declividade e comprimento de rampa, fatores que aceleram a velocidade da enxurrada. Por isso, essas estradas não devem ser construídas morro abaixo e nem ter longas rampas.

As estradas, além de serem danificadas, servem de foco inicial para erosão que se espalha pela lavoura e termina com o assoreamento dos cursos d'água e reservatórios.

Outra preocupação importante é o desperdício da água que escorre sobre a superfície das estradas. Um exemplo prático é o seguinte: considerando somente a chuva caída diretamente sobre a estrada, num município onde a precipitação média anual é de 1.000 mm e que, dessa precipitação, 50% são perdidos por escoamento superficial; se o município possuir 500 km de estradas rurais, com largura média de 6 m, tem-se uma área de 500.000 m x 6 m = 3.000.000 m<sup>2</sup> x 0,50 m\* de altura de água = 1.500.000 m<sup>3</sup> de água, ou seja, um desperdício de 1,5 bilhão L de água e cerca de 3 milhões L/km de estrada rural/ano.

#### Obras de captação de água das chuvas das estradas

O objetivo principal dessas obras é aproveitar racionalmente as águas das chuvas, reduzindo as suas perdas por enxurradas e, ao mesmo tempo, assegurando a conservação da estrada.

Existem vários tipos de caixas de retenção ou captação e o modelo a ser escolhido vai depender, basicamente, da topografia do terreno e das

\* O fator 0,50 provém de 50% de 1.000 mm = 0,5 x 1,0 m = 0,5 m.

características da estrada (declividade, tipo de solo, largura da estrada etc.). Em regiões de relevo acidentado, o modelo mais comumente utilizado é a caixa com formato retangular ou trapezoidal, construída ao longo das margens da estrada podendo ser unilateral ou bilateral. Normalmente, nessas regiões, as caixas não podem ser de grandes dimensões para não haver muita movimentação de terra e não se ocupar muito espaço. Nesse caso, recomenda-se que o volume individual das caixas não ultrapasse a 15 m<sup>3</sup>. Dessa forma, o número de caixas será maior e o espaçamento entre elas será reduzido (Figura 4).



**Figura 4.** Caixa trapezoidal de captação de água ao longo de estrada de terra.

Fonte: Acervo do Incaper.

Em áreas de relevo pouco acidentado, as caixas poderão ter dimensões maiores e ser mais espaçadas. Nessas áreas, as caixas poderão ser construídas mais facilmente, margeando a estrada, ao longo de suas laterais, recebendo diretamente as águas da estrada, ou mais afastadas, no terreno vizinho, recebendo a água através do canal. O formato dessas caixas é muito variado, dos quais os mais comumente usados são o trapezoidal e o circular – barraginha (Figura 5).

Em alguns casos, principalmente quando a área de contribuição tiver pouca cobertura vegetal, as caixas



**Figura 5.** Caixa de captação de água em formato circular (barraginha).

Fonte: Projeto Barraginhas - Formiga/MG

terão que possuir um sistema de drenagem para eliminar o excesso de água e os detritos oriundos dessas áreas, uma vez que serão calculadas levando em conta somente a água precipitada diretamente sobre a estrada. A drenagem pode ser feita através da colocação de bueiros, tubos de PVC ou feixes de bambu em algumas caixas, em intervalos que dependerão das características da área a montante tentando coincidir sempre com as caixas localizadas nas proximidades de canais escoadouros naturais, bem vegetados.

A caixa de retenção situada na extremidade inferior da estrada, por receber, normalmente, todo o excesso de água das outras caixas, deve possuir, necessariamente, sistema de drenagem através de bueiro e/ou canal de adução ou outros métodos similares que desaguem, preferencialmente, nas partes mais baixas do terreno (várzeas ou fundo do vale).

Para se obter sucesso na implantação e condução desses sistemas de captação de água, alguns cuidados e precauções deverão ser considerados:

a) Vegetar as margens das estradas e arredores das caixas, preferencialmente, com gramíneas, e/ou colocar outros dissipadores de energia, como cascalhos, seixos, entre outros, que reduzam a erosão e o assoreamento das caixas;

b) Evitar locais com solos rasos e camada rochosa próxima à superfície porque, nesse caso, haverá risco de desmoronamento da estrada e enchimento rápido das caixas de retenção;

c) Vegetar locais onde o talude da estrada expõe o horizonte C do solo, normalmente muito susceptível ao desmoronamento. Caso contrário, as caixas estarão frequentemente assoreadas e muito vulneráveis à danificação;

d) Quando a área de contribuição é muito declivosa, encontrando-se degradada e exposta às chuvas e o tipo de solo é muito susceptível à erosão, haverá assoreamento permanente das caixas, o que poderá inviabilizar o sistema. Dessa forma, não é recomendável a construção de caixas nesses locais antes de se fazer todo o trabalho de recuperação das cabeceiras (área de contribuição), de modo que o solo retenha o máximo de água;

e) O ideal seria que o sistema só captasse a água caída diretamente na estrada e que, na área a montante, existissem meios de contenção da chuva nela precipitada;

f) Para melhor funcionamento do sistema, recomenda-se fazer manutenção, sempre que houver necessidade procedendo-se à remoção dos sedimentos acumulados no fundo da caixa, no período da seca. Caso haja necessidade de se fazer mais de uma manutenção anual, o sistema pode se tornar oneroso e trabalhoso;

g) O proprietário deve concordar e permitir que a terra gerada a partir da construção e limpeza das caixas sejam depositadas às margens da estrada, mesmo que estas estejam ocupadas com atividades agrícolas. O transporte da terra gerada eleva o custo financeiro. Também é importante definir a área de “bota-fora” sem comprometimento ambiental;

h) As caixas devem ser construídas encaixadas dentro do barranco para que não ofereçam riscos aos usuários da estrada. Também podem ser construídas em ambos os lados da estrada.

#### Dimensionamento do sistema de caixas de retenção de água

Será considerada, para o cálculo do sistema, somente a água precipitada diretamente sobre a estrada, não se levando em conta a água escoada

na estrada, oriunda da área de contribuição, uma vez que o sistema de caixas, nesse caso, ocuparia muito espaço e tornaria onerosa e trabalhosa a sua construção. O excesso de água da área de contribuição será drenado das caixas de retenção e desaguado em canais escoadouros. Dessa forma, o tamanho das caixas e espaçamento entre elas será em função somente do volume de água caída diretamente sobre a estrada. As caixas serão representadas da seguinte forma:

$$V = A \times P$$

Onde

V = volume total da água escoada a ser armazenada pelo sistema de captação

A = área da estrada

P = precipitação de projeto

Tomando-se como exemplo uma estrada de 5 m de largura, com comprimento de 1.000 m, declividade média da estrada entre 10 e 15% e precipitação (P) de 100 mm. Foi definido que o tamanho da caixa de retenção será de 12 m<sup>3</sup> construídas em um só lado da estrada (unilateral). Com isso, tem-se:

$$V = A \times P$$

$$A = 5 \text{ m} \times 1.000 \text{ m} = 5.000 \text{ m}^2$$

$$P = 0,1\text{m}$$

$$V = 500 \text{ m}^3$$

Dividindo o volume total de água a ser armazenada pelo sistema (500 m<sup>3</sup>) pelo volume individual das caixas estabelecido em 12 m<sup>3</sup>, tem-se o número aproximado de 42 caixas que, dividido pelo comprimento da estrada (1.000 m), dará um espaçamento aproximado entre caixas de 24 m.

Aumentando a declividade da estrada, o volume de água captado se mantém, mas a velocidade aumenta, podendo causar erosão entre as caixas de retenção. Dessa forma, para se obter maior segurança e reduzir riscos de erosão, recomenda-se que o espaçamento entre caixas esteja dentro de certos limites, conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Limite máximo de espaçamento entre caixas e declividade da estrada

Declividade da estrada	Distância máxima entre caixas (m)
5 - 10%	50
10 - 15%	30
> 15%	20

Fonte: Adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (1985).

No exemplo anterior, para uma estrada com declividade entre 10% e 15%, esse espaçamento está dentro do limite máximo.

Vale lembrar que ao construir um maior número de caixas por quilômetro de estradas, teremos caixas menores gerando menor quantidade de terra na escavação e, assim, fica mais fácil direcionar esse pequeno volume de terra nas entrelinhas das lavouras ou mesmo em pastagens. No exemplo acima, em vez de construir 42 caixas em 1 km, poderia-se construir 84 caixas com 6 m<sup>3</sup> cada e espaçadas a cada 12 m. O projetista deve sempre conversar com o proprietário da área onde o projeto será executado e estabelecer um consenso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Estado do Espírito Santo vem passando, nos últimos cinco anos, por extremos climáticos com excesso de chuvas em 2013 e secas em 2014, 2015 e 2016, sendo esses fenômenos de ocorrência histórica e de forma cíclica. Assim, é necessário ter estruturas de armazenamento de água para conter o excesso hídrico dos períodos chuvosos e suprir em períodos de escassez a exemplo das barragens, caixas-secas, entre outras obras.

Porém, o solo que se constitui como reservatório natural encontra-se degradado ou com baixo uso de práticas conservacionistas, em muitas áreas. Dessa forma, é necessário que haja uma mudança na forma de usar o solo agrícola lançando mão de práticas sustentáveis que visam aos princípios da conservação, que consistem na ampliação da cobertura vegetal, no aumento da capacidade de infiltração da água e na redução do escoamento superficial.

## REFERÊNCIAS

- ACRA, A. M. **Captação e aproveitamento de águas pluviais das estradas**. Ribeirão Preto, SP: Dira/Cati, 1987. 12 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação de solo**. Piracicaba, SP: Livrocere, 1985, 368 p.
- CARVALHO, J. A. **Dimensionamento de pequenas barragens para irrigação**. Lavras, MG: UFLA, 2008. 158 p.
- CEDAGRO. Centro de Desenvolvimento do Agronegócio. **Levantamento de áreas agrícolas degradadas no estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Cedagro, 2012. 63 p.
- CERQUEIRA, G. A. A. **Crise hídrica e suas consequências**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, abril/2015 (Boletim Legislativo nº 27, de 2015). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em: 16 out. 2015.
- DADALTO, G. G, CARMO FILHO, O. G. do; CASTRO, L. L. F. **Captação de águas pluviais das estradas vicinais**. Vitória, ES: Emcapa, 1990. 22 p. (EMCAPA – Documentos. 63).
- DADALTO, G. G, LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C. Conservação do solo. In: COSTA, E. B. da (Coord.). **Manual técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Seag, 1995. 163 p.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk**. Rome and Earthscan, London, 2011. 285 p.
- LANÇAS, K. P.; SOUZA, A. P.; CARDOSO, L. G. **Obras de terra: sistematização e pequenas barragens**. Brasília, DF: ABEAS, 1988. 108 p.
- LOUREIRO, B. T. **Pequenas barragens de terra**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 34p.
- MAHMOOD, K. **Reservoir sedimentation: impact, extent and mitigation**. World Bank Tech. Paper Nº. 71. Washington, D.C., 1987.
- MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**, 3. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 304 p.
- PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 486 p.
- RURAL ENGENHARIA. Disponível em: <www.ruralengenharia.com/fotos>. Acesso em: 21 nov. 2016.

# Genética e melhoramento: desenvolvimento e recomendação de cultivares com tolerância à seca para o Espírito Santo

Romário Gava Ferrão<sup>1</sup>; Sarah Ola Moreira<sup>2</sup>; Maria Amélia Gava Ferrão<sup>3</sup>; Elaine Minelli Riva<sup>4</sup>; Lúcio de Oliveira Arantes<sup>5</sup>; Adelaide de Fátima Santana da Costa<sup>6</sup>; Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho<sup>7</sup>; Pedro Arlindo Oliveira Galvêas<sup>8</sup>

**Resumo** - As mudanças climáticas evidenciadas nos últimos tempos direcionam esforços nas diferentes áreas do conhecimento, na busca de alternativas para minimizar as consequências da seca, má distribuição de chuvas e elevação de temperaturas, além de propiciar soluções mais adequadas para todos. No atual cenário agrícola globalizado, incluindo o Espírito Santo, que se caracteriza por uma agricultura diversificada de pequenos produtores de base familiar, busca-se, por meio das estratégias de melhoramento, a obtenção e ou recomendação de cultivares para atender às demandas prioritárias da cadeia produtiva do Estado visando aos aspectos econômicos, sociais, culturais e à segurança alimentar. O *deficit* hídrico e a má distribuição de chuvas têm afetado de forma expressiva o agronegócio capixaba. A exploração da variabilidade genética natural e as disponibilizadas em Bancos Ativos de Germoplasma, aliadas às estratégias de melhoramento genético tanto convencional quanto com o uso de técnicas de biotecnologia, associadas aos conhecimentos da fisiologia relacionados à seca, entre outras áreas, têm sido a base dos trabalhos desenvolvidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e parceiros para o desenvolvimento e/ou recomendação de materiais genéticos das principais culturas econômica e socialmente relevantes do Estado. O uso de cultivares melhoradas de diferentes espécies pelos agricultores capixabas tem sido a base para a utilização de outras tecnologias e a promoção da evolução geral da agricultura do Espírito Santo.

**Palavras-chaves:** Melhoramento genético. Estresse hídrico. *Deficit* hídrico. Cultivares tolerantes.

## Genetics and plant breeding: development and recommendation of cultivars with tolerance to drought in the State of Espírito Santo, Brazil

**Abstract** - Climate change that has occurred in the past few years directs efforts in various fields of knowledge, aiming at alternatives to minimize the consequences of drought, poor distribution of rainfall and rising temperatures, as well as at the most appropriate solutions for the whole society. In the current globalized agricultural scenario, including the state of Espírito Santo, Brazil, which is characterized by a diversified agriculture based on family farms, it is important to attempt, through breeding strategies, to obtain or recommend cultivars to meet the priority needs of the state productive chain, bearing in mind economic, social and cultural factors as well as food security. Water deficit and poor distribution of rainfall have affected in a significant way the agribusiness in the state of Espírito Santo. The exploitation of natural genetic variability and those available in Active Germplasm Banks, allied to conventional breeding strategies as well as to the use of biotechnology techniques, associated with the physiology of knowledge related to drought, among other areas, have been the basis of researches conducted by the Espírito Santo Institute of Research, Technical Assistance and Rural Extension (Incaper) and partners that aim

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper, romario@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora do Incaper

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora Embrapa Café/Incaper

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisadora do Incaper

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper

<sup>6</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper

<sup>7</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Extensionista do Incaper/Seag

<sup>8</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador Embrapa/Incaper

at development and/or recommendation of genetic materials of major crops in the state. The use of improved cultivars of different species by farmers in Espírito Santo has been the basis for the handling of other technologies and the promotion of the general evolution of the local agriculture.

**Keywords:** Plant breeding. Water stress. Water deficit. Tolerant cultivars.

## INTRODUÇÃO

Estresses ambientais causados pelas mudanças climáticas, como alterações na temperatura, salinidade e seca, isoladas ou em combinação, às quais as plantas estarão expostas nas próximas décadas representam os fatores mais limitantes para a produtividade agrícola em todo o mundo. Desses, a seca é o estresse ambiental mais importante na agricultura ocasionando perdas significativas na produtividade das culturas (FRACASSO; TRINDADE; AMADUCCI, 2016). Quando somamos as alterações no clima às mudanças do uso da terra, notadamente os desmatamentos das florestas, é quase certo que acontecerão rearranjos importantes nos ecossistemas, como a substituição dos biomas existentes hoje por outros mais adaptados a climas com menor disponibilidade hídrica. Para a América do Sul, há a projeção do aumento da área de savanas em substituição à Mata Atlântica (MAGRIN et al., 2014).

Associado às questões climáticas, literaturas citam que cerca de 70% da água disponível no planeta é usada para irrigação. Com isso, é previsível que a utilização desse recurso escasso será cada vez mais onerosa ao produtor e questionável pela sociedade. Cabe lembrar que, segundo a Política Nacional dos Recursos Hídricos, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais (BRASIL, 1997). No Espírito Santo, em 2015, a Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) suspendeu a captação de água para usos não prioritários, como a irrigação, devido à escassez hídrica de alguns municípios, que causou prejuízos à agricultura capixaba (AGERH, 2015).

Uma alternativa para reduzir os danos causados pela falta de água é o desenvolvimento de plantas

mais tolerantes ao estresse hídrico ou mais eficientes no uso da água. Esse trabalho tem sido desenvolvido por vários melhoristas ao redor do mundo. No entanto, apesar dos progressos, ainda há muito a ser feito para reverter os prejuízos atuais e futuros.

Para que os trabalhos de melhoramento de plantas adaptadas ao *deficit* hídrico tenham maior perspectiva de êxito, é essencial que os melhoristas conheçam a probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica, bem como suas características, como intensidade, duração e época de ocorrência, em função da fase fenológica da cultura. Isso porque a resposta ao estresse depende da combinação entre características do estresse e os atributos da planta (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2011).

Na obtenção de cultivares adaptadas ao *deficit* hídrico, dois princípios podem ser empregados: o melhoramento visando à tolerância à seca, e, alternativamente, o melhoramento para a eficiência no uso da água (EUA). Geralmente, esses termos são confundidos. No entanto, do ponto de vista fisiológico, o melhoramento simultâneo para as duas características é contraditório (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2011; BASSETT, 2013).

Uma planta tolerante à seca consegue resistir a condições adversas, sobreviver e deixar descendentes, ou seja, é uma planta capaz de manter suas funções numa situação de deficiência hídrica. No contexto genético-fisiológico, refere-se à capacidade de um genótipo produzir melhor que outro numa condição de estresse hídrico (BASSETT, 2013). Genótipos tolerantes à seca têm, normalmente, maior estabilidade de produção, mas, geralmente, menor potencial produtivo, sendo indicados, portanto, para sistemas de produção de menor nível tecnológico (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2011).

Por outro lado, a EUA é definida como a razão entre a absorção e utilização da água, ou seja, é a capacidade que um genótipo tem de absorver a água do solo e transformá-la em biomassa, frutos ou grãos (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2011). Assim, o melhoramento para a EUA avalia a produção por unidade de água fornecida, de modo que quanto maior a água disponível, maior a produção.

## ESTRATÉGIAS DE MELHORAMENTO DE PLANTAS

### AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA

O conhecimento da diversidade genética e sua distribuição em uma espécie são úteis tanto para a conservação de germoplasma quanto para a identificação de materiais genéticos que tenham características de interesse, para serem incluídos em programas de melhoramento. Wang, Araus e Wan (2015) citam que 247 genótipos crioulos de trigo foram avaliados na Etiópia, onde foi encontrada uma rica diversidade genética que poderá ser explorada para a resistência a estresses, especialmente o hídrico. Já Ganança et al. (2015), dentro do projeto que visa a adaptar culturas de propagação vegetativa às mudanças climáticas, avaliaram 68 genótipos de taro (conhecido no Espírito Santo como inhame). Entre os materiais avaliados, havia cultivares, materiais-elite e variedades locais e foram observadas diferenças significativas na capacidade dos genótipos de lidar com estresse hídrico.

### SELEÇÃO

A seleção pode ser feita de forma direta (plantas sob estresse hídrico), indireta (sem a imposição do estresse) e combinada. No entanto, para ser útil à seleção, as variáveis precisam ter alta herdabilidade, facilidade de mensuração e alta correlação com a resposta da planta ao estresse hídrico. Para seleção, podem ser utilizadas características fisiológicas (condutância estomática, capacidade fotossintética,

composição da membrana plasmática, fechamento estomático); morfológicos (área foliar, espessura da cutícula, desenvolvimento da nervura central, densidade estomática); ou morfoagronômicas (desenvolvimento de raiz, razão entre raiz e parte aérea, intervalo entre a antese e o espigamento em milho, tamanho de colmo em cana), desde que atendam as premissas citadas acima, o que deve ser avaliado, previamente, para cada espécie e condição de estresse.

Em arroz, uma estratégia inovadora foi utilizada para selecionar progênies para resistência à seca. Foi realizado um cruzamento entre um genótipo de alta produção de grãos e uma variedade local com característica de raiz longa. Cada uma das famílias  $F_3$  foi dividida em duas partes e plantadas com e sem estresse hídrico. Foram avaliados o rendimento de grãos e a biomassa na colheita. No ano seguinte, foi avaliado o desenvolvimento da raiz. Foi observada alta correlação entre a densidade e o comprimento radicular, especialmente em profundidades abaixo de 30 cm, e a resposta ao estresse hídrico (BASSETT, 2013). Assim, nas gerações futuras desse cruzamento, a seleção pode ser realizada pelo comprimento da raiz, que pode ser avaliado precocemente, acelerando o trabalho de melhoramento.

### MÉTODOS CLÁSSICOS DE MELHORAMENTO

O controle genético tanto da tolerância à seca quanto da eficiência do uso da água são quantitativos e envolvem vários *loci* distribuídos em diferentes regiões do genoma. Assim, a escolha do método de melhoramento a ser utilizado deve considerar o sistema reprodutivo da espécie, a herdabilidade e o tipo de herança das características mais importantes, o que deve ser estudado previamente. Entre os diferentes métodos clássicos de melhoramento, os mais usualmente utilizados para a adaptação ao *deficit* hídrico são o genealógico (para plantas autógamas) e a seleção recorrente (para plantas alógamas) (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2011; BASSETT, 2013).

Um trabalho foi realizado por Parterniani et al. (2015) com o objetivo de distinguir, entre as 150 progênies de irmãos completos interpopulacionais de milho, aquelas contrastantes para tolerância à seca. Como resultado, os autores identificaram que as progênies selecionadas sob estresse hídrico tiveram produção 10% superior ao genótipo testemunha, o que poderá ser explorado nos próximos ciclos de seleção recorrente para tolerância à seca. Além disso, observaram que os caracteres intervalo entre florescimentos, prolificidade, número de ramificações de pendão e *stay green* foram bons indicativos de resposta à seca. Assim, tais variáveis poderão ser utilizadas na identificação de plantas tolerantes à seca nas gerações posteriores.

#### USO DA BIOTECNOLOGIA NO MELHORAMENTO GENÉTICO PARA TOLERÂNCIA À SECA

Em condições de *deficit* hídrico, vários genes são induzidos nas plantas, desencadeando respostas complexas desde a percepção e reconhecimento do sinal de estresse até a ativação de genes de resposta adaptativa. Compreender como esses genes são ativados ou desativados e como interagem entre si torna-se essencial para o desenvolvimento de cultivares tolerantes à seca ou com melhor eficiência no uso da água.

A tolerância à seca é considerada caráter poligênico (SHINOZAKI; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2007) e seu estudo pode ser favorecido pela biologia molecular. Entre as contribuições da biotecnologia, os marcadores moleculares - características de DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos e são herdadas geneticamente - são importantes para estudos de divergência genética, seleção assistida e mapeamento de *loci* de características quantitativas (QTLs - *Quantitative Trait Loci*) (SABADIN et al., 2012).

A introgressão de genes envolvidos na resposta ao estresse, via engenharia genética, pode ser uma estratégia de melhoramento mais rápida para o desenvolvimento de cultivares tolerantes, incluindo genes de outras espécies sexualmente incompatíveis

ou de fontes não vegetais (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2011). Um dos mecanismos gênicos envolvidos na geração de respostas ao estresse hídrico em plantas é mediado pela expressão do gene DREB-CBF (*Dehydration-responsive element binding protein/C-repeat-binding factor*). Esse gene codifica para uma proteína regulatória a proteína DREB envolvida na ativação de outros genes relacionados à tolerância à seca (MORAIS, 2008). A utilização de genes DREB no desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas tem sido verificada em diferentes culturas, como milho (ALVES et al., 2014) e cana-de-açúcar (REIS, 2013).

A evolução das plataformas de sequenciamento e dos programas de bioinformática tem permitido que genomas sejam sequenciados e relacionados a características fenotípicas específicas dos genótipos. Os estudos das “ômicas” (genômica, transcriptômica, proteômica, metabolômica e fisionômica) e suas inter-relações que conduzem à diversidade de respostas fenotípicas em espécies vegetais tem promovido grandes avanços nos programas de melhoramento (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2013).

A genômica consiste na análise estrutural e funcional dos genomas, permitindo o entendimento dos mecanismos evolutivos e do crescimento e desenvolvimento vegetal (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2013). A compreensão da função de um gene específico e da sua interação com diversos outros favorece o entendimento das respostas complexas que as plantas utilizam para se proteger de estresses ambientais (NEPOMUCENO et al., 2011).

O transcriptoma pode ser entendido como o conjunto completo de transcritos em uma célula e suas quantidades, em um estágio específico do desenvolvimento ou condição fisiológica, incluindo RNA codificante (mRNA) e não codificante (rRNA, tRNA, RNA estrutural, RNA regulatório, e outros tipos de RNA). Uma das vantagens do sequenciamento de transcriptoma é possibilitar a análise e interpretação dos dados de sequenciamento sem a necessidade de ter uma sequência genômica de referência previamente descrita (SILVEIRA, 2014).

O proteoma é o estudo de todas as proteínas expressas em uma determinada célula, tecido ou organismo e permite a análise global dos produtos dos genes em vários tecidos e estados fisiológicos de células, fornecendo informação em nível molecular da variabilidade genética que é efetivamente expressa pelo genoma, diferentemente do que acontece quando são utilizados marcadores moleculares.

A metabolômica permite, por meio do estudo de metabólitos, que os mecanismos de adaptação empregados pelas plantas em resposta a estresses abióticos e bióticos sejam analisados. Isso resulta em melhor compreensão do que ocorre nos níveis bioquímicos e em novas estratégias de melhoramento. Por meio da análise simultânea e combinada de mais de um nível regulatório, como a associação de marcadores moleculares e as comparações metabólicas, tem-se a fisionômica, que estuda os modelos sistêmicos, propondo-se a entender e prever respostas das plantas a determinados estímulos e/ou condições ambientais (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2013), como a tolerância à seca.

Estudos sobre os mecanismos genéticos da tolerância à seca envolvendo técnicas biotecnológicas têm sido realizados em várias culturas, como cevada, arroz, trigo, café, soja, mamoneira, teca, milho, cana-de-açúcar, feijão, sorgo, amendoim, algodão, entre outras. Em milho, Xu et al. (2014) identificaram genes candidatos por meio de sequenciamento de próxima geração (NGS - *Next-Generation Sequencing*), os quais, selecionados, facilitam a compreensão da base genética da resposta ao estresse da seca, permitindo acelerar o melhoramento genético por meio de seleção assistida por marcadores. Manso (2014), estudando expressão gênica em cana-de-açúcar, indicou os genes cloroplastidiais *psaA*, *psaB*, *psbA*, *psbD* e *petA* com uso potencial para marcadores moleculares de tolerância à seca. Estudos de genômica funcional e de transcriptoma de arroz identificaram genes relacionados à tolerância à seca, que serão utilizados como marcadores moleculares em seleção assistida no programa de melhoramento de arroz de terras altas. Além disso, tais genes são

candidatos a serem utilizados na transformação de genótipos sensíveis à seca (SILVEIRA et al., 2015).

Diante do exposto, verificou-se que as técnicas de biotecnologia são aliadas importantes no melhoramento clássico de plantas. Certamente, a contribuição da biotecnologia tende a permanecer, mas não substituindo o melhoramento de plantas convencional. Para a agricultura, é importante que tais tecnologias se complementem de forma adequada, resultando em eficiência e segurança para a seleção e o desenvolvimento de genótipos mais promissores, produtivos e adaptados às diferentes condições climáticas.

#### MELHORAMENTO GENÉTICO PARA TOLERÂNCIA À SECA EM CULTURAS NO ESPÍRITO SANTO

##### CAFÉ CONILON

A espécie *Coffea canephora* é conhecida internacionalmente como café robusta, e no Brasil, como conilon. Representa cerca de 38% da produção mundial, e o Brasil está entre os países maiores produtores. No Espírito Santo, a produção de conilon de 9,95 milhões de sacas em 2014 colocou o Estado como o maior produtor brasileiro, representando 78% do total nacional. Além disso, a produção capixaba desse café é responsável por 20% do robusta do mundo. O conilon é cultivado por 78 mil famílias, localizadas em 40 mil propriedades de 80% dos municípios capixabas, numa expressiva diversidade de ambientes abaixo de 500 m de altitude. Mais de 70% das propriedades do Estado estão inseridas em locais com *deficit* hídrico superior a 350 mm ao ano. A deficiência hídrica associada a temperaturas elevadas são os principais fatores que interferem na produção e na qualidade final do café.

A tolerância à seca é resultante de várias características (anatômicas, morfológicas, fisiológicas, moleculares) que se expressam diferente e concomitantemente, dependendo da severidade e da taxa de imposição do *deficit* hídrico, da idade e das condições nutricionais da planta, do tipo e da

profundidade de solo, da carga pendente de frutos, da demanda evaporativa da atmosfera e da face de exposição do terreno. Portanto, uma única estratégia de adaptação à seca é, certamente, inadequada para qualquer tipo de ambiente (DaMATTA, 2003).

Estudos moleculares da expressão diferencial da transcrição (transcriptoma) e de tradução (proteoma) em cafeeiros submetidos ao *deficit* hídrico têm identificado vários genes candidatos que podem estar relacionados à tolerância à seca e podem ser utilizados para a genotipagem ou análise de diversidade genética do cafeeiro. Os estudos têm sido feitos comparando plantas do gênero *Coffea* em relação ao seu comportamento mediante estresse hídrico (MARRACINNI et al., 2012). Para tal fim, diferentes parâmetros são avaliados, podendo ser citados o potencial da água e osmótico na folha, condutância estomática, atividade da redutase de nitrato, temperatura da cobertura foliar, sistema radicular, eficiência de uso da água, entre outros (MARRACINNI et al., 2012).

Pesquisas realizadas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) têm mostrado grande diversidade entre clones em relação à produção sob condições de seca (FERRÃO, R. et al., 2000a, 2000b). Identificaram-se clones sensíveis à seca, com baixo vigor, baixa carga pendente, expressiva desfolha, pequeno número e tamanho reduzido dos frutos, além de elevado chochamento dos grãos, com grande comprometimento da produção. Por outro lado, nos mesmos ambientes, genótipos com comportamento antagônico mostrando vigor, melhor produção e boa formação dos grãos, respondendo bem por suas características diferenciais de tolerância à seca também foram identificados (DaMATTA; RAMALHO, 2006).

Visando a atenuar esse problema, têm-se utilizado estratégias de melhoramento, cujo objetivo é obter e/ou recomendar cultivares clonais ou propagadas por sementes que produzam bem nesses ambientes. Isso nem sempre é tarefa fácil para os melhoristas, em função da diversidade de situações envolvendo clima, solo, topografia, tipo e nível tecnológico do produtor,

disponibilidade de água na propriedade, variabilidade de precipitação ao longo dos anos, comportamento diferenciado dos genótipos com o local (G x L), genótipos com o ano (G x A) e (G x L x A), associadas à natureza poligênica da tolerância à seca.

Os métodos de melhoramento empregados levam em consideração, além dos objetivos pretendidos, a variabilidade genética disponível, a forma de reprodução e propagação, além de particularidades, como a autoincompatibilidade genética. Uma estratégia utilizada com sucesso pelo programa de melhoramento do cafeeiro no Incaper é a condução paralela de métodos de melhoramento via reprodução assexuada e sexuada (FERRÃO, R. et al., 2007b, 2014).

As estratégias de melhoramento para obtenção de cultivares de conilon superiores e tolerantes à seca mais comumente utilizadas são a introdução de germoplasma, seleção e avaliação clonal de genótipos aproveitando a variabilidade genética em plantações propagadas por sementes no Espírito Santo, hibridações, seleção recorrente, manutenção e caracterização da variabilidade genética em Banco Ativo de Germoplasma. Os trabalhos envolvendo essas estratégias e os experimentos são realizados em condições de sequeiro ou de suplementação de água em momentos de extrema deficiência hídrica, nas Fazendas Experimentais do Incaper de Marilândia, Sooretama e Bananal de Norte, localizadas em ambientes representativos do cultivo do café conilon, das regiões noroeste, nordeste e sul do Espírito Santo, respectivamente.

Com o objetivo de identificar fontes de tolerância à seca, trabalhos de caracterização morfológica, agrônômica, química e molecular, realizados com materiais genéticos de campos de seleção recorrente e Banco Ativo de Germoplasma são contínuos. Visando a ampliar a base genética para esse fim, atenção tem sido dada à introdução de novos acessos por meio de intercâmbio com outras instituições.

Ressalta-se o uso de ferramentas genético-estatísticas e de biologia molecular integrando as abordagens tradicionais e moleculares de modo

a acelerar os ciclos de seleção, maximizar o ganho genético e, conseqüentemente, diminuir o tempo de lançamento de novas cultivares.

O Programa de Melhoramento Genético de Café do Incaper desenvolveu nove cultivares superiores de *C. canephora*, sendo oito clonais, Emcapa 8111, Emcapa 8121, Emcapa 8131, Emcapa 8141 – Robustão Capixaba, Vitória Incaper 8142 (FERRÃO, R. et al., 2007a), Diamante ES8112, ES8122 – Jequitibá e Centenária ES8132 (FERRÃO, R. et al., 2015), além de uma propagada por semente, Emcaper 8151 – Robusta Tropical (FERRÃO, R. et al., 2007a). Essas variedades têm sido a base da renovação das lavouras no Estado do Espírito Santo, que vem ocorrendo na ordem de 7% ao ano (50 milhões de plantas/ano). Com o aporte de outras tecnologias, como a muda de boa qualidade, espaçamento, calagem e adubação, poda, manejo de pragas e doenças, além de irrigação, a cafeicultura capixaba alcançou nos últimos 22 anos

incremento de cerca de 300% na produção sem aumento significativo de área (FERRÃO, R. et al., 2014).

Essas cultivares apresentam adequada adaptação e estabilidade de produção com características agrônômicas desejadas para o Espírito Santo. Independentemente, se essas cultivares são clonais ou propagadas por sementes, a resposta mais adequada desses genótipos está associada ao uso de um conjunto de tecnologias: plantios de todos os clones e mudas de boa qualidade, adubação, poda, espaçamento, adubação, entre outras recomendações técnicas (FERRÃO, R. et al., 2012). As produtividades médias experimentais dessas cultivares lançadas desde 1993 estão entre 53 e 87 sc. benef./ha (Quadro 1). Plantios em que há uso adequado de um conjunto de tecnologias têm o potencial para produzir mais de 60 sc. benef./ha em condições não irrigadas e de mais de 100 sc. benef./ha em condições irrigadas (Figura 1).

Cultivares	Nº Clones	Forma de Propagação	Ano Lançamento	Principais Características
Emcapa 8111	9	Clonal	1993	Maturação precoce (maio)
Emcapa 8121	14	Clonal	1993	Maturação intermediária (junho)
Emcapa 8131	9	Clonal	1993	Maturação tardia (julho)
Emcapa 8141 – Robustão Capixaba	10	Clonal	1999	Tolerância à seca
Emcaper 8151 – Robusta Tropical	54	Semente	2000	Rusticidade, ampla adaptação
Vitória Incaper 8142	13	Clonal	2004	Conjunto de característica superior
Diamante ES8112	9	Clonal	2013	Maturação precoce (maio), qualidade superior de bebida
ES8122-Jequitibá	9	Clonal	2013	Maturação intermediária (junho), qualidade superior de bebida.
Centenária ES8132	9	Clonal	2013	Maturação tardia (julho), qualidade superior de bebida.

**Quadro 1.** Constituição, forma de propagação e ano de lançamento de nove cultivares de café conilon desenvolvidas e recomendadas pelo Incaper para o estado do Espírito Santo.

**Fonte:** Ferrão, R. et al. (2007, 2014, 2015).



**Figura 1.** Lavoura representativa das cultivares melhoradas pelo Incaper, no Estado do Espírito Santo.  
Fonte: Foto de Daniel Simões.

Mesmo com os avanços até então obtidos, verifica-se no Estado uma cafeicultura de conilon muito dinâmica e de constantes buscas por tecnologias mais sustentáveis. A execução desse programa de melhoramento é um caminho contínuo. A melhor exploração do potencial das plantas e da variabilidade genética, a busca pela melhoria na produtividade, estabilidade de produção e tolerância aos problemas abióticos (seca e altas temperaturas) e bióticos (pragas e doenças) são um trabalho constante, mas tem-se consciência das dificuldades decorrentes das mudanças rápidas impostas pelo clima, mercado, produtores e consumidores.

Diversas instituições trabalham com acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *C. canephora* do Incaper ampliando os conhecimentos sobre a espécie.

DaMatta et al. (2000), estudando os clones 14 e 120, que são genótipos selecionados pelo Incaper com alta tolerância à seca em condições de campo, e os clones 46 e 201, com baixa tolerância ao *deficit* hídrico, verificaram que a evitação à seca é mais importante para a sobrevivência durante períodos prolongados de estiagem que o uso mais eficiente da água. Os resultados sugeriram diferentes estratégias, em *C. canephora*, em resposta à aclimação à deficiência hídrica.

Para a cultivar Robusta Tropical e para o clone número cinco da cultivar Vitória Incaper 8141, Araújo et al. (2011), observaram redução da matéria seca da parte aérea, da matéria seca do sistema radicular, da altura das plantas, do diâmetro dos caules e do diâmetro das copas, quando as plantas dessa cultivar, passaram por período de *deficit* hídrico, independentemente do momento de desenvolvimento inicial.

Silva et al. (2010), avaliando as respostas fisiológicas de enxertias recíprocas entre os clones 109A e 120 (sensível e tolerante ao *deficit* hídrico, respectivamente), concluíram que a utilização de porta-enxertos tolerantes à seca contribui para a maior tolerância das plantas ao *deficit* hídrico.

#### CAFÉ ARÁBICA

A região das montanhas do Espírito Santo tem na cafeicultura de arábica uma das atividades econômicas mais importantes abrangendo cerca de 150 mil hectares, com produção estimada de 3,7 milhões de sacas (CONAB, 2016). A produtividade média da cultura, de 24,6 sc./ha, ainda é baixa quando comparada à capacidade produtiva que as cultivares empregadas na cafeicultura brasileira podem expressar.

Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, o *deficit* hídrico ocupa posição de destaque, pois, além de afetar diretamente as relações hídricas nas plantas alterando-lhes o metabolismo, é um fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis. Portanto, as plantas parecem ter desenvolvido mecanismos capazes de diminuir os efeitos da falta de água no solo, que podem ser transmitidos geneticamente (BOYER, 1982). A comparação entre os parâmetros do balanço hídrico de várias áreas produtoras de café no Brasil levaram Ortolani et al. (1970) a afirmar que deficiências hídricas no solo maiores do que 150 mm podem afetar drasticamente a produção de *Coffea arabica*.

Considerando que a quase totalidade da cafeicultura arábica capixaba é cultivada em relevo de montanha e sem irrigação, é prioritário nos programas de melhoramento o desenvolvimento e recomendação de cultivares de porte baixo e com tolerância à seca. Nesse contexto, o programa de melhoramento de café arábica em andamento no Incaper tem como principais objetivos o desenvolvimento e a recomendação de cultivares com características agrônômicas superiores, adaptadas a diferentes sistemas de cultivo. As principais características buscadas pelo programa são: alta capacidade de produção, qualidade de grãos, estabilidade de produção, resistência a pragas e tolerância à seca (FERRÃO, M. et al., 2008).

Entre as estratégias de melhoramento para obtenção de cultivares promissoras, as mais comumente utilizadas são hibridação e a seleção de plantas matrizes dentro de populações, com o estudo de suas progênies. As progênies e linhagens superiores obtidas são plantadas em condições ambientais diferentes no sentido de avaliar a interação genótipo x ambiente e selecionar cultivares produtivas, de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em especial às relacionadas ao *deficit* hídrico.

Ressalta-se que a avaliação de cultivares e progênies do programa de melhoramento do Incaper é realizada atualmente em diferentes ambientes representativos da cultura, sem irrigação. O programa já recomendou 16 cultivares para o Estado do Espírito Santo e apresenta outras em fase final de pesquisa (FERRÃO, M. et al., 2008; FERRÃO, M. et al., 2013). As principais cultivares recomendadas de porte baixo e produtivas encontram-se relacionadas abaixo:

- Catuaí Vermelho IAC 44, Catuaí Vermelho IAC 81, Catuaí Vermelho IAC 99, Catuaí Vermelho IAC 144, Rubi MG 1192: frutos vermelhos, maturação média, suscetível à ferrugem e adaptação ampla.
- Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Amarelo IAC 86 e Topázio MG 1190: frutos amarelos, maturação

média, suscetível à ferrugem e adaptação ampla.

- Oeiras MG 6851: frutos vermelhos, maturação média, moderada resistência à ferrugem e melhor adaptação a locais situados entre 700 e 900 m de altitude.
- Iapar 59: frutos vermelhos, maturação precoce, resistente à ferrugem e melhor adaptação a locais situados acima de 850 m de altitude.
- Paraíso MG H419-1: frutos amarelos, maturação média, moderada resistência à ferrugem e melhor adaptação a locais situados entre 650 a 900 m de altitude.
- Tupi IAC 1669-33: frutos vermelhos, maturação precoce-média, resistência à ferrugem e melhor adaptação a locais situados acima de 700 m de altitude.
- Obatã IAC 1669-20: frutos vermelhos, maturação média-tardia, resistente à ferrugem e com adaptação a locais situados abaixo de 850 m de altitude.

Além dessas cultivares recomendadas, outros materiais genéticos estão se destacando em condição de *deficit* hídrico, como 'Catiguá MG1', 'Pau Brasil' e 'Progênie Catuaí Amarelo Incaper' (FERRÃO, M. et al., 2013) e 'Araponga MG1' e 'Pau-Brasil MG1' (RODRIGUES, 2014).

O cenário atual de mudanças climáticas gera preocupações para a cafeicultura devido à grande redução das áreas que apresentam temperatura e balanço hídrico considerados aptos ao cultivo das duas principais espécies de café. Estudos de zoneamento indicam que áreas cultivadas tradicionalmente com café e consideradas aptas para o cultivo tendem a ser reclassificadas como marginais, com comprometimento da qualidade final do produto e da produtividade (CHESEREK; GICHIMU, 2012). Uma das estratégias mais importantes para mitigar o efeito da seca é a busca por cultivares de café que tolerem esse fenômeno, que sejam capazes de crescer e produzir adequadamente em regiões sujeitas à seca.

## FRUTICULTURA

A fruticultura é considerada uma das atividades mais dinâmicas da economia brasileira, apresentando uma evolução contínua. Atende o mercado interno e vem ganhando espaço no mercado internacional, com frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado de forma diversificada, aumentando o volume das exportações, o número de empresas exportadoras e de países de destino das exportações.

O território nacional abriga um extraordinário mosaico de ecossistemas produzido não só por uma ampla diversidade climática, como também topográfica, propiciando o cultivo de diferentes espécies de fruteiras. Nas devidas proporções, o Estado do Espírito Santo, mesmo com a reduzida extensão territorial, apresenta condições edafoclimáticas bastante diversificadas, o que possibilita o cultivo de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado com qualidade semelhante às frutas produzidas nas diferentes regiões do País e do mundo. Não obstante, o melhoramento genético desempenha papel importante no desenvolvimento de genótipos bem adaptados aos diversos ambientes, ampliando as regiões aptas ao cultivo de determinadas espécies.

A fruticultura no Espírito Santo tem assumido papel de destaque e respondeu, em 2013, por 18% do valor bruto da produção agropecuária capixaba (INCAPER, 2014a). Estima-se que a produção tenha aumentado em 30% na última década.

De forma geral, no Estado do Espírito Santo, a má distribuição de chuvas ao longo do ano tem levado à priorização de estratégias de melhoramento que identifiquem cultivares com crescimento, desenvolvimento e produção superiores nesses ambientes, uma vez que a seca é o estresse ambiental com maior impacto negativo na agricultura, ocasionando perdas significativas na produtividade (FRACASSO; TRINDADE; AMADUCCI, 2016). O agravamento dessas condições ambientais, como aumento da temperatura e escassez de água,

tem direcionado cada vez mais os programas de melhoramento genético no sentido de reforçar a priorização, de forma contínua, do desenvolvimento de cultivares tolerantes à seca e menos exigentes em umidade, com foco na promoção do crescimento sustentável da atividade. Jesus Junior et al. (2008) já destacavam a importância da realização de estudos para direcionar possíveis medidas mitigadoras de manejo diante das mudanças climáticas que têm efeito direto na temperatura do ar e na precipitação pluviométrica, mostrando a importância do melhoramento genético para reduzir possíveis efeitos negativos das mudanças climáticas na fruticultura.

O Incaper tem buscado preservar e ampliar as coleções genéticas de diversas fruteiras, material básico para que sejam desenvolvidos os trabalhos de melhoramento e obtenham-se genótipos cada vez mais bem adaptados às condições edafoclimáticas locais, regionais e/ou estaduais.

A seguir, serão destacados os resultados relevantes dos trabalhos desenvolvidos com foco no melhoramento genético de algumas espécies de fruteiras de interesse econômico para o Espírito Santo. A maioria dos trabalhos desenvolvidos nas últimas décadas, na área de melhoramento em fruticultura, são por meio de introdução, avaliação, seleção e recomendação de cultivares. As introduções são viabilizadas mediante parcerias institucionais estabelecidas em nível nacional e internacional, visando à promoção da melhoria da capacidade produtiva e à qualidade das frutas produzidas no Espírito Santo.

### ABACAXI

O Incaper, desde 1976, vem introduzindo e avaliando cultivares e genótipos de abacaxizeiro com o objetivo de selecionar plantas resistentes às principais doenças, produtivas, com frutos de qualidade comercial aceitável e adaptadas às condições de clima da região produtora.

Em 1984, foi iniciado o Programa de Melhoramento Genético do Abacaxizeiro, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa, com o objetivo principal de identificar fontes de resistência e obter híbridos resistentes à fusariose, mais produtivos, com frutos de qualidade para o mercado e adaptados às condições climáticas das regiões produtoras. Nesse programa, foram identificados genótipos promissores, os quais foram encaminhados para avaliação em diferentes regiões produtoras, incluindo o Espírito Santo. Desses, três híbridos foram avaliados pelo Incaper, dos quais o híbrido PRI×SC-08 ('Primavera' ♀ × 'Smooth Cayenne' ♂) foi submetido à seleção recorrente clonal por dez anos, dando origem à cultivar 'BRS Vitória', lançada pelo Incaper em parceria com a Embrapa em 2006. Nas avaliações realizadas em distintas regiões do Espírito Santo, a nova cultivar destacou-se dos demais genótipos apresentando resistência à fusariose, além de apresentar boa produtividade nas condições edafoclimáticas do Estado (VENTURA et al., 2006).

A coleção de germoplasma do Incaper inclui outras cultivares, como a BRS Imperial, Pérola, Perolara, Smooth Cayenne, Turiaçu, Gold, Fantástico, Ibitirama, IAC Gomo de Mel, além de diversos híbridos desenvolvidos e selecionados no Incaper para a resistência à fusariose. Apesar de o abacaxizeiro ser naturalmente tolerante à seca, devido ao mecanismo conhecido como CAM (sigla em inglês para 'Metabolismo Ácido das Crassuláceas'), o qual lhe permite um ótimo aproveitamento da água, a produtividade e qualidade dos frutos podem ser drasticamente afetados pela exposição a longos períodos de escassez hídrica. Aliar alta produtividade e tolerância à seca num mesmo genótipo constitui-se em um enorme desafio, mesmo para culturas bastante tolerantes à seca, como o abacaxizeiro. Portanto, há necessidade de estudos mais detalhados sobre a possibilidade e limites da superação desse desafio dentro dos programas de melhoramento genético.



**Figura 2.** Lavoura de abacaxi no Espírito Santo.

Fonte: Acervo Incaper.

### BANANA

Devido à importância socioeconômica da bananicultura, são realizados, desde 1976, trabalhos de introdução, avaliação e seleção de cultivares de bananeira resistentes às principais doenças e adaptadas às condições climáticas do Espírito Santo, uma vez que as áreas representativas de produção no Estado estão localizadas em região com baixas condições de irrigação. Resultados positivos têm sido alcançados, com destaque para o subgrupo prata.

Em 1982, foi iniciado o Programa de Melhoramento Genético da Bananeira, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa, de forma semelhante ao programa realizado com a abacaxicultura, com o principal objetivo de obter híbridos tetraplóides (AAAB) resistentes às principais doenças, com boa produtividade e qualidade de frutos. Alguns desses híbridos foram introduzidos e avaliados pelo Incaper no Espírito Santo, durante 20 anos, o que levou ao lançamento das cultivares Japira e Vitória, resistentes à sigatoka-amarela, à sigatoka-negra e ao mal-do-panamá e adaptadas às condições climáticas da região produtora do Espírito Santo (VENTURA et al., 2011).

Além do lançamento dessas variedades pelo Incaper, o Instituto, em parceria com outras instituições, também recomendou a cultivar BRS

Tropical, lançada pela Embrapa por apresentar características agrônomicas semelhantes à da cultivar Maçã, resistência às doenças sigatoka-amarela e mal-do-panamá (VENTURA et al., 2013), além das cultivares Prata Mysore (NÓBREGA; GOMES; ARLEU, 1986) e Emcapa 602 - Ouro da Mata (NÓBREGA et al., 1990).

## CITROS

Devido à importância da citricultura para os produtores de base familiar do Estado, o Incaper mantém coleções de materiais genéticos que se destinam à enxertia para formação de copas, formando o Banco Ativo de Germoplasmas (BAG-citros). São mais de 160 genótipos diferentes entre laranjas, tangerinas, tangores, tangelos, limas ácidas, limões-verdadeiros, pomelos *grapefruits*, ornamentais e outras variedades cítricas oriundas de diferentes instituições em nível nacional (IAC, Embrapa, Unesp, Esalq/USP). As coleções estão distribuídas principalmente nas Fazendas Experimentais do Incaper, em Sooretama (FES), Venda Nova do Imigrante (FEVNI), Viana (FEV) e Engenheiro Reginaldo Conde, em Jucuruaba (FERC). Nestas duas últimas, foram formadas borbulheiras com a finalidade de atender às demandas de viveiristas e produtores rurais para a produção de mudas. A manutenção dessas coleções é considerada estratégica, tendo em vista que o Estado é livre de duas das principais enfermidades que afligem as lavouras, como o cancro-cítrico e *greening* (*huanglongbing* HLB – outrora conhecido como amarelo). A grande maioria das copas estão enxertadas sobre os porta-enxertos ‘Cravo’, e tangerinas ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’.

O melhoramento genético de porta-enxertos representa um dos maiores interesses da citricultura, uma vez que os citros raramente são cultivados na forma de pé franco e o método de propagação mais usual é a enxertia, ou seja, a combinação de uma variedade-copa com um porta-enxerto mais adaptado às condições adversas resultando em tolerância a estresses diversos, melhoria da qualidade do

fruto e aumento de produtividade. Dessa forma, os programas de melhoramento genético que visam à obtenção de plantas tolerantes à seca concentram seus esforços principalmente sobre esses quesitos.

O limoeiro-cravo é tradicionalmente conhecido como muito tolerante à seca, porém, devido à sua susceptibilidade a doenças, como o declínio e mais recentemente à morte-súbita-dos-citros, com redução da longevidade dos pomares, sua utilização tem sido cada vez mais reduzida.

Existem diversos outros porta-enxertos que podem ser utilizados como alternativas ao limoeiro-cravo, entre os quais a tangerina ‘Cleópatra’, que propicia plantas bem desenvolvidas, adequado sistema radicular; frutos de boa qualidade, resistência à morte-súbita e tristeza, e menos susceptível ao declínio em relação ao cravo.

No BAG da FES, as plantas enxertadas sobre o porta-enxerto tangerina ‘Cleópatra’ têm apresentado nível de tolerância à seca semelhante e em algumas condições superiores ao limoeiro-cravo. Em avaliações de plantas em que foram utilizados os dois porta-enxertos e a mesma variedade-copa, verificou-se a presença de maior volume de raízes, inclusive radículas, quando o enxerto foi realizado sobre o porta-enxerto tangerina ‘Cleópatra’, com uma profundidade efetiva de raízes, no mínimo, duas vezes superior em comparação com o limoeiro-cravo. Entretanto, para a citricultura em nível nacional, outros porta-enxertos são também indicados como tolerantes à seca: limoeiros ‘Rugoso’ e ‘Volkameriano’ e tangelo ‘Orlando’. Outros são considerados tolerantes: laranjeiras ‘Azeda’ e ‘Caipira’ e tangerina ‘Sunki’ (JUHÁSZ et al., 2015).

## MAMÃO

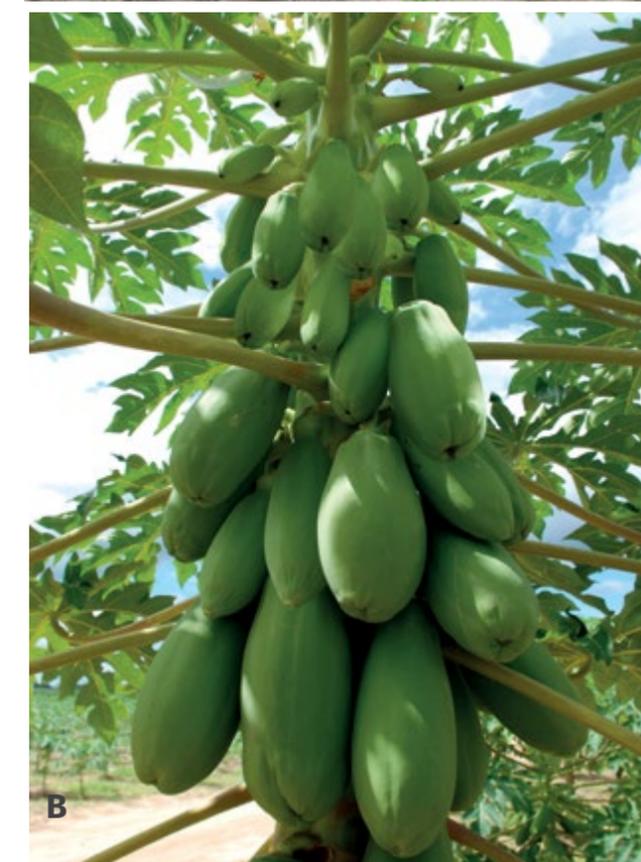
As ações em melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Incaper, que iniciaram na década de 70, possibilitaram a introdução e recomendação da variedade ‘Improved Sunrise Solo Line 72’ em 1982, a qual foi a mais utilizada pelos produtores durante um longo período de tempo. Possibilitaram também

a seleção do ‘Baixinho de Santa Amália’ em 1978 e sua recomendação aos produtores em 1986.

A partir de 2001, tem-se priorizado a seleção de genótipos do grupo Formosa, o que culminou com o lançamento da cultivar Rubi Incaper 511, primeira variedade de mamão do grupo Formosa para o Estado, com características agrônomicas semelhantes ao híbrido ‘Tainung 01’ (CATTANEO et al., 2010). Por constituir-se de uma variedade, cada planta da população possui um genótipo distinto, porém com características semelhantes. Essa estrutura genética gera uma variabilidade intrínseca a esse tipo de população, a qual pode ser vantajosa em alguns casos, pois permite a identificação de indivíduos com maior plasticidade fenotípica quando sujeitos a condições ambientais adversas, como a restrição hídrica.

Os trabalhos de melhoramento genético no Incaper continuaram por meio de seleção massal e obtenção de progênies. Apesar de serem realizados em regiões sujeitas ao *deficit* hídrico, a maioria dos trabalhos de melhoramento estão sendo conduzidos sob irrigação. Dessa forma, podem estar sendo selecionados genótipos não adaptados aos estresses de deficiência hídrica, mesmo aqueles de menor intensidade. Apesar de alguns trabalhos sugerirem a existência de variabilidade genética para o caráter, até então, poucos estudos têm se dedicado a entender e superar estresses abióticos. Portanto, fontes de tolerância não têm sido identificadas, e cultivares tolerantes não são desenvolvidas.

Um dos entraves na seleção visando à tolerância à seca é a baixa precisão dos experimentos. Sob estresse de seca, a média normalmente é baixa, os efeitos de outras variáveis se avolumam, há dificuldade em separar o estresse de seca de outros estresses que acompanham a deficiência hídrica, aumentando o erro experimental.



**Figura 3.** Plantio de mamoeiro do grupo solo no norte do Espírito Santo (A). Cultivar Rubi Incaper 511 (B).

Fonte: Acervo Incaper.

## MORANGO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa*) é uma das culturas de maior importância no contexto socioeconômico da região serrana do Espírito Santo, cultivado desde a década de 60, com maior expressão

comercial a partir dos anos 90, período em que era plantada a cultivar Campinas. A partir desse período, foram feitas várias introduções de cultivares, como a 'Dover', 'Tudla', 'Camarosa', 'Oso Grande' (de dia curto). Em 2005 foram introduzidas as cultivares 'Camino Real' (dia curto) e 'Ventana' (dia curto). Nesse mesmo ano, o Incaper iniciou os trabalhos de introdução, caracterização agrônômica e avaliação da adaptabilidade e estabilidade de produção de genótipos de morangueiro, com priorização de cultivares de dia curto e dia neutro provenientes de outros países, como Espanha e Estados Unidos da América, que culminou com a recomendação, em 2009, das cultivares de dia neutro, Diamante e Aromas (COSTA et al., 2009).

Com o grande interesse na comercialização de mudas de morangueiro no Espírito Santo pela iniciativa privada, são feitas introduções de cultivares sem uma avaliação prévia da adaptabilidade e estabilidade de produção, o que leva a uma substituição constante de cultivares.

As cultivares mais plantadas atualmente na região produtora são: 'Camarosa' (dia curto), que produz frutos grandes com coloração vermelho-intenso, cultivada no Estado, desde a década de 90; e 'Albion' (dia neutro), introduzida mais recentemente, possui frutos com cor semelhante aos da 'Aromas', apresenta produção com poucos picos e melhor sabor comparado com as outras variedades de dia neutro.

Estudos para minimizar os efeitos das mudanças climáticas na fruticultura têm se tornado uma prioridade devido à alta diversidade das espécies e às variações climáticas das regiões produtoras, o que pode comprometer o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade dos frutos. Uma das estratégias mais importantes para minimizar esses efeitos é a identificação de cultivares que apresentem capacidade para desenvolverem e produzirem em condições adversas.

#### FRUTEIRAS NATIVAS

É importante destacar que, devido à imensa biodiversidade presente no Brasil, dispõe-se de

fontes quase inesgotáveis de recursos genéticos nas dezenas de espécies de fruteiras nativas, que ocorrem ao longo de todo o território nacional, em cada um dos biomas. Entre elas, muitas apresentam elevada tolerância à seca, além de boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais e, portanto, requerem baixo aporte de insumos. Investir no melhoramento genético dessas espécies poderia viabilizar sua exploração econômica, de tal maneira que se consolidassem como culturas altamente rentáveis e com enorme potencial de geração de divisas, haja vista a crescente demanda do mercado externo por fruteiras exóticas.

A incorporação dessas espécies ao agronegócio, que não de forma extrativista e predatória, irá cada vez mais conferir-lhes valor, maximizando a utilização dos recursos naturais disponíveis, contribuindo inclusive para que seja promovida a conservação desses recursos genéticos, uma vez que a falta de conhecimento de sua utilidade e até mesmo de sua existência pelos próprios brasileiros, constitui-se num dos principais obstáculos à promoção de sua conservação.

#### PIMENTA-DO-REINO

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) é o condimento mais importante do mundo. O Brasil, com a produção de 42.312 t, é responsável por cerca de 9,0% da produção mundial. Os maiores produtores nacionais são os Estados do Pará, Espírito Santo e Bahia, respectivamente, os quais foram responsáveis por 98,66% da produção brasileira em 2014 (IBGE, 2015).

Originária das regiões montanhosas e submontanhosas do estado de Kerala, sudoeste indiano, denominada de *Western Ghats*, onde ocorre naturalmente nos sub-bosques das florestas úmidas, requer elevadas precipitações e umidade para o seu bom desenvolvimento. É bastante sensível à falta de água, porém precipitações entre 1.250 e 2.000 mm anuais bem distribuídos, em solos bem drenados e umidade relativa em torno de 60 a 95% garantem boas colheitas.

Atualmente, as maiores produtividades têm sido obtidas em cultivos intensivos a pleno sol, como os encontrados na região norte do Espírito Santo, onde cerca de 80% das lavouras são irrigadas, já que as precipitações médias anuais, ligeiramente superiores a 1.000 mm, com ocorrência pronunciada de longos períodos secos, limitaria enormemente a produção, podendo até mesmo inviabilizá-la economicamente. Impulsionado pelos altos preços obtidos atualmente, tem havido aumento expressivo da área plantada. Dados preliminares do IBGE (2015) apontam que a área plantada no Espírito Santo em 2015 será de aproximadamente 8.000 ha, o que representa mais que o triplo da área colhida em 2014.

Devido à escassez de água inclusive para a irrigação, tanto a identificação quanto a obtenção de genótipos menos exigentes de umidade poderiam contribuir para o crescimento sustentável dessas áreas. Para tanto, torna-se necessária uma prospecção bastante intensa e rigorosa entre os materiais disponíveis a fim de se explorar a variabilidade genética existente. Nesse sentido, as coleções de germoplasma são imprescindíveis, constituindo-se do material básico para que os melhoristas iniciem programas de melhoramento e sejam obtidos ganhos expressivos, independente dos objetivos ora estipulados.

Na Índia, o *Indian Institute of Spices Research* (IISR) possui atualmente, uma coleção de 3.181 acessos, sendo 1.669 de cultivares, 1.503 selvagens e nove de espécies exóticas (PRASATH et al., 2015). Atualmente, mais de 100 cultivares são amplamente adotadas pelos agricultores indianos. Aproximadamente 20 delas são provenientes de programas de melhoramento genético, das quais a cultivar Panniyur-1 (chamada de 'Bragantina' no Brasil) foi a primeira, lançada no ano de 1966 pela *Pepper Research Station Panniyur*, estação de pesquisa vinculada à *Kerala Agricultural University*. Entre elas, algumas têm sido consideradas relativamente tolerantes à seca: 'Panniyur-5' e 'Panniyur-6' (melhoradas, lançadas em 1996 e 2001, respectivamente); 'Kalluvally', 'Karimunda',



'Naranyakodi' e 'Kottanadan' (tradicionais).

**Figura 4.** Cultivar Bragantina.

Fonte: Acervo Incaper.

A Embrapa Amazônia Oriental já possuiu aproximadamente 30 diferentes cultivares entre os acessos de *P. nigrum*. Contudo, essa coleção foi drasticamente reduzida para apenas 13 cultivares devido à erradicação das plantas infectadas pelo PYMoV, por determinação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em meados do ano 2000, uma vez que é uma doença quarentenária para o País (BOARI, 2008). No Espírito Santo, o Incaper detinha uma coleção semelhante, que chegou a ter mais de 30 genótipos, porém foi perdida devido à falta de continuidade dos trabalhos após o falecimento do pesquisador responsável, Engenheiro Agrônomo, Danilo Milanez, em fevereiro de 2003.

No Brasil, há apenas sete cultivares cadastradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Mapa, todas introduzidas. Além disso, uma das fontes de variabilidade genética bastante importante e muitas vezes utilizadas pelos melhoristas, a exemplo do café conilon no Espírito Santo, são as próprias lavouras, porém estima-se que no Estado mais de 80% delas são ocupadas pela cultivar Bragantina, o que aliado à sua multiplicação quase que exclusivamente clonal, implica uma grande homogeneidade dos genótipos disponíveis no território capixaba aumentando

sobremaneira o desafio imposto aos pesquisadores no Espírito Santo.

Apesar de detectar grande variabilidade genética, inclusive entre cultivares amplamente utilizadas (PRADEEKUMAR et al. 2003; GAIA et al., 2007; JOY; ABRAHAM; SONIYA, 2007), esses estudos não relacionam essa variabilidade a caracteres morfoagronômicos e tampouco à tolerância à seca. Além disso, a maioria dos trabalhos se utiliza de caracteres fisiológicos tanto na caracterização de plantas tolerantes à seca (VASANTHA, 1996; KRISHNAMURTHY; SAJI, 2006) quanto no entendimento da influência que a falta de água exerce sobre genótipos contrastantes (THANKAMI; ASHOKAN, 2004; VIJAYAKUMARI; PUTHUR, 2015). Os caracteres fisiológicos apresentam o inconveniente de serem pouco viáveis quando se tem grande número de plantas a serem estudadas, além de variações devidas aos protocolos experimentais e complexidade de associação dos resultados com interferência nos processos que definem o rendimento final (BEEBE et al., 2013). Dessa forma, os caracteres morfológico-agronômicos são ou estão diretamente associados aos componentes de produção e devem ser utilizados na seleção (SCHNEIDER et al., 1997; ASSEFA et al., 2013). Na realidade, o que se procura é ter um caráter de fácil manuseio e que permita boa precisão na avaliação e possua alta herdabilidade. Ao que tudo indica, a produtividade de grãos, que corresponde a um índice seletivo, pois depende praticamente de todos os outros caracteres da planta, é o mais eficiente (NAGHAVI; ABOUGHADAREH; KHALILI, 2013). Infelizmente, sua herdabilidade, assim como a maioria dos caracteres complexos, geralmente não é alta.

Novas abordagens têm sido utilizadas na obtenção de cultivares tolerantes à seca. O próprio IISR já possui genótipos oriundos de eventos de transformação genética sob avaliação. O número de sequências inseridas em bibliotecas gênicas tem aumentado. Vale lembrar, entretanto, que todos os genótipos com reconhecida tolerância à seca são resultados do melhoramento clássico, o qual ainda continuará a ser o grande gerador de resultados e, no Brasil, é executado

por instituições públicas de pesquisa. Na Tabela 1 são relacionados genótipos citados como tolerantes à seca.

**Tabela 1.** Cultivares de pimenta-do-reino tolerantes à seca.

Cultivar	Pedigree	Produtividade média grãos secos (kg/ha)	Rendimento de grãos secos (%)
'Panniyur-5'	Progênie de polinização aberta de 'Perumkodi'	1.107	35,7
'Panniyur-6'	Seleção clonal de 'Karimunda'	2.127	32,9
'Panniyur-7'	Progênie de polinização aberta de 'Kalluvally'	1.410	33,6
'Panniyur-8'	Híbrido (HB 20052) de 'Panniyur 6' x 'Panniyur 5'	1.365	39
'Kalluvally'	Cultivar tradicional	1-2*	35-38
'Kottanadan'	Cultivar tradicional	5*	34-35
'Karimunda'	Cultivar tradicional	2-3*	35
'Naranyakodi'	Cultivar tradicional	1-2*	36

Fonte: Adaptado de Krishnamoorthy e Parthasarathy (2010) e Thomas e Rajeev (2015).

\*Produtividade estimada em kg/planta.

## CULTURAS ALIMENTARES

Até a década de 90, o milho, o feijão e o arroz eram as culturas mais importantes nos aspectos econômico e social no Espírito Santo, pelas áreas plantadas, números de produtores, abrangência e pelas produções. Assim, a Emcapa, hoje Incaper, conduzia programas de melhoramento genético para essas culturas utilizando diferentes métodos, visando ao desenvolvimento ou recomendação de cultivares para os diferentes ambientes do Estado.

Para o milho, no mercado, existem dois tipos de cultivares, os híbridos e as variedades melhoradas. Os híbridos são mais indicados para os plantios em ambientes favoráveis e tecnificados. Já as variedades

melhoradas geralmente apresentam adaptação geral e para ambientes desfavoráveis, possuem maior estabilidade de produção, são mais indicadas para os produtores menos tecnificados e possibilitam reutilização de sementes. Assim, são mais indicadas para a maioria dos produtores de milho do Estado do Espírito Santo, que são pequenos agricultores.

Visando a atender, sobretudo, o agricultor de base familiar, o Incaper, com o apoio da Embrapa Milho e Sorgo, desenvolveu e lançou quatro cultivares melhoradas de milho para o Espírito Santo e recomendou mais de cinquenta. As cultivares que são do tipo variedades melhoradas (3) e híbrido intervarietal (1) foram oriundas de diferentes estratégias de melhoramento do programa de pesquisa conduzido desde 1985 na Fazenda Experimental de Sooretama/Incaper, cujos trabalhos foram conduzidos sem irrigação, num ambiente de *deficit* hídrico e que também apresenta outros estresses biótico e abiótico.

Para obtenção das cultivares de milho, foram utilizadas as seguintes estratégias de melhoramento: introdução e avaliação experimental de populações-bases da Embrapa Milho e Sorgo e identificação das superiores; realização em cada população superior de três a seis ciclos de seleção massal estratificada e de dois a quatro ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para adaptação e fixação das características agrônômicas de interesse; autofecundações e avaliações de linhagens; recombinações de indivíduos superiores; avaliações experimentais e seleção de materiais superiores.

Com base nesse trabalho, foram desenvolvidas, lançadas e disponibilizadas sementes aos produtores capixabas das seguintes cultivares melhoradas: 'Emcapa 201', 'Emcapa 301', 'Emcapa 202 - Ouro Verde' e 'Capixaba Incaper 203' (FERRÃO et al., 1986, 1990, 1995, 2007 apud INCAPER, 2014b), respectivamente, que apresentam, em geral, as seguintes características: alta produtividade; boa estabilidade de produção; bom empalhamento de espigas; tolerância às principais doenças foliares e de grãos, à seca e ao acamamento e quebraimento de plantas. Essas cultivares são mais adequadas para os produtores de

baixo e médio nível tecnológico e econômico.

Por intermédio do Programa de Melhoramento Genético de Feijão do Incaper, foram desenvolvidos e/ou recomendadas cinco cultivares: grupo preto - 'Vitória', 'Capixaba Precoce' e 'Emcapa 404 - Serrana'; grupo cor tipo carioca - 'Rio Doce' e 'Emcapa 405 - Goytacazes' (EMCAPA, 1983; PACOVA et al., 1987; FERRÃO, M. et al., 1987; GALVEAS et al., 1990; FERRÃO, M. et al., 1992 apud INCAPER, 2014b). Dentre as diferentes características dessas cultivares, destacam-se a adequada produtividade, adaptação e estabilidade de produção para os diferentes ambientes do Espírito Santo e características agrônômicas e culinárias adequadas e, em especial, a tolerância às principais doenças da cultura. Essas cultivares são destinadas, sobretudo, para os produtores de base familiares e têm sido a base dos plantios do Estado.

Para o arroz, foram desenvolvidas e lançadas para o Espírito Santo as seguintes cultivares: 'Aliança' (MATOS et al., 1992 apud INCAPER, 2014b) e 'Emcapa 104 - Itapermirim' (SOARES; MATTOS; SALGADO, 1996 apud INCAPER, 2014b), além da recomendação de outras dezenas.

## SILVICULTURA

### EUCALIPTO

No Espírito Santo, as florestas plantadas com eucalipto representam a base econômica do agronegócio florestal do Estado. Com uma área estimada de 280.000 ha para diversos usos, como celulose, marcenaria, movelaria, cercamento, caixotaria, *pallets*, energia, construções rurais e urbanas.

O melhoramento genético das espécies do gênero *Eucalyptus* no Estado teve início na década de 60 do século passado pela iniciativa privada, desenvolvendo clones superiores obtidos a partir de cruzamento entre espécies do gênero e seleção clonal, com base em diferentes características, entre elas a resistência a doenças, adaptação ao estresse hídrico, qualidade e alta produtividade de madeira.

Embora o Programa de Melhoramento Genético de *Eucalyptus* tenha sido direcionado para produção de celulose, alguns clones têm sido disponibilizados

para os produtores rurais que são participantes ou não dos programas de fomento das empresas e até mesmo para comercialização pelos viveiros da região. A madeira oriunda desses plantios de eucalipto melhorado tem sido utilizada com sucesso para outros usos diferentes do que explorado para celulose. Porém, continua a existir, no Estado, uma carência de material genético da espécie selecionado para outros usos, principalmente serraria.

Em geral, os clones selecionados e plantados no Espírito Santo são híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, que apresentam boa tolerância à seca, os quais estão, em geral, associados a um estresse térmico de calor. No entanto, em outros estados brasileiros, foram selecionados clones híbridos de outras espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* com melhor tolerância a essa característica.

#### SERINGUEIRA

A seringueira é a segunda espécie florestal mais plantada no Estado, ocupando uma área de aproximadamente 15.000 ha, concentrada na região litoral que vai de Itapermirim, Anchieta até Conceição da Barra, incluindo os municípios não litorâneos de Pinheiros, São Gabriel da Palha e Boa Esperança.

O Incaper vem recomendando clones para plantio desde 1980, classificados em escalas de recomendações, baseado em informações de bom desempenho obtidas na rede de ensaios de pesquisa de competição de clones distribuídos no Estado e seringais comerciais. No ano de 2000, o Incaper introduziu cerca de 60 novos clones de seringueira, provenientes de diversas intuições de pesquisa do Brasil e do Mundo, como Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Companhia Ford no Brasil, *Rubber Research Institute of Malaysia* (RRIM), Prang Besar, Malásia, Profestation voor Rubber e Gondang Tapen, ambas na Indonésia.

O clone FX 3864, introduzido no Estado em 1978 pelo Incaper para atender ao PROBOR II, Segundo Programa de Incentivo à Produção de Borracha Natural, ainda permanece como principal clone recomendado para plantio. Ele se destaca pela adaptabilidade às

diferentes condições edafoclimáticas do Estado. Atualmente, cerca de 70% dos plantios no Espírito Santo são com o clone FX 3864.

#### PINUS

As espécies do gênero *Pinus* ainda são pouco plantadas no Estado. Estima-se uma área de 3.000 ha concentrados na região serrana com a espécie *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

Essa é a espécie mais indicada para implantação nas regiões com altitudes acima de 500 m, onde as temperaturas são mais amenas. As áreas com aptidão para o plantio dessa espécie abrangem grande parte da região serrana do Estado, principalmente aquelas áreas mais elevadas, onde a temperatura do ar é mais baixa e a deficiência hídrica pequena.

Para a espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, as áreas com aptidão para implantação no Espírito Santo são mais abrangentes que as inaptas. As áreas aptas compreendem principalmente grande parte do norte e locais próximos ao litoral, onde a deficiência hídrica e as temperaturas do ar são bem mais elevadas.

Um grande desafio tem sido buscar espécies florestais não tradicionais visando a atender aos diferentes mercados de madeira. Atualmente, as espécies economicamente viáveis são exóticas ao Bioma Mata Atlântica e, por serem culturas de longo prazo, pouca pesquisa vem sendo realizada, não somente no Estado, mas em todo o Brasil.

No entanto, iniciativas nesse sentido vêm aumentando ao longo dos anos e no Espírito Santo podemos citar dois projetos de grande porte.

O primeiro é o projeto Florestas Piloto, uma iniciativa do Governo do Estado por intermédio da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag) e Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama) juntamente com a iniciativa privada e a academia, o qual, até a presente data, implantou no Município de Alegre, no ano de 2010, uma unidade de 50 ha das dez previstas.

Outra iniciativa é o projeto Biomata Mata Atlântica, o qual, em Linhares, implantou, a partir de 2013, uma Unidade Demonstrativa em uma fazenda com de

cerca de 30 ha, com 27 subprojetos coordenados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, como Embrapa, Incaper, Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf), entre outras. Nesse projeto, existem experimentos com diversas espécies nativas da Mata Atlântica, e os pesquisadores já vêm colhendo excelentes resultados, mas ainda muito incipientes devido ao longo ciclo das espécies arbóreas. Além disso, para que uma espécie torne-se economicamente viável, é importante que seja desenvolvido um programa de melhoramento específico, sendo necessárias algumas gerações, ou seja, são projetos de longo prazo.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas têm sido um problema real e notório no Espírito Santo, levando a períodos de secas mais prolongados, má distribuição de chuvas, elevação da temperatura e maior incidência de pragas e doenças. Essas adversidades têm interferido no desempenho das diferentes espécies agrícolas no Estado provocando desequilíbrio nos ambientes, prejuízo econômico e instabilidade aos produtores, além de afetar a sustentabilidade do setor agropecuário capixaba.

O trabalho de pesquisa contínuo de melhoramento genético desenvolvido pelo Incaper, em parceria com outras instituições capixabas e brasileiras, proporcionou a obtenção e recomendação de cultivares de diferentes espécies para os variados ambientes capixabas. Essas cultivares têm sido a base das plantações do Espírito Santo.

Devido à variabilidade topográfica, de ambientes, condições agroclimáticas, tipos e níveis tecnológicos dos produtores, além da busca por uma melhor convivência com a seca, serão necessários maiores esforços multidisciplinares e interinstitucionais. A ampliação da base genética, manutenção e caracterização de germoplasma, melhor compreensão da interação genótipo x ambiente e dos mecanismos de tolerância à seca, associados às estratégias de melhoramento convencional

com a biotecnologia, fisiologia, entre outras áreas correlatas, poderão acelerar a obtenção de resultados aplicados minimizando, assim, os efeitos negativos da seca.

O plantio de cultivares obtidas e/ou recomendadas para o Estado, associado ao uso de outras práticas agrônômicas, como o preparo de solo, adubação e calagem, manejo e conservação de solo, quebra-vento, caixas-secas e manejo de irrigação, poderão oferecer condições mais adequadas para que as plantações convivam com a seca, proporcionando, assim, melhor sustentabilidade das diferentes atividades agrícolas do Espírito Santo.

#### REFERÊNCIAS

AGERH - Agência Estadual de Recursos Hídricos. Resolução Agerh 006/2015. **Diário Oficial do Estado de Espírito Santo**, Vitória, p. 27.28, 6 out. 2015.

ALVES, P. A. et al. Transformação genética de milho utilizando o gene AtDREB2A visando tolerância à seca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30. 2014, Salvador. **Anais...** Salvador, BA, 2014, 4p.

ARAÚJO, G. L. et al. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 115-124, 2011.

ASSEFA, T. et al. Pod harvest index as a selection criterion to improve drought resistance in white pea bean. **Field Crops Research**, v. 123, p. 24-33, 2013.

BASSETT, C. L. Water use and drought response in cultivated and wild apples. In: VAHDATI, K.; LESLIE, C. (Eds.). **Abiotic Stress-Plant Responses and Applications in Agriculture**, p. 249-275, 2013.

BEEBE, S. E. et al. Phenotyping common beans for adaptation to drought. **Frontiers in Physiology**, v. 4, p. 1-20, 2013.

BOARI, A. de J. **Avaliação do banco ativo de germoplasma de pimenteira-do-reino quanto a virose e elaboração de estratégia de controle**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 22 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 343).

BOYER, J. S. Plant productivity and environment. **Science**, v. 218, n. 4571, p. 443-448, 1982.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, 9 jan. 1997.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Cafés do Brasil**. Levantamento da safra de café: Safra 2016, primeira estimativa, janeiro/2016. Brasília: Conab, 2016. 58 p.

CATTANEO, L. F. et al. **‘Rubi Incaper 511’**: primeira variedade de mamão do grupo Formosa para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2010. (Documentos, 187).

COSTA, A. F. S. da et al. **Recomendação de cultivares de morangueiro**: ‘Aromas’ e ‘Diamante’. Vitória: Incaper, 2009. (Documentos, 174).

CHESEREK, J. J.; GICHIMU, B. M. Drought and heat tolerance in coffee: a review. **International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science**, v. 2, n. 12, p. 498-501, 2012.

DaMATTa, F. M. Drought as a multidimensional stress affecting photosynthesis in tropical tree crops. **Advances in Plant Physiology**, v. 5, p. 227-265, 2003.

DaMATTa, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, p. 55-81, 2006.

DaMATTa, F. M. et al. Eficiência do uso da água e tolerância à seca em *Coffea canephora*. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 1., Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café, Belo Horizonte: Minasplan, 2000. 2v.

FERRÃO, M. A. G. et al. **Técnicas de produção de café arábica**: renovação e revigoração das lavouras no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2008. 56 p (Incaper. Circular Técnica 05-1).

FERRÃO, M. A. G. et al. Desempenho de genótipos de café arábica avaliados na região do Caparaó capixaba. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador, BA. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2013.

FERRÃO, R. G. et al. Avaliação de clones de café conilon em condições de estresse hídrico no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2000a. p. 402-404.

FERRÃO, R. G. et al. Comportamento de clones elites de café conilon em condições de alta tecnologia no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2000b. p. 769-771.

FERRÃO, R. G. et al. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 203-225. Cap. 7.

FERRÃO, R. G. et al. **Café conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007a. 702 p.

FERRÃO, R. G. et al. Melhoramento genético de *Coffea canephora*. In: FERRÃO et al. (Ed.). **Café conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007b. p. 122-172. Cap. 5.

FERRÃO, R. G. et al. **Café conilon**: técnicas de produção com variedades melhoradas. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74 p. (Incaper, Circular Técnica).

FERRÃO, R. G. et al. Café conilon: cultivares melhoradas sustentáveis. **Revista Incaper**, Vitória, ES: Incaper, v. 4, p. 78-83, p. 78-83.

FERRÃO, R. G. et al. Cultivares. In: FONSECA, A.; SAKIYMA, N.; BOREM, A. (Ed.). **Café conilon do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2015. 257 p.

FRACASSO, A.; TRINDADE, L.; AMADUCCI, S. Drought tolerance strategies highlighted by two *Sorghum bicolor* races in a dry-down experiment. **Journal of Plant Physiology**, v. 190, p.1-14, 2016.

FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011, p. 29-38, 2011.

\_\_\_\_\_. Ômicas: abrindo a “caixa preta” do fenótipo. In: BORÉM, A.; FRITSCHÉ-NETO, R. (Ed.). **Ômicas 360°**: aplicações e estratégias para o melhoramento de plantas. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2013. p. 9-22.

GAIA J. M. D. et al. Caracterização de acessos de pimenta-do-reino com base em sistemas enzimáticos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 333-342, 2007.

GANANÇA, J. F. T. et al. Screening of elite and local taro (*Colocasia esculenta*) cultivars for drought tolerance. **Procedia Environmental Sciences**, v. 29, p. 41-42, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 dez. 2015.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Relatório anual de fruticultura** 2013-2014, 2014a, 158 p.

\_\_\_\_\_. Pesquisa Agropecuária: a trajetória do conhecimento científico no Espírito Santo. **Incaper em Revista**. Vitória, ES: Incaper, v. 4, p.45-47, 2014b.

JESUS JUNIOR, W. C. de et al. Aquecimento global e o potencial impacto na agricultura. In: COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da. (Org.). CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008. Vitória. **Anais ...** Vitória: Incaper, 2008.

JOY, N.; ABRAHAM, Z.; SONIYA, E. V. A preliminary assessment of genetic relationships among agronomically important cultivars of black pepper. **BioMed Central Genetics**, v. 42, n.8, p. 1-7, 2007.

JUHÁSZ, A. C. P. et al. Genética e melhoramento: desenvolvimento e introdução de novas cultivares com tolerância ao déficit hídrico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 285, p. 31-39, 2015.

KRISHNAMURTHY, K. S.; SAJI, K. V. Response of *Piper* species to water stress. **Indian Journal of Horticulture**, v. 63, n. 4, p. 433-438, 2006.

KRISHNAMOORTHY, B.; PARTHASARATHY, V. A. Improvement of black pepper. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 5, n. 3, p. 1-12, 2010.

MAGRIN, G. O. et al. Central and South America. In: BARROS, V. R. et al. (Ed.). **Climate Change 2014**: impacts, adaptation, and

vulnerability. part b: regional aspects. Contribution of working group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1499-1566, 2014. MANSO, T. C. **Expressão de genes cloroplastidiais de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em resposta à seca**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Genética) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. 2014.

MARRACCINI, P. et al. Differentially expressed genes and proteins upon drought acclimation in tolerant and sensitive genotypes of *Coffea canephora*. **Journal of Experimental Botany**, 2012. p. 103.

MORAIS, A.T. **Clonagem e estudo funcional do promotor do gene DREB da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2008.

NAGHAVI, M. R.; ABOUGHADAREH, A. P.; KHALILI, M. Evaluation of Drought Tolerance Indices for Screening Some of Corn (*Zea mays* L.) Cultivars under Environmental Conditions. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 5, n. 3, p. 388-393, 2013.

NEPOMUCENO, A. L. et al. Estratégias de engenharia genética para tolerância à seca em plantas através da expressão de fatores de transcrição. In: SIMPÓSIO SOBRE TOLERÂNCIA À DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM PLANTAS: ADAPTANDO AS CULTURAS AO CLIMA DO FUTURO. 2010. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. **Comunicado Técnico 265**, p.103-109. 2011.

NOBREGA, A. C.; GOMES, J. A.; ARLEU, R. **Banana ‘Mysore’**: uma alternativa para o bananicultor capixaba. Vitória, ES: Emcapa, 1986. (Emcapa. Documentos, 49).

NOBREGA, A. C. et al. **‘Emcapa 602 – Ouro da Mata’**: mais uma alternativa para o bananicultor capixaba. Vitória, ES: Emcapa, 1990. (Emcapa. Documentos, 70).

ORTOLANI, A. A.; PINTO, H. S.; PEREIRA, A. R.; ALFONSI, R. R. **Parâmetros climáticos e a cafeicultura**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1970. 27 p.

PATERNIANI, M. E. A. G.; GUIMARÃES, P. S.; BERNINI, C. S.; GALLO, P.B. Caracteres secundários relacionados à tolerância à seca em progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 1, p. 130-144, 2015.

PRADEEPKUMAR Y, et al. Analysis of genetic diversity in *Piper nigrum* L. using RAPD markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 50, n. 5, p. 469-475, 2003.

PRASATH, D. et al. (Ed.). Annual Report 2014/15, ICAR-Indian Institute of Spices Research, Kozhikode, Kerala, India, 2015. 102 p.

REIS, R. R. **Plantas de cana-de-açúcar transformadas com Z-mRab17:AtDREB2A CA para tolerância à seca**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

RODRIGUES, W. N. **Caracterização morfofisiológica e biométrica de genótipos de *Coffea arabica* em sistema**

**adensado**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. 2014. SABADIN, P. et al. Studying the genetic basis of drought tolerance in sorghum by managed stress trials and adjustments for phenological and plant height differences. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 124, p. 1389-1402, 2012.

SCHNEIDER, K. A. et al. Improving common bean performance under drought stress. **Crop Sci**, v. 37, p. 43-50, 1997.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 221-227, 2007.

SILVA, V. A. et al. Resposta fisiológica de clone de café conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em portaenxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 5, p. 457-464, 2010.

SILVEIRA, R. D. D. **Análise do transcriptoma de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) cultivado sob condição de seca**. 2014. 114 f. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Goiás. 2014.

THANKAMANI, C. K.; ASHOKAN, P. K. Solute accumulation in black pepper (*Piper nigrum* L.) varieties in response to water stress. **Indian Journal of Horticulture**, v. 61, n. 1, p. 74-77, 2004.

THOMAS, L.; RAJEEV, P. **Black Pepper**: extension pamphlet. Cochín: Printers Castle, 2015.

SILVEIRA, R. D. D. et al. Estudos genômicos de tolerância à seca em arroz: uma breve revisão. **Multi-Science Journal**, v. 1, p. 62-69, 2015.

VASANTHA, S. **Physiological and biochemical studies on drought tolerance in black pepper (*Piper nigrum* L.) cultivars**. National Research Centre for Spices Calicut, Thesis, University of Calicut, 1996.

VENTURA, J. A. et al. **Vitória**: nova cultivar de abacaxi resistente à fusariose. Vitória: Incaper, 2006. (Incaper. Documentos, 148).

VENTURA, J. A. et al. **Vitória e Japira**: novas cultivares de bananeira. 4. ed. Vitória: Incaper. 2011. (Incaper. Documentos, 142.)

VENTURA, J. A. et al. **Tropical**: cultivar de banana tipo maçã para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2013. (Incaper. Documentos 223).

VIJAYAKUMARI, K.; PUTHUR, J. T.  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA) priming enhances the osmotic stress tolerance in *Piper nigrum* Linn. plants subjected to PEG-induced stress. **Plant Growth Regulation**, 2015.

WANG, J.; ARAUS, J. L.; WAN, J. Breeding to optimize agriculture in a changing world. **The Crop Journal**, v. 3, n. 3, p.169-173, 2015.

XU, J. et al. Identification of candidate genes for drought tolerance by whole-genome resequencing in maize. **BMC Plat Biol.**, v.14, p.1-15, 2014.

# Manejo eficiente da água na agricultura

Claudinei Antonio Montebeller<sup>1</sup>; Caio Louzada Martins<sup>2</sup>

**Resumo** - A água é um elemento fundamental para a humanidade e ultimamente vem se tornando escassa devido à exploração excessiva, má distribuição regional, variações climáticas e contaminação de mananciais. Tal fato tem causado impacto direto sobre os setores da economia, principalmente na agricultura, responsável pela produção de alimentos, ocupando também o lugar de maior consumidor de água. A problemática está fundamentada na questão de como produzir mais alimentos para uma população que cresce em larga escala, em áreas agrícolas que não se ampliam nessa mesma proporção. Visando ao aumento de produtividade, fazer uso de sistemas de irrigação se torna indispensável. Sabe-se que grande parte da água consumida é desperdiçada, muitas vezes por sua aplicação de forma excessiva, provocando erosão e perdas de nutrientes e, em outros casos, pela baixa eficiência dos sistemas de irrigação. Surge, assim, a necessidade de se aplicar o conceito de sustentabilidade utilizando menos água para se obter maiores produtividades, além de estabelecer planos para o manejo eficiente. Portanto, entender a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera é fundamental, pois permite definir o momento mais adequado e a quantidade necessária para o pleno desenvolvimento das plantas de acordo com seu estado fenológico. A escolha de um método eficiente que permita estabelecer um manejo adequado da irrigação é fundamental quando se visa à eficiência do uso da água. Assim, a irrigação sustentável deve ser baseada na aplicação uniforme e precisa da quantidade de água, a qual deve ser fundamentada no conhecimento racionalizado da agricultura e das necessidades hídricas das plantas.

**Palavras-chaves:** Manejo da irrigação. Eficiência no uso da água. Agricultura sustentável.

## Efficient management of water in agriculture

**Abstract** - Water is a fundamental element for humanity and lately it has become scarce due to overexploitation, poor regional distribution, climate changes and contamination of water sources. This fact has caused a considerable impact on different economy sectors, especially on agriculture, which is responsible for food production, also for being at the forefront of water consumption. The problem is based on the question of how to produce more food for a growing population on a large scale, in agricultural areas that do not expand in the same proportion. In order to increase productivity, making use of irrigation systems becomes essential. It is known that much of the water consumed is wasted due to its excessive use, causing erosion and nutrient losses and, in other cases, on account of the low efficiency of irrigation systems. Thus, it is necessary to apply the concept of sustainability using less water to obtain higher yields as well as to establish plans for efficient management. Therefore, understanding the dynamics of water in the soil-plant-atmosphere system is critical because one can set the most appropriate moment and the necessary amount of water for the full development of the plants according to their growth stage. The right choice of an efficient method that allows the adoption of a proper irrigation management is key when efficiency in water use is imperative. Thus, sustainable irrigation should be based on uniform and precise water use, as well as on rationalized knowledge of agriculture and plants' need for water.

**Keywords:** Irrigation Management. Efficient use of water. Sustainable agriculture.

## INTRODUÇÃO

A água é, de forma indiscutível, um dos mais precisos recursos naturais para a humanidade,

sendo considerada como fator essencial para o desenvolvimento econômico e social de uma região (CHENOWETH, 2008). Atualmente, as principais fontes e mananciais de água nas diversas regiões do planeta

vêm sendo exploradas de forma predatória, em condições que estão além da capacidade produtiva, sem contar que a maioria vem sendo degradada há muitas décadas e que grande parte já se encontra poluída. Essa situação indica que esses mananciais, lamentavelmente, encontram-se à beira de um colapso (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

A demanda por esse recurso vem crescendo exponencialmente, principalmente devido ao grande crescimento populacional observado nas últimas décadas e este, por sua vez, traz como consequência uma demanda cada vez maior por produtos, o que gera necessidade ainda maior de água para que eles sejam produzidos. Nesse contexto, a água constitui-se como insumo fundamental em praticamente todos os setores produtivos e, dessa forma, torna-se uma prioridade básica para o desenvolvimento de qualquer setor da economia. Portanto, em qualquer ramo da atividade econômica, a quantidade e qualidade da água são fatores determinantes no processo produtivo (CNI, 2013). Assim sendo, o cenário que vem se consolidando indica uma exigência cada vez maior na quantidade de água pelos diversos setores da economia.

No passado, a água, devido à sua abundância, nunca fez parte dos custos dos sistemas de produção. No entanto, essa situação vem mudando nos últimos anos, uma vez que tem se tornado escassa, e os custos para captação e tratamento têm se elevado consideravelmente. A água como insumo tem um custo, mas, na maioria dos casos, não há cobrança para utilizar esse bem natural. O custo atualmente é intrínseco, o qual é incluído no investimento de equipamentos e no consumo da energia, necessários para conduzi-la do manancial até o ponto de uso. Num futuro próximo, devido ao cenário atual e ainda por meio das legislações que regem o uso da água em nosso país, o consumo será tarifado para todos os setores da economia.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco), estima-se que em 2050 a população mundial deve chegar ou até mesmo superar 10 bilhões de pessoas. Atualmente, a

situação é considerada delicada, pois o crescimento populacional esperado leva a um aumento considerável na cota *per capita* do uso da água. A combinação desses fatores leva a sérias preocupações acerca da produção de alimentos e da adequabilidade no uso da água para as gerações futuras. Portanto, a problemática está fundamentada na questão de como se produzir mais alimentos para uma população que cresce em larga escala em áreas agrícolas que não se ampliam nessa mesma proporção.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2005), entre os setores da economia, a atividade que mais utiliza água é a agropecuária, sendo responsável por 70% de toda água consumida no mundo, utilizada principalmente para irrigação. No Brasil, esse valor gira em torno de 72%, o que indica a grande importância desse setor na economia do país (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

A agricultura irrigada tem sido uma importante estratégia para a otimização da produção mundial de alimentos, proporcionando o desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável. Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas (MANTOVANI; BERNARDO; PARALETTI, 2007). De acordo com a FAO, apenas 18% das áreas agrícolas no mundo são irrigadas, sendo elas responsáveis por 40% da produção mundial de alimentos (UNCSD, 1997), fato que destaca a importância da irrigação em sistemas de produção agrícolas (BROWN; RENNER; HALWEIL, 2000).

Diante desse cenário preocupante, surge de forma urgente a necessidade de se adotar práticas e desenvolver novas tecnologias que propiciem o uso eficiente da água, tendo-se como base fundamental a sustentabilidade. O manejo da água em uma cultura compreende um conjunto de métodos e procedimentos, todos considerados importantes, seja do ponto de vista econômico, seja do desenvolvimento das plantas. Assim, há uma grande necessidade de implementação da irrigação sustentável, que significa aplicar a quantidade adequada de água visando a

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador do Incaper, cmontebeller@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Produção Vegetal, Extensionista do Incaper

estabelecer condições ótimas para o desenvolvimento das plantas, obtendo-se maior produtividade com menor quantidade aplicada.

### O BALANÇO HÍDRICO

Quando se tem como objetivo quantificar a dinâmica da água, é essencial que seja definida, de forma preliminar, a unidade de estudo, aqui denominada de sistema. Define-se, em termos gerais, que balanço hídrico é a quantificação de todas as inserções e retiradas de água de um sistema, em determinados intervalos de tempo. É um parâmetro fundamental quando se objetiva o manejo da água, pois em sua equação são considerados os seguintes parâmetros a ela relacionados, como a infiltração, a evaporação, a transpiração, a percolação e a drenagem. O resultado desse balanço de entrada e saída de água de um sistema resulta na quantidade que fica armazenada no solo (COSTA, 1994).

A Equação 1 representa o significado do balanço hídrico, avaliado dentro das delimitações de um sistema:

$$E - S = \Delta A \quad (1)$$

em que:

- E = entrada de água;
- S = saída de água;
- $\Delta A$  = água armazenada no solo.

Por conseguinte:

$$\Delta A = P + O \pm ES \pm EG + AC - ET - DP \quad (2)$$

em que:

- $\Delta A$  = armazenamento de água no solo;
- p = precipitação;
- O = orvalho;
- ES = escoamento superficial;
- EG = escoamento subsuperficial;
- AC = ascensão capilar;
- ET = evapotranspiração (evaporação + transpiração);
- DP = drenagem em profundidade.

O balanço hídrico representa um indicador climatológico da disponibilidade hídrica na região e permite determinar, por meio da variação sazonal

dos elementos que o compõem, os períodos com deficiências e excedentes hídricos ao longo de um ano médio. Essas informações são de cunho climático e, portanto, ferramentas fundamentais, pois auxiliam no planejamento das atividades agrícolas, principalmente no que diz respeito à complementação de água via irrigação.

### MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Irigar de forma sustentável significa aplicar a quantidade adequada de água visando a estabelecer condições ótimas para o desenvolvimento das plantas. Quando a água é aplicada de forma reduzida, a cultura é prejudicada e, conseqüentemente, provoca queda na produção. Quando aplicada de forma excessiva, além do desperdício, pode provocar o encharcamento do solo, processo erosivo, lixiviação de nutrientes e salinização.

O manejo da água, visando ao aumento na eficiência de uso e produtividade, deve ser estabelecido juntamente com tecnologias que possibilitem a quantificação e o monitoramento da água no sistema agrícola, nas diversas etapas do ciclo hidrológico, permitindo que as necessidades hídricas das plantas sejam supridas no momento adequado, de acordo com cada fase fenológica (SOUSA; COELHO; SOUZA, 1999).

O levantamento dessas informações para a configuração de base de dados é de fundamental importância para o estabelecimento de um programa de manejo da irrigação, o que envolve vários anos de pesquisa (OSTER; WICHELNS, 2003). Diversos programas de monitoramento têm sido conduzidos como medidas indicadoras das práticas sustentáveis para a irrigação, e suas aplicações têm sido verificadas *in loco* (BOLAND et al., 1998).

### MANEJO VIA CLIMA

Esse tipo de manejo visa à reposição de água ao solo a partir de estimativas da quantidade eliminada do sistema, por meio da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ). Portanto, há a necessidade do uso de métodos

que permitam estimar essas perdas, as quais deverão ser repostas via água de irrigação, caso as chuvas não sejam suficientes (VESCOVE; TURCO, 2005).

Existem vários métodos para determinação da  $ET_c$ , os quais podem ser divididos em métodos baseados no cálculo da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) em que há a necessidade de relacioná-lo a um fator de correção denominado coeficiente de cultura ( $K_c$ ), e o método dos lisímetros, que pode ser por pesagem ou drenagem, tendo como característica a medição direta dessa variável para a cultura de interesse.

Entre os métodos apresentados, os mais utilizados para estimativas das necessidades hídricas pelas culturas são aqueles que se baseiam em cálculos a partir de dados meteorológicos. Nesse caso, é necessário obter informações meteorológicas regionais para estimativa da evapotranspiração, como também os parâmetros relativos à entrada de água no sistema. Tais informações permitem melhorar o aproveitamento de água proveniente das precipitações pluviais e aperfeiçoar o dimensionamento de sistemas de irrigação (SAAD et al., 2002 e TAGLIAFERRE et al., 2012).

O conceito de  $ET_0$  foi introduzido para definir a demanda evaporativa da atmosfera, independentemente do tipo de cultura, de seu desenvolvimento e das práticas de manejo estabelecidas. Para Pereira, Vila Nova e Sedyama (1997), a evapotranspiração é controlada, principalmente pela disponibilidade de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo às plantas.

Os parâmetros que afetam a  $ET_0$  são as variáveis relativas ao clima e, portanto, esta pode ser calculada por meio de dados meteorológicos, a qual está condicionada pela quantidade de variáveis disponíveis e pelo período de coleta de dados. Existem vários métodos para calcular a  $ET_0$ , destacando-se aqueles que se baseiam no uso de equações, como as propostas pelos autores (BLANNEY; CRIDDLE, 1950); Blanney-Criddle FAO (ALLEN; PRUITT, 1986), Equação de Hargreaves (ALLEN et al., 1998). A equação mais usada para determinação da  $ET_0$  é a de Penman-Monteith, sendo considerada como método padrão

(ALLEN et al., 1998). Esse método requer vários dados meteorológicos, tais como radiação, temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, e sua equação é apresentada a seguir:

$$ET_0 = \frac{0,408 (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1+0,34u_2)} \quad (3)$$

em que:

- $ET_0$  = evapotranspiração de referência, em mm.dia<sup>-1</sup>;
- $R_n$  = radiação líquida na superfície da cultura, em MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>;
- G = densidade do fluxo de calor no solo, em MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>;
- T = temperatura do ar a 2 m de altura, em °C;
- $u_2$  = velocidade do vento a 2 m de altura, em m.s<sup>-1</sup>;
- $e_s$  = pressão de vapor de saturação, em kPa;
- $e_a$  = pressão atual de vapor, em kPa;
- $e_s - e_a$  = *déficit* de pressão de vapor de saturação, em kPa;
- $\Delta$  = declividade da curva de pressão de vapor de saturação x temperatura, em kPa °C<sup>-1</sup>;
- $\gamma$  = constante psicrométrica, em kPa °C<sup>-1</sup>.

Outro método bastante utilizado para determinação da  $ET_0$  é denominado de tanque Classe A (ALLEN et al., 1998). Esse procedimento relaciona a evaporação no tanque com a  $ET_0$  por meio de coeficiente empírico, de acordo com a seguinte equação:

$$ET_0 = K_p E_{TCA} \quad (4)$$

em que:

- $ET_0$  = evapotranspiração de referência, em mm.dia<sup>-1</sup>;
- $K_p$  = coeficiente de correção, depende do tipo, tamanho e localização do tanque, além de outros fatores, adimensional;
- $E_{TCA}$  = evaporação do tanque Classe A, em mm.dia<sup>-1</sup>.

Quando comparado a outros, esse método é mais fácil de ser manejado, pois necessita apenas da leitura da evaporação de água do tanque. Posteriormente, para determinação do  $ET_c$ , a  $ET_0$  deve ser relacionada

ao  $K_c$ , que é um parâmetro que depende da cultura, da condição fisiológica, do tipo de manejo e do grau de desenvolvimento da área de cobertura. Portanto, a  $ET_0$  depende completamente das condições meteorológicas locais e do coeficiente  $K_c$  ajustado para as condições específicas da cultura. Assim, a  $ET_c$  pode ser calculada pela equação proposta por Doorenbos e Pruitt (1997):

$$ET_c = ET_0 K_c \quad (5)$$

em que:

- $ET_c$  = evapotranspiração da cultura, em  $mm.dia^{-1}$ ;
- $ET_0$  = evapotranspiração de referência, em  $mm.dia^{-1}$ ;
- $K_c$  = coeficiente de cultura, adimensional.

Enquanto a determinação da  $ET_0$  tem sido amplamente estudada, com vários métodos para seu cálculo (ALLEN et al., 1998), há uma grande imprecisão para a determinação dos  $K_c$  (FERERES, 1996). Doorenbos e Pruitt (1977) propuseram valores genéricos para o  $K_c$ , os quais variam de acordo com o tipo da cultura, manejo ou estágio de desenvolvimento. Portanto, esses valores são altamente dependentes do local da cultura e das condições meteorológicas. Fatores que interferem no aumento da demanda evaporativa da cultura, como transferência de calor e trocas energéticas, sendo a advecção um exemplo, provocam *deficit* de pressão de vapor, o que influencia diretamente na abertura dos estômatos e, conseqüentemente, causa variações nas taxas de transpiração pela cultura específica (FERERES, 1984).

Outro procedimento para determinação direta da  $ET_0$  é por meio da lisimetria, que é um método que se baseia nos componentes do balanço hídrico e permite estimar, por diferença entre as entradas e saídas de água em um microssistema controlado, a quantidade que foi perdida para atmosfera (HOWELL, SCHNEIDER, JENSEN, 1991). Conforme já apresentado, existem dois tipos: por peso ou por drenagem. Nos lisímetros de drenagem, as variações da quantidade de água no sistema solo-água são estimadas

indiretamente. Já nos lisímetros por pesagem, as variações no conteúdo de água no solo dentro da parcela, definida por uma caixa onde se armazena o solo, são medidos diretamente (SEYFRIED et al., 2001). Através do balanço hídrico, quantificação das entradas e saídas de água, a  $ET_c$  pode ser estimada.

Um manejo da irrigação apropriado deve considerar não apenas a quantidade de água demandada pela cultura, mas também o período e os intervalos de irrigação para condições gerais do sistema solo-planta-atmosfera. Apesar de se considerar o bom desempenho dos procedimentos para determinação da  $ET_c$ , esse parâmetro oferece informações apenas quanto à demanda da cultura, o qual é baseado em dados climáticos, não quantificando o conteúdo inerente à água no solo ou na planta.

#### MANEJO VIA PLANTA

A quantidade de água repostada via irrigação também pode ser estimada por meio do monitoramento do comportamento dos tecidos da planta. O objetivo é determinar as variações das forças que retêm a água no tecido celular das plantas quando ocorrem alterações de seu conteúdo. Essa técnica tem a vantagem de obter informações das condições da relação água-planta, bem como possíveis informações da existência de estresse hídrico (PATAKAS; NOITSAKIS; CHOUZOURI, 2005). Essas informações são muito importantes para o planejamento da irrigação porque possibilitam manejar água numa faixa de valores de forma que não se atinjam extremos, como o ponto de murcha permanente. No entanto, a maior desvantagem desse método é que os dados são obtidos num momento posterior à necessidade demonstrada pela planta, podendo já caracterizar uma condição de estresse hídrico (MEDRANO et al., 2015).

Atualmente, várias técnicas são conhecidas, baseadas principalmente no estudo da relação água-planta, das quais algumas podem ser obtidas por estimativas simples, como por exemplo, a determinação do potencial hídrico do ramo ou da folha (MARTÍNEZ et al., 2013) e a resistência estomática,

sendo esses métodos considerados trabalhosos, mas com boa confiabilidade. Outras são mais complexas, utilizando-se de sensores fisiológicos, que permitem monitorar variações do diâmetro do caule ou o fluxo de seiva, os quais apresentam como principal vantagem a possibilidade de realizar o monitoramento contínuo e instantâneo.

É possível determinar o *status* da relação água-planta através de medidas do potencial hídrico (BAEZA et al., 2007). Em condições ótimas de disponibilidade de água, as plantas tendem a manter o potencial hídrico próximo a zero, na tentativa de manter a turgidez celular. A diminuição do potencial hídrico indica aumento da força por parte da planta para retenção de água, o que equivale a dizer que ela se encontra em alguma condição de estresse, que a leva a definir uma estratégia para reter água de forma mais forte, em seus tecidos.

Essas estimativas fornecem informações relativas à movimentação da água no sistema solo-planta-atmosfera. Conseqüentemente, a água tende a se mover das regiões de maior potencial para as de menor potencial. De fato, a principal força envolvida no processo de evapotranspiração é a diferença de potencial hídrico entre o sistema solo-planta e o ambiente nas proximidades das folhas.

Essas estimativas podem ser realizadas em qualquer parte da planta, sendo mais comum nas folhas ou no ramo. O potencial hídrico da folha tem sido usado para determinar a condição de água na planta permitindo estabelecer o manejo da irrigação. Entretanto, para esse objetivo, o potencial de água no ramo vem sendo comumente utilizado, uma vez que estudos indicam que esses sofrem menor influência pela intrínseca variabilidade das medidas (SHACKEL et al., 2000).

De acordo com De Swaef, Steppe e Lemeur (2009), o potencial do ramo reflete diretamente a condição hídrica da planta e tem forte relação com outros parâmetros fisiológicos, tais como fluxo de seiva ou crescimento radial dos ramos. Complementando, outros autores encontram resultados similares para potencial hídrico do ramo, relatando as vantagens de estimativas do conteúdo de água a partir desse parâmetro fisiológico.

Vários estudos têm apresentado resultados indicando um bom desempenho desses sensores como ferramenta para monitoramento do conteúdo de água na planta. Esses métodos são promissores. Entretanto, devido à complexidade envolvida, o custo dos equipamentos e também a falta de informações mais específicas, eles ainda não têm sido usados em grande escala.

#### MANEJO VIA SOLO

O solo é um componente essencial para os vegetais, pois apresenta propriedades que propiciam seu desenvolvimento, tais como a sustentação, por meio do enraizamento, e subsistência, pelo fornecimento de nutrientes e água. O solo atua como um sistema dinâmico de armazenamento de água, pois tem capacidade de retê-la, fazendo com que ela retorne à atmosfera por meio da evaporação superficial e pela transpiração das plantas.

O conteúdo de água no solo determina a condição hídrica da planta, e essa situação passa a ser uma condicionante, pois está diretamente relacionada ao seu desenvolvimento. Portanto, o manejo de irrigação é fundamental e pode ser estabelecido usando diferentes estratégias para o monitoramento do teor de água no solo e, para isso, existem basicamente duas formas: uma por meio de medidas do conteúdo de água no solo e outra pela determinação do potencial matricial (ITIER et al., 2010).

Para fins de irrigação, o teor de água no solo é expresso como a fração de água disponível, que é dada por uma faixa de disponibilidade do conteúdo de água dentro de uma capacidade permissível, definindo-se, assim, dois pontos extremos, sendo o máximo valor conhecido como capacidade de campo, e o mínimo como ponto de murcha permanente.

O método mais simples e comumente utilizado para calibrar outros é o gravimétrico, que determina o teor de água no solo por meio da diferença entre o peso seco e o peso úmido da amostra, e estabelece relação desse valor ao peso total da amostra seca

( $\theta_g$ , kg.kg<sup>-1</sup>). Esse parâmetro pode ser expresso em relação ao volume de água retida por unidade de volume do solo usando as relações entre  $\theta_g$  por massa específica ( $\rho_b$ , Mg.m<sup>-3</sup>). A metodologia permite obter boa precisão nas estimativas de umidade no solo, mas tem como desvantagem o dispêndio de tempo para análises laboratoriais e, uma vez obtidas, os resultados se referem a um tempo passado e considerados ultrapassados para estabelecer o manejo de irrigação.

Entre os métodos mais usados atualmente para monitoramento contínuo do conteúdo de água no solo estão os métodos que se baseiam em medidas de suas propriedades dielétricas, que dependem diretamente dos elementos que compõem o solo (SAGNARD; GUILBERT; FAUCHARD, 2009). Essas ferramentas não são novas para a determinação da demanda de água pelas culturas, embora seu uso no manejo de irrigação seja bastante limitado, haja vista os custos associados para aquisição dos equipamentos e a necessidade de mão de obra especializada. Essas técnicas visam a reduzir o volume de água aplicada de forma excessiva, pois buscam quantificar o volume disponível no solo, enquanto que os métodos empíricos, como aqueles que se baseiam exclusivamente na estimativa da evapotranspiração das culturas, tendem a gerar valores superestimados (SILVA; GERVÁSIO, 1999).

Entre esses métodos, destaca-se a reflectometria sob o domínio do tempo (TDR). Este procedimento tem por objetivo determinar o teor de água no solo por meio da sua constante dielétrica, utilizando-se de sensores que têm a capacidade de realizar as medidas por meio da transmissão de pulsos eletromagnéticos que se propagam ao longo de um cabo condutor enterrado no solo (FERRÉ; TOPP, 2002). Assim, a velocidade de propagação da onda está em função da constante dielétrica e é proporcional ao quadrado do tempo de transição (t) de retorno e avanço no ambiente ao redor do condutor. Esses sensores medem a umidade numa amplitude de faixa de 0,05 a 0,5 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>, com erro de leitura em torno de 2%, apesar de que em certos tipos de solos, calibrações locais são sempre recomendadas (EVETT, 1998).

Uma outra metodologia semelhante, no entanto, diferencia-se por se fundamentar na reflectometria sob o domínio da frequência (FDR), também denominada sensores de capacitância. Nela, o conteúdo de água é estimado de acordo com as respostas às mudanças no constante dielétrica do solo usando a técnica do domínio da reflectometria por meio da capacitância. Os sensores de capacitância medem a permissividade dielétrica do meio através da carga do capacitor que está em contato com a solução do solo por meio uma tubulação de acesso. Quando um campo elétrico é gerado, o contato com os eletrodos age como o dielétrico do capacitor. Em termos eletromagnéticos, um solo é caracterizado por meio de três componentes: fase gasosa ( $\epsilon_r$ ), fase sólida (minerais), fase líquida (água), e esta última pode ser dividida em água disponível e não disponível.

TDR e FDR apresentam grandes vantagens sobre outros sistemas, tais como a possibilidade de se obter um grande número de leituras de forma contínua e sem alterações nas propriedades do solo. Ambos os equipamentos necessitam ser calibrados em condições do solo local, especialmente naqueles com alta salinidade (MARIOLAKOS, 2007) alto conteúdo de matéria orgânica ou nos argilosos (SENTEK, 2001).

As medidas do potencial hídrico do solo estão relacionadas à força com que a água fica retida no solo. Essas estimativas nos fornecem informações sobre a força de extração que é exigida das plantas para retirar água do meio. O potencial hídrico do solo é resultado da soma dos seguintes componentes potenciais:

$$\Psi = \Psi_m + \Psi_o + \Psi_p + \Psi_g \quad (6)$$

em que:

$\Psi$  = potencial de energia da água, que pode ser expresso por unidade de massa, volume ou peso;

$\Psi_m$  = potencial matricial;

$\Psi_o$  = potencial osmótico;

$\Psi_p$  = potencial de pressão;

$\Psi_g$  = potencial gravitacional.

O potencial de água no solo é usado como ferramenta de estimativa para o manejo de irrigação de várias culturas (WANG, C.; LI; WANG, D., 2007). Os tipos de sensores com capacidade de medir o potencial de água no solo são feitos com um material poroso que entra em contato com solução do solo, permitindo que a água circule livremente. Assim, quando o solo está seco, é gerada uma sucção dos poros do solo retirando água do sensor para fora, e o oposto ocorre quando o solo está úmido.

O tensiômetro é um aparelho utilizado para medir a tensão de água no solo, sendo este um parâmetro que está relacionado com o conteúdo de água e fornece informações sobre a necessidade de irrigação (MEROT et al., 2008). A estrutura básica desse sistema é um tubo fechado com uma cápsula de cerâmica, conectada a um manômetro, que registra a pressão de sucção. De acordo com a secagem do solo, a água é retirada do tubo, e o manômetro registra essa sucção. Quando a extremidade da cápsula cerâmica está em equilíbrio com a solução do solo, o manômetro registra a tensão no solo. Esses aparelhos medem apenas o potencial matricial do solo abaixo de -0,08 MPa. Por outro lado, tensiômetros eletrônicos têm capacidade para medir valores abaixo de -0,2 MPa e eles têm a vantagem de que as medições podem ser armazenadas por meio de um *data logger* (MALANO; TURRAD; WOOD, 1996).

Outros tipos de sensores para o monitoramento do teor de água no solo são os blocos de gesso (STENITZER, 1993). Consistem em uma célula eletroquímica formada por um par de eletrodos enterrados em uma cápsula porosa e uma solução saturada usada como eletrólito. Eles são muito sensíveis a mudanças de temperaturas e variações na condutividade elétrica do solo. A faixa de medição é maior que a dos tensiômetros (0,03 – 0,2 MPa), embora tenha baixa resolução, principalmente quando o solo está próximo à saturação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda por água para irrigação é cada vez maior e, associado a isso, também são crescentes as dificuldades para captação, condução e tratamento exigindo o desenvolvimento de novas pesquisas e aprimoramento das técnicas existentes. Assim, é necessário buscar novos campos de estudo que visem a obter tecnologias que propiciem a melhoria no manejo de sistemas de irrigação, bem como as atividades operacionais envolvidas e as tomadas de decisões.

A eficiência no uso da água na agricultura irrigada é um parâmetro muito amplo no que diz respeito às aplicações agronômicas envolvidas, devendo sempre ser considerada como base fundamental para o desenvolvimento dessas atividades. Dessa forma as recomendações referentes ao manejo de irrigação devem ser validadas baseadas em questões econômicas e técnicas.

As práticas de manejo da água e a agricultura sustentável estimulam a busca de maiores produtividades, promovem o crescimento regional e proteção do meio ambiente. O cenário que vem se estabelecendo na atualidade traz preocupantes indicativos para um futuro próximo, uma vez que, no presente, os produtores lutam para se manterem na cadeia produtiva, buscando redução de custos e aumento nos lucros, mas ainda não enxergaram que em breve simplesmente não haverá outra alternativa, a não ser quando se verem obrigados a adotar tais práticas, que deixarão de ser uma opção e passarão a ser uma questão de sobrevivência.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper 56).

ALLEN, R. G.; PRUITT, W. O. Rational use of FAO Blaney-Criddle formula. **Journal of Irrigation Drainage and Engineering**, v. 112, p. 139-155, 1986.

BAEZA, P.; SÁNCHEZ D. M. P.; CENTENO A.; JUNQUERA P.; LINARES R.; LISSARRAGUE J. R. Water relations between leaf water potential, photosynthesis and agronomic vine response as a tool for establishing thresholds in irrigation scheduling. **Scientia Horticulturae**, v. 114, n. 3, p. 151–158, 2007.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2009. 625 p.

BLANNEY, H. F.; CRIDDLE, W. D. **Determining water needs from climatological data**. U S D A Soil Conservation Service. SOS – TP, USA, p. 8–9, 1950.

BOLAND, A. M.; CORRIE, J. A.; BEWSELL, D.; JERIE, P. H. Best management practice and benchmarking for irrigation, salinity and nutrients of stone and pome fruit. In: IAA CONFERENCE, 1998. Brisbane, Australia. **Proceedings ...**, 1998.

BROWN, L. R.; RENNER, M.; HALWEIL, B. **Sinais vitais 2000: as tendências ambientais que determinarão nosso futuro**. Salvador: UMA, 2000. 196 p.

CHENOWETH, J. Minimum water requirement for social and economic development. **Desalination**, v. 229, n. 1-3, p. 245–256, 2008.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Água, Indústria e Sustentabilidade**. Brasília, 2013.

COSTA, M. H. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather. **Caderno didático**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, n. 19, 1994. 22 p.

DE SWAEF, T.; STEPPE, K.; LEMEUR, R. Determining reference values for stem water potential and maximum daily shrinkage in young apple trees based on plant responses to water deficit. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 4, p. 541–550, 2009.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 202 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 24).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and drainage**, paper 24. Roma: FAO, 1977. 179 p.

EVETT, S. R. Coaxial multiplexer for time domain reflectometry measurement of soil water content and bula electrical conductivity. **Transactions of ASAE**, v. 42, p. 361–369, 1998.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations: **FAO Statistical Databases (FAOSTAT)**, 2005. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 28 out. 2016.

FERERES, E. Irrigation scheduling and its impact on the 21st century. In: CAMP, C.; SADLER, E.; YODER, R. (Ed.). **Evapotranspiration and Irrigation Scheduling**. A.S.A.E.: San Antonio, Texas, p. 547–553, 1996.

FERERES, E. Adaptation des vegetaux a la secheresse. Strategies et mecanismes, **Bull Soc Bot Fr** 131, Actual Bot 1, p. 17–37. 1984.

FERRÉ, P. A.; TOPP, G. C. Time domain reflectometry. In: DANA, J. H.; TOPP, G. C. (Ed.). **Methods of soil analysis, Part 4-physical methods. American Society of Agronomy**, Madison, p. 434–446, 2002.

HOWELL, T. A.; SCHNEIDER, A. D.; JENSEN, M. E. History of lysimeter design and use for evapotranspiration measurements. In: ALLEN, R. G. (Ed.) **Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements. American Society Civil Engineering**, Reston, p. 1–9, 1991.

ITIER, B.; MARAUX, F.; RUELLE, P.; DEUMIER, J. M. **Applicability and limitations of irrigation scheduling methods and techniques**. FAO Corporate Document Repository, 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/w4367e/w4367e04.htm >. Acesso em: 20 nov. 2016.

MALANO, H. M.; TURRAL, H. N.; WOOD, M. L. Surface irrigation management in real time in southeastern Australia: irrigation scheduling and field application. Irrigation scheduling: from theory to practice. In: ICID/FAO workshop, Water Report N88. FAO, Roma, Itália. **Proceedings ...**, 1996.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PARALETTI, L. F. **Irrigação princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 355 p.

MARIOLAKOS, I. Water resources management in the framework of sustainable development. **Desalination**. n. 213, v. 1-3, p. 147–151, 2007.

MARTÍNEZ, E. M.; REY, B. J.; FANDINO, M.; CANCELA, J. J. Comparison of two techniques for measuring leaf water potential in Vitis vinifera var. albariño. **Ciência Téc. Vitiv**, v. 28, n. 1, p. 29–41, 2013.

MEDRANO, H.; TOMÁS, M.; MARTORELL, S.; FLEXAS, J.; HERNÁNDEZ, H.; ROSSELLÓ, J.; POUB, A.; ESCALONA, J.; BOTA, J.; From leaf to whole-plant water use efficiency (WUE) in complex canopies: Limitations of leaf WUE as a selection target. **The Crop Journal**, v. 3, n. 3, p. 220 – 228, 2015.

MEROT, A.; WERY, J.; ISBÉRIE, C.; CHARRON, F. Response of a plurispecific permanent grassland to border irrigation regulated by tensiometers. **Europe Journal Agronomy**, v. 28, p. 8–18, 2008.

OSTER, J. D.; WICHELNS, D. Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation. **Irrigation Science**, v. 22, n. 3, p. 107–120, 2003.

PATAKAS, A.; NOITSAKIS, B.; CHOUZOURI, A. Optimization of irrigation water use in grapevines using the relationship between transpiration and plant water status. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 106, p. 253–259, 2005.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

SAAD, J. C.; BISCARO, G. A.; DELMANTO JÚNIOR, O.; FRIZZONE, J. A. Estudo da distribuição da evapotranspiração de referência visando o dimensionamento de sistemas de irrigação. **Irriga**, v. 7, n. 1, 2002.

SAGNARD, F. M.; GUILBERT, V.; FAUCHARD, C. In situ characterization of soil moisture content using a monopole probe. **Journal of Applied Geophysical**, v. 68, p. 182–193, 2009.

SENTEK. **Calibration of Sentek Pty Ltd Soil Moisture sensors**. Sentek Pty Ltd, Stepney, Australia, 2001.

SEYFRIED, M. S.; HANSON, C. L.; MURDOCK, M. D.; VAN VACTOR, S. Long-term lysimeter database, Reynolds creek experimental watershed, Idaho, United States. **Water Resources Research**, v. 37, p. 2853–2856, 2001.

SHACKEL, K. A.; LAMPINEM, B.; SIBBET, S.; OLSON, W. The relation of midday stem water potential to the growth and physiology of fruit trees under water limited conditions. **Acta Horticultural**, v. 537, p. 425–430, 2000.

SILVA, E. L.; GERVÁSIO, E. S. Uso do instrumento TDR para determinação do teor de água em diferentes camadas de um Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 417–420, 1999.

SOUSA, V. F.; COÊLHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária brasileira**. Brasília, v. 34, n. 4, p. 659–664, 1999.

STENITZER, E. Monitoring soil moisture regimes of field crops with gypsum blocks. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 48, p. 159–165, 1993.

TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, L. C.; SANTOS NETO, I. J.; SANTOS, T. J.; ROCHA, F. A.; GUIMARÃES, D. U. Estimativa da evapotranspiração de referência com uso do irrigâmetro em Vitória da Conquista/BA. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 28–38, 2012.

UNCSD - United Nations Commission on Sustainable Development. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world**. Report E/CN.17/1997/9. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/waterdocuments.htm>. Acesso em: 15 nov. 2016.

VESCOVE, H. V.; TURCO, J. E. P. Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Araraquara – SP. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 713–721, 2005.

WANG, C. Y.; LI, A. I. M.; WANG, D. L. Growth and eco-physiological performance of cotton under water stress conditions. **Agricultural Sciences in China**, v. 6, p. 949–955, 2007.

# Sistemas agroflorestais com café e suas contribuições no contexto das mudanças climáticas

Maria da Penha Padovan<sup>1</sup>; Aureliano Nogueira da Costa<sup>2</sup>; Bruno Rapidel<sup>3</sup>; Robert Brook<sup>4</sup>

**Resumo** - A atual tendência de aumento das temperaturas e diminuição das precipitações tem sido uma das principais ameaças à agricultura. O cultivo de café sombreado tem sido recomendado como uma estratégia para minimizar os efeitos das mudanças climáticas. De fato, estudos têm demonstrado que os Sistemas Agroflorestais (SAF) são mais resilientes frente aos eventos climáticos extremos. Os SAF com café contribuem para a redução de processos erosivos, diminuem a perda de água por evaporação superficial e aumentam a capacidade de infiltração de água no solo quando comparados com café cultivado em pleno sol. No entanto, as árvores de sombra podem consumir muita água e competir com o café. A competição ou complementariedade no uso da água em SAF com café vai depender da espécie de árvore de sombra, das condições ambientais e das práticas de manejo adotadas. Este artigo mostra como a distribuição espacial das raízes de café e de árvores associadas pode indicar potencial complementariedade ou competição no uso da água. O efeito das árvores na dinâmica e consumo de água e as características preferenciais das árvores de sombra na composição de SAF também são abordados.

**Palavras-chaves:** Sistema agroflorestal. Café. Competição por água. Distribuição de raízes.

## Coffee agroforestry systems and their contributions in the context of climate change

**Abstract** - The current trend of rising temperatures and reducing rainfall has been the major threat to agriculture. Shaded coffee cultivation has been recommended as a strategy to minimize the effects of climate change. Studies have shown that agroforestry systems (AFS) are more resilient to extreme weather events. Coffee grown in AFS reduces erosion, water loss by soil surface evaporation and increases the water infiltration capacity of the soil compared to full sun coffee. However, shade trees can consume a lot of water and compete with coffee. Competition or complementarity in water use in AFS depends on shade tree species characteristics, environmental conditions and management. This article shows how the spatial distribution of coffee roots and associated trees may indicate potential complementarity or competition in water use in AFS. The effect of trees on water dynamics and consumption and preferential characteristics of shade trees in the AFS composition are also discussed.

**Keywords:** Agroforestry system. Coffee. Water use. Competition for water. Root distribution.

## INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos mais importantes no mercado agrícola mundial. Globalmente, o seu cultivo

é altamente dependente das condições ambientais. Os eventos climáticos extremos que resultam na seca prolongada e temperaturas elevadas estão entre as principais limitações ambientais para a

produção de café. Os episódios de seca, nos quais a escassez de água ocorre simultaneamente com a alta incidência de radiação solar e elevadas temperaturas, intensificam ainda mais os efeitos sobre o metabolismo da planta e tendem a provocar um declínio geral no vigor do cultivo. Além disso, em época de estiagem, o estresse devido à falta de água vai aumentando gradativamente e cresce em intensidade com a duração dos períodos de seca (DaMATTA, 2004).

O Estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do Brasil, incluindo o café arábica (*Coffea arabica*) e o conilon (*Coffea canephora*) que juntos respondem por cerca de 25% da produção nacional (IBGE, 2016). O café arábica é produzido em 22.713 propriedades rurais (área média de 8.65 ha), abrange um total de 203.000 ha e representa 40.4% da produção estadual, enquanto que o conilon é cultivado em 33.456 propriedades (área média de 9.85 ha), em um total de 296.000 ha e compreende 59.5% do total produzido no Estado. A produção de café está presente em 65 dos 78 municípios: a de arábica se concentra principalmente na região sul do Estado, em zonas com altitude superior a 400 m, e a de conilon abrange a região da bacia do rio Itapemirim e o norte e noroeste do Espírito Santo (CETCAF, 2012).

As regiões produtoras de café conilon, embora apresentem condições térmicas ótimas para o desenvolvimento da cultura, apresentam, em sua grande maioria, condições de deficiência hídrica, especialmente no norte e noroeste do Estado (TAQUES; DADALTO, 2007). O zoneamento de risco climático indicou que 58% da área de cultivo de café conilon estão classificadas como de risco elevado considerando simultaneamente as fases do florescimento, granação e crescimento vegetativo (PEZZOPANE et al., 2010). Outro estudo demonstrou que praticamente toda a área de cultivo de café conilon apresenta algum nível de limitação à produção devido ao déficit hídrico (SILVA; REIS, 2007).

Por outro lado, os cafeicultores, que, em sua ampla maioria, compreendem pequenos agricultores de

base familiar, cultivam o café em pleno sol e sem o uso da irrigação devido às restrições econômicas e limitações na própria disponibilidade de água. Além disso, a expansão do cultivo de café para áreas marginais, onde é comum a restrição de água, tem levado à diminuição da produtividade e do padrão de qualidade. A atual tendência de escassez de água e aumento da temperatura pode agravar ainda mais o risco para a manutenção dos níveis de produção de café em um futuro próximo, especialmente do café arábica, que é mais dependente de baixas temperaturas (CAMARGO, 2010).

Nesse contexto, o cultivo de café em Sistema Agroflorestal (SAF) tem sido recomendado como estratégia promissora para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (BEER, 1995). Sistemas que integram árvores com cultivos agrícolas são mais complexos e diversificados e, portanto, mais resistentes aos efeitos dos fenômenos climáticos extremos comparados com os cultivos convencionais (HOLT-GIMÉNEZ, 2002). A menor susceptibilidade dos SAF às variações das condições ambientais possibilita ainda uma maior estabilidade econômica para os agricultores, já que o sistema integrado permite a ciclagem de água e nutrientes e, conseqüentemente, menor uso de insumos agrícolas (TILMAN et al., 2002). A diversificação de produtos e de fontes de renda a partir dos SAF também contribui para a estabilidade econômica da propriedade, já que os ingressos não dependem tanto do preço de mercado de um só produto.

Árvores associadas aos cultivos podem contribuir para otimizar o uso da água disponível no perfil do solo que não seria aproveitada pelos cafeeiros. Sistemas integrados de café com espécies florestais podem produzir um maior volume de biomassa por área cultivada com maior rendimento total do sistema. Porém, as espécies florestais podem consumir grande quantidade de água exercendo uma relação de competição e/ou complementariedade com o café. As espécies florestais podem alterar a disponibilidade de água em períodos críticos e, conseqüentemente, afetar

<sup>1</sup> Bióloga, D.Sc. Sistemas Agroflorestais, Agente de Desenvolvimento Rural do Incaper, padovan@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper/Delegado Federal da DFDA/ ES

<sup>3</sup> Engenheiro agrônomo, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Pesquisador do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica/ CIRAD UMR SYSTEM (CIRAD-INRA-SupAgro) Montpellier, France.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Pesquisador, Professor e Diretor de Pós-Graduação da School of Environment, Natural Resources and Geography, College of Natural Sciences, Bangor University, UK.

o crescimento do cafeeiro, reduzir o número de ramos e de botões florais e levar à diminuição da produtividade (CARR, 2001).

Portanto, o êxito do sistema agroflorestal com café vai depender da disponibilidade de água, das características da precipitação (periodicidade e intensidade das chuvas com efeitos sobre a evaporação e a erosão do solo), das características da espécie florestal associada ao cultivo, das condições do solo e do manejo do sistema. Este trabalho pretende analisar os potenciais benefícios advindos de SAF com café no contexto das mudanças climáticas.

### O EFEITO DAS ÁRVORES NA DINÂMICA DA ÁGUA EM SAF

A dinâmica da água em SAF tem como principal componente o processo de evapotranspiração, que consiste na soma da água evaporada da superfície do solo e da água transpirada pelas plantas. A evaporação é considerada como uma perda de água para a atmosfera que não contribui para a produtividade do sistema enquanto que a água transpirada é absorvida pelas

raízes e passa pelo interior das plantas, onde parte é utilizada nos processos metabólicos. A presença das árvores em SAF pode influenciar a dinâmica da água no sistema e afetar a disponibilidade de água para o cultivo de diversas maneiras. As árvores podem alterar o fluxo de água do sistema por meio da modificação do microclima, da redistribuição da água das chuvas, da retenção de água no solo e pelas características do próprio padrão de consumo de água das espécies incluídas no sistema (Figura 1).

### A INFLUÊNCIA DAS ÁRVORES NO MICROCLIMA

Em SAF, o efeito da cobertura arbórea sobre a temperatura, velocidade de vento, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa varia com as características morfológicas das espécies utilizadas e com as práticas de manejo, tais como espaçamento e tratamentos culturais. Estudo sobre as condições microclimáticas em café conilon associado com o coqueiro-anão-verde (*Cocos nucifera* L.) desenvolvido em São Mateus, no Estado do Espírito Santo, demonstrou que houve uma diminuição de 35% na velocidade do vento e redução de 1,7 °C na média da temperatura máxima em SAF, comparado com o café em pleno sol (PEZZOPANE et al., 2011). Outro estudo em café arábica (*C. arabica* L.) associado com ingá (*Inga jinicuil* Schl.), em Veracruz, no México, demonstrou que as árvores minimizaram as diferenças entre a temperatura máxima e mínima e diminuíram a demanda evaporativa. Observou-se que a temperatura máxima foi reduzida de 4 °C a 5 °C no sistema sombreado comparado com o sistema



**Figura 1.** Em Sistemas Agroflorestais (SAF), a copa das árvores tem influência direta sobre a dinâmica da água das chuvas

Fonte: Foto de Maria da Penha Padovan.

em pleno sol (BARRADAS; FANJUL, 1986). A redução da temperatura ambiente é muito importante, principalmente nos trópicos e em regiões marginais para o cultivo de café, já que altas temperaturas influenciam a demanda evaporativa e incrementam os processos de perda de água pelas plantas por meio da transpiração.

Árvores de outra espécie de ingá (*Inga densiflora* Benth) associadas ao cultivo de café na Costa Rica favoreceram a redução da temperatura na superfície das folhas do cafeeiro. Foi observada uma redução entre 1 °C e 7 °C na temperatura das folhas dependendo da hora do dia, da estação do ano e da posição da folha na copa do cafeeiro (SILES; HARMAND; VAAST, 2009). Outro estudo demonstrou que a temperatura das folhas de cafeeiros em pleno sol superou a do ambiente, enquanto que em SAF a temperatura das folhas foi sempre menor que a do ambiente (MUSCHLER, 1997). A temperatura na superfície das folhas pode ter um efeito direto na fotossíntese. Altas temperaturas podem levar ao fechamento dos estômatos como um mecanismo para evitar a excessiva perda de água por transpiração. Essa limitação nos processos de trocas gasosas, no entanto, pode afetar o crescimento das plantas e reduzir a produtividade e a longevidade das culturas (DaMATTa, 2004). Temperaturas mais amenas como as que ocorrem em ambiente sombreado favorecem a maior eficiência no uso da água com a manutenção do processo fotossintético e menor perda por meio da transpiração excessiva.

### O EFEITO COBERTURA ARBÓREA NA REDISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DAS CHUVAS

Espécies florestais associadas ao café afetam a redistribuição da água da chuva que pode passar pela copa das árvores, fluir pelos troncos e ficar retida na superfície das folhas de onde evapora para a atmosfera sem chegar ao solo (LUNKA; PATIL, 2016). Em cultivo de café consorciado com espécies florestais, a redistribuição das chuvas é influenciada tanto pela copa das árvores como pela copa dos cafeeiros.

A redistribuição da água da chuva estudada em *C. arabica* associado com *Inga densiflora* evidenciou que o ambiente sombreado favoreceu o desenvolvimento das plantas de café, que apresentaram tamanho de copa e ramos maiores quando comparadas com o café em pleno sol. Essa diferença na arquitetura da copa facilitou o escoamento da água da chuva pelos troncos que resultou na maior concentração de água na base das plantas de café em SAF (10% da chuva incidente) comparadas com o café em pleno sol (7% da chuva incidente). Esse é um importante processo em que a água da chuva faz o carreamento de minerais que ficam depositados na superfície das folhas e dos ramos e que passam a enriquecer os nutrientes do solo na base dos troncos (SILES et al., 2010). Outro estudo demonstrou que o volume de água interceptada pode ser minimizado por meio de ações de manejo. Café arábica sombreado com *Erythrina poeppigiana*, a qual foi podada periodicamente, apresentou apenas 3,5% de interceptação de água da chuva (CALDER, 1998). Apesar do significativo volume de água da chuva que pode ser retido na superfície foliar e posteriormente evaporado, pouca informação está disponível sobre o total de água disponibilizada no solo para o cultivo de café em SAF. Estudos sobre a interceptação da chuva deveriam integrar os critérios de seleção das espécies de sombreamento do café. A definição das espécies assim como das práticas de manejo são de considerável interesse para o êxito dos SAF, particularmente em ambientes onde a água é um fator limitante para a produção.

### A CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Uma das vantagens mais comumente atribuídas aos SAF é sua contribuição para a melhoria das condições químicas e físicas do solo. A inclusão de leguminosas como árvores de sombra pode contribuir para o aumento do nitrogênio disponível para o cultivo. Além disso, a produção de matéria orgânica e, conseqüentemente, de nutrientes a partir da decomposição de folhas caídas, galhos, frutos, e

sementes, assim como de resíduos de poda, passam a ser fundamentais na ciclagem dos nutrientes dentro do sistema (NAIR, 1984). O potencial para fornecimento de matéria orgânica pelas árvores associadas aos cultivos foi demonstrado por meio do estudo em aleias de gliricídia com três anos de idade e podas periódicas a cada quatro meses, o qual resultou em um aporte de 80,4 kg/ha de nitrogênio e 3.389 kg/ha de matéria seca (PAULINO et al., 2009).

Devido às características de sistema multiestratificado com alta produção de serrapilheira e forte concentração de raízes superficiais, os SAF apresentam grande capacidade de redução do impacto das gotas de chuva no solo minimizando os processos erosivos, aumentando a retenção e estabilidade do solo. Estudo desenvolvido em café arábica sombreado com ingá (*Inga densiflora* Benth) na Costa Rica demonstrou que o escoamento de água superficial, responsável pela erosão do solo, foi reduzido em SAF quando comparado com o cultivo em pleno sol, sendo 5,4% e 8,4% em ambiente sombreado e em pleno sol, respectivamente (CANNAVO et al., 2011). Outros estudos reportaram que o escoamento de água superficial foi de 10% a 15% menor em café cultivado em SAF quando comparado com café em pleno sol (VERBIST et al., 2010), e que a capacidade de infiltração de água no perfil do solo em SAF foi semelhante à capacidade de infiltração observada em áreas de florestas naturais (UDAWATTA et al., 2002). Os espaços deixados pelas raízes mortas e parcialmente decompostas contribuem para a formação de canais que facilitam a penetração das raízes dos cultivos agrícolas e melhoram a infiltração da água no solo. Tanto as raízes mortas quanto as vivas são importantes no processo de agregação e estabilidade e contribuem para melhorar a estrutura do solo (VAN NOORDWIJK et al., 1991).

Além disso, a copa das árvores diminui a incidência solar e a temperatura na superfície do solo e, conseqüentemente, ajuda a reduzir a evaporação (JACKSON; WALLACE, 1999). Estudos sobre a evaporação de água da superfície do solo em SAF com café são

raros. A comparação de café cultivado com diferentes níveis de sombreamento no México demonstrou que a evaporação do solo foi gradativamente reduzida com o aumento dos níveis de sombra. Em cafeeiros com sombreamento de 60% a 80%, a evaporação do solo foi reduzida em 41% comparado com sombreamento de 10% a 30%, o que garantiu maior conservação de água no solo e maior disponibilidade de água para o café no período seco (LIN, 2010).

### COMPETIÇÃO OU COMPLEMENTARIEDADE NO USO DA ÁGUA EM SAF

A competição ou complementariedade do uso da água em SAF pode ser compreendida por meio da distribuição espacial do sistema radicular no perfil do solo das espécies no cultivo agrícola e das árvores associadas. Raízes finas, com diâmetro menor que 2 mm são responsáveis pela absorção de água e nutrientes e, portanto, são consideradas como bons descritores e indicadores da eficiência e das características do solo. Nesse contexto, a competição em SAF é o fenômeno no qual o sistema radicular das árvores de sombra reduz o acesso das raízes do cafeeiro à água e nutrientes do solo, que são consumidos pelas próprias árvores, ou ainda, quando a presença das árvores associadas prejudica o desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro (SCHROTH, 1995).

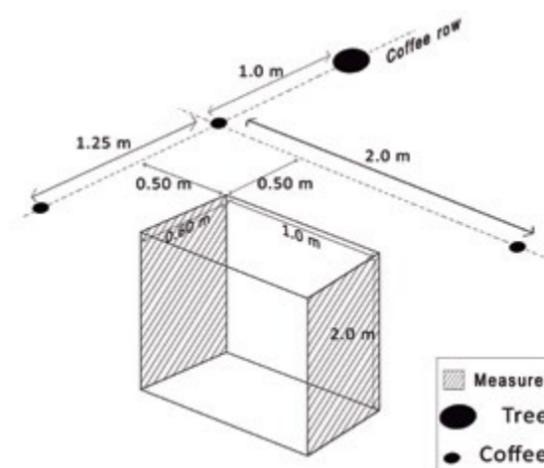
Estudo da distribuição de raízes finas no perfil do solo, em parcelas de café (*C. arabica* L.) sombreado, com duas espécies de árvores madeiráveis: *Tabebuia rosea* Bertol. (decídua) e *Simarouba glauca* D.C. (sempre-verde), em condições subótimas para o cultivo de café na Nicarágua (455 m de altitude, temperatura média de 27 °C, precipitação média anual de 1470 mm e período seco de seis meses) evidenciou o potencial efeito das árvores associadas na disponibilidade de água para o cafeeiro (PADOVAN et al., 2015). O estudo foi desenvolvido a partir da análise da distribuição espacial de raízes finas ( $\leq 2$  cm) de cafeeiros e de árvores no perfil do solo utilizando-se o método de contagem do impacto de raízes

(TARDIEU, 1988) (Figura 2). No sistema agroflorestal, foram analisados oito perfis de solo próximos à *T. rosea*, oito perfis próximos à *S. glauca* e comparados com dez perfis em pleno sol (200 cm de profundidade por 60 cm de largura) (Figura 3).



**Figura 2.** Contagem do impacto de raízes finas de cafeeiro e de árvores em oito perfis de solo próximos à *Simarouba glauca*, em oito perfis próximos à *Tabebuia rosea* e em dez perfis em pleno sol.

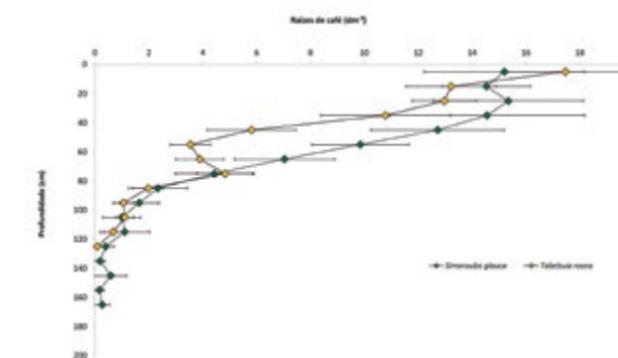
Fonte: Padovan et al. (2015).



**Figura 3.** Croqui dos perfis do solo estudados com 60 cm de largura e 200 cm de profundidade.

Fonte: Padovan et al. (2015).

O estudo demonstrou que raízes finas do cafeeiro estavam predominantemente concentradas nos primeiros 30 cm do perfil do solo, sendo 57% e 51% em pleno sol e em SAF, respectivamente. De modo geral, a presença de árvores não teve um efeito significativo no crescimento de raízes do cafeeiro. As raízes finas de café alcançaram 150 cm de profundidade em pleno sol e 170 cm em SAF. No entanto, observou-se que a distribuição de raízes finas do cafeeiro foi influenciada de maneira diferente pelas duas espécies de árvores de sombra. Houve certa facilitação do desenvolvimento das raízes, com maior quantidade e extensão de raízes finas em cafeeiros localizados próximo à *S. glauca* (sempre-verde), quando comparados com aqueles localizados próximo a árvores de *T. rosea* (decídua) (Figura 4).

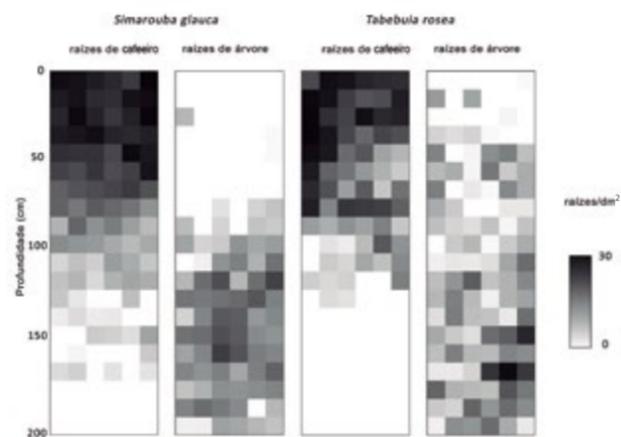


**Figura 4.** Croqui dos perfis do solo estudados com 60 cm de largura e 200 cm de profundidade.

Fonte: Padovan et al. (2015).

O padrão de distribuição de raízes de árvores variou de acordo com a espécie. O sistema radicular da espécie florestal *T. rosea* foi distribuído em todo o perfil do solo, o que poderia indicar uma potencial relação de competitividade por água com o cafeeiro. Por outro lado, raízes da espécie florestal *S. glauca* ficaram mais concentradas nas camadas mais profundas do solo em contraste com a distribuição superficial das raízes do cafeeiro, o que indica uma possível complementariedade no

uso da água. A interação entre o sistema radicular do cafeeiro e de *S. glauca* observada nas condições ambientais estudadas, na qual a absorção de água ocorre principalmente em extratos diferentes, é altamente desejável em SAF, mas em decorrência da sua complexidade, tem sido raramente demonstrada. Esse resultado reforça a hipótese ecológica (CANNELL; VAN NOORDWIJK; ONG, 1996), na qual o sistema radicular de árvores sendo mais extenso poderia utilizar água das camadas mais profundas do solo, a qual não está disponível para as espécies agrícolas e, assim, otimizar o uso de água e nutrientes da solução do solo que, na ausência das árvores, se perderiam por infiltração para o lençol freático. A Figura 5 mostra o total de quadrantes no perfil do solo (10 cm x 10 cm), nos quais raízes de cafeeiro e de árvores foram contadas próximo à *T. rosea* e próximo à *S. glauca*. As células mais escuras indicam uma maior concentração de raízes enquanto que as células brancas ou mais claras são indicadores de ausência ou menor presença de raízes, respectivamente.



**Figura 5.** Distribuição das raízes do cafeeiro (*C. arabica*) e de *Simarouba glauca* (mais concentradas nas camadas mais profundas do solo até 200 cm) comparadas com raízes de cafeeiro e de *Tabebuia rosea* (distribuídas no perfil do solo).

Fonte: Padovan et al. (2015).

Padovan et al. (2015) demonstraram que o consumo de água foi sempre maior em SAF quando

comparados com café em pleno sol devido ao maior uso de água por cafeeiros e árvores. No entanto, o efeito de competição entre ambos foi observado apenas no final do período de seis meses de seca, quando a precipitação média anual foi reduzida em 34% em relação à média de chuva naquela região. O estudo concluiu que, devido à complexidade dos processos envolvidos em condições de limitação hídrica, a associação de café com árvores requer critérios técnicos rigorosos na escolha das espécies, bem como critérios de manejo que favoreça o máximo aproveitamento dos benefícios das árvores com mínimo impacto sobre a produção de café.

#### CARACTERÍSTICAS PREFERENCIAIS DAS ESPÉCIES DE ÁRVORES NA COMPOSIÇÃO DE SAF

O café em SAF normalmente está associado a uma, duas ou mais espécies arbóreas que podem incluir madeiráveis, leguminosas ou frutíferas, dependendo do objetivo do agricultor. Leguminosas dos gêneros *Albizia*, *Inga*, *Leucaena*, *Erythrina* e *Gliricidia* têm sido as mais utilizadas no sombreamento do café. Essa preferência está relacionada com o potencial para produção de lenha e com a possibilidade de podas frequentes, o que permite o controle da competição por luz entre cafeeiro e árvore de sombra.

Além disso, as leguminosas têm a vantagem de aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo por meio da capacidade de fixação de nitrogênio (MUSCHLER, 1997; BEER et al., 1998). Estudo em cafeeiro sombreado com *E. poeppigiana* demonstrou um incremento na disponibilidade de nitrogênio de 34 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> comparado com café em pleno sol (BABBAR; ZAK, 1994). No entanto, outro estudo desenvolvido na Costa Rica demonstrou que o fato da *E. poeppigiana* perder suas folhas, principalmente na época seca, que coincide com o verão, quando o cultivo de café mais necessita do efeito da sombra, faz com que os agricultores da região prefiram espécies que sejam sempre-verdes e não decíduas (VAAST et al., 2007).

Entre as frutíferas utilizadas em café cultivado em SAF, destaca-se a bananeira (Figura 6). Estudo sobre a produção de café arábica consorciado com bananeira (*Musa* sp.) e eritrina (*Erythrina verna*) constatou a redução do diâmetro, do número de ramos produtivos e de nós dos cafeeiros à sombra, mas a produtividade média foi similar ao sistema em pleno sol. Com relação às características químicas do solo, constatou-se uma diminuição do teor de potássio no solo decorrente do requerimento das bananeiras (RICCI et al., 2006).



**Figura 6.** Café arábica consorciado com bananeira (banana-da-terra) na região serrana do Estado do Espírito Santo.

Fonte: Arquivo Incaper.

Outro estudo em parcelas de café arábica consorciado com bananeira (cv. Prata Anã) demonstrou que as plantas não estabeleceram competição com o café e não houve diferença significativa na produção média de café no sistema consorciado quando comparado com o café em pleno sol no período de três anos do estudo (PEZZOPANE et al., 2007). Estudo realizado em Uganda com café arábica e café robusta consorciados com bananeira e comparados com monocultivos demonstrou que a associação com a bananeira não afetou a produtividade do café em nenhuma das duas espécies estudadas. Por outro lado, a bananeira

produziu mais quando consorciada com café arábica e menos com café robusta quando comparada com a monocultura (VAN ASTENA et al., 2011).

Café arábica associado com cajueiro (*Anacardium occidentale*), cultivado sem irrigação em condições de altas temperaturas, secas prolongadas e baixa latitude (8 - 15 °S), no Nordeste do Brasil foi responsável por 170% de aumento da produção comparado com cafeeiro em pleno sol em níveis de sombra entre 50% e 75%. A produção foi aumentada em 100% com sombreamento variando entre 25% e 100% (MATIELLO et al., 1989).

As espécies arbóreas madeiráveis dos gêneros *Eucalyptus*, *Terminalia*, *Cordia*, *Cedrela* e *Alnus* estão entre as mais amplamente utilizadas em consórcio com o café na América Central (SOMARRIBA et al., 2004). Estudos desenvolvidos em café sombreado com madeiráveis como *Eucalyptus deglupta* e *Terminalia* sp. demonstraram que o sistema foi ecológica e economicamente viável em condições subótimas para o cultivo de café na Costa Rica. A sombra de eucalipto mantida entre 20% e 40% durante o ano resultou em maior crescimento das plantas e da produção de café comparada com o cultivo em pleno sol (VAAST et al., 2007). O sombreamento com *Eucalyptus* pode apresentar diversas vantagens devido ao rápido crescimento das árvores, ao pouco manejo requerido e à adaptação do gênero a diversas condições ambientais. Além do benefício da produção de madeira, o *Eucalyptus* proporciona uma sombra homogênea e restrita que não causa competição por luminosidade com o cafeeiro. No entanto, vale ressaltar que o êxito de SAF com café associado ao *Eucalyptus* depende da disponibilidade de água, assim como dos nutrientes requeridos. Estudo desenvolvido em ótimas condições para o cultivo de café na Costa Rica, onde a água não foi um fator limitante (precipitação anual de 4.000 mm), demonstrou que não houve competição por água entre cafeeiro e eucalipto (SCHALLER et al., 2003). No entanto, em outro estudo também na Costa Rica (temperatura média de 20 °C, altitude de 1.020 m e precipitação anual de 2.225 mm) observou-

se que café associado com *E. deglupta* sofreu com o estresse hídrico ao final de cinco meses de seca, enquanto que nas mesmas condições ambientais, o café associado com *E. poeppigiana* não foi afetado devido ao manejo (JIMENEZ; ALFARO, 1999).

No Espírito Santo, estudo desenvolvido com café conilon sombreado demonstrou que a produção foi inibida quando o café foi associado com árvore de rápido crescimento, como o cedro australiano (*Toona ciliata*), mas se manteve estável quando o café foi sombreado com espécie de crescimento mais lento, como o jequitibá (*Cariniana legalis*) (SALES et al., 2013).

Embora a utilização de árvores associadas aos cultivos possa promover também uma alternativa de geração de renda para os pequenos produtores, há pouca informação disponível sobre os efeitos desse sistema em diferentes condições ambientais na produção de café. Apesar do alto potencial de diversificação da produção e incremento de renda por meio da comercialização de madeira, especialmente em períodos de baixo preço do café, poucas espécies de árvores madeiráveis têm sido utilizadas para o sombreamento do café e, conseqüentemente, há pouca informação disponível (SOMARRIBA et al., 2004).

O entendimento das características preferenciais e do potencial de adaptação das árvores é fundamental para evitar relações de competitividade por água, luz e nutrientes com o café em SAF. Traços funcionais dos elementos arbóreos que podem incluir aspectos aéreos, tais como área foliar e características das folhas (GOMEZ et al., 2012), assim como subterrâneos, como longitude e densidade de raízes finas, por exemplo (BUCHELI et al., 2013), podem ser utilizados como indicativos na definição de espécies mais adequadas na composição de SAF. Informações sobre critérios para seleção das espécies, assim como sobre o manejo, como a densidade das plantas, raleamento e frequência de poda são muito importantes para garantir o nível adequado de sombreamento, que não pode ser tão alto a ponto de comprometer a luminosidade e nem tão baixo que não garanta a adequada proteção contra condições climáticas adversas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escassez de água é um dos principais problemas para a produção agrícola. A variabilidade climática e a ocorrência de eventos extremos tendem a agravar o risco para a agricultura e aumentar a competição por água. A mudança no sistema produtivo com a adoção de processos de produção integrados e mais sustentáveis está entre as principais estratégias indicadas para a adaptação da agricultura às atuais condições climáticas.

As vantagens da inclusão de árvores nos cultivos de café têm sido demonstradas em diversos estudos. A maior diversidade e complexidade do sistema favorece uma maior resiliência diante das variações extremas no ambiente. O café em SAF permite a conservação de água no solo por meio da redução da perda por escoamento superficial e por evaporação da superfície do solo e, ao mesmo tempo, melhora a capacidade de infiltração, garantindo maior disponibilidade de água e nutrientes no solo para os cultivos. Além disso, o efeito das árvores no microclima resulta na maior eficiência no uso da água pelas plantas com menor perda por transpiração excessiva.

Experiências na produção de café em SAF em condições de restrição hídrica demonstraram a importância do estabelecimento de critérios técnicos rigorosos na seleção das espécies de árvores de sombra e da adoção de práticas adequadas de manejo que permitam compensar o maior consumo de água do sistema e garantir o êxito do SAF com máximo aproveitamento dos benefícios das árvores e o mínimo impacto para a produção de café. Como regra geral, tem sido proposto que o benefício da presença de árvores pode ser tanto maior quanto menos favorável for a condição ambiental para o cultivo de café (DaMATTa, 2004).

Embora a produção de café em quantidade de grãos possa ser negativamente afetada pelo sombreamento, a presença das árvores pode resultar em aumento do tamanho dos grãos e amadurecimento tardio dos frutos com melhoria da qualidade de bebida. Além disso, a potencial redução na produção de café em

SAF, quando comparada com a monocultura, pode ser compensada pelo aumento da produção total do sistema. A geração de madeira para múltiplos usos, frutos, resina e outros produtos pode contribuir para uma maior estabilidade e sustentabilidade econômica da propriedade rural, especialmente a de base familiar, por meio da diversificação da produção e incremento de renda para o agricultor, principalmente em períodos de baixa no preço do café. Soma-se a isso a melhoraria na condição de trabalho do agricultor com menor exposição ao sol e aos riscos do excesso de radiação para a saúde.

A variabilidade e a heterogeneidade inerentes aos SAF e a enorme diversidade de condições ambientais e de possíveis combinações de fatores, como espécies de cultivos e de árvores, de arranjos e práticas de manejo, além de suas interações, poderão ser mais bem compreendidas por meio da utilização de modelos baseados em processos que contemplem as complexas interações em SAF e permitam o balanço entre produção e benefícios ecológicos.

## REFERÊNCIAS

- BABBAR, L. I.; ZAK, D. R. Nitrogen cycling in coffee agroecosystems: net N mineralization and nitrification in the presence and absence of shade trees. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 48, n. 2, p. 107-113, mar. 1994.
- BARRADAS, V. L.; FANJUL, L. Microclimatic characterization of shaded and open-grown coffee (*Coffea arabica*) plantations in Mexico. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 38, p. 101-112, 1986.
- BEER, J. Efectos de los árboles de sombra sobre la sostenibilidad del cafetal. **Boletín Promecafe**, n. 68, p. 13-18, jul./set. 1995.
- BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, v. 38, p. 139-164, 1998.
- BUCHELI, P.; BENJAMIN, T.; RUSCH, G. M.; IBRAHIM, M.; CASALS, P.; SANCHEZ, D.; PUGNAIRE, F. Estrategia de los árboles para el uso eficiente del agua y tolerancia a la sequía en sistemas silvopastoriles. **Agroforestería en las Américas**, n. 50, p. 53-84, 2013.
- CALDER, I. R. Water use by forests, limits and controls. **Tree physiology**, v. 18, n. 8-9, p. 625-631, ago./set. 1998.

- CAMARGO, M. B. P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.
- CANNAVO, P.; SANSOULET, J.; HARMAND, J. M.; SILES, P.; DREYER, E.; VAAST, P. Agroforestry associating coffee and *Inga densiflora* results in complementarity for water uptake and decreases deep drainage in Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 140, n. 1-2, p. 1-13, 2011.
- CANNELL, M. G. R.; VAN NOORDWIJK, M.; ONG, C. K. The central agroforestry hypothesis: the trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. **Agroforestry Systems**, v. 34, p. 27-31, 1996.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coffee. **Experimental Agriculture**, v. 37, n. 1, p. 1-36, jan. 2001.
- CETCAF. CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CAFÉ. 2012. Disponível em: <www.cetcaf.com.br/links/cafeicultura%20capixaba.htm>. Acesso em: 4 set. 2016.
- DaMATTa, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Fields Crops Research**, v. 86, p. 99-114, 2004.
- GOMEZ, M. J.; RUSCH, G. M.; CASALS, P.; DECLERCK, F.; IBRAHIM, M.; CASANOVES, F.; JIMENEZ, F. Efectos de los rasgos morfológicos y ecofisiológicos de árboles neo tropicales en la transferencia de agua y nutrientes al suelo. **Agroforestería en las Américas**, n. 50, p. 69-75, 2012.
- HOLT-GIMÉNEZ, E. Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 93, p. 87-105, 2002.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://ibge.gov.br/>. Acesso em: 4 set. 2016.
- JACKSON, N. A.; WALLACE, J. S. Soil evaporation measurements in an agroforestry system in Kenya. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 94, p. 203-215, 1999.
- JIMENEZ, F.; ALFARO, R. Available soil water in *Coffea arabica*-*Erythrina poeppigiana*, *Coffea arabica*-*Eucalyptus deglupta* and *Coffea arabica* monoculture plantations. In: SEMANA CIENTÍFICA CATIE, 4. **Proceedings ... Turrialba, Costa Rica: CATIE**, 1999. p. 203-206.
- LIN, B. B. The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 150, p. 510-518, 2010.
- LUNKA, P.; PATIL, S. D. Impact of tree planting configuration and grazing restriction on canopy interception and soil hydrological properties: implications for flood mitigation in silvopastoral systems. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 6, p. 945-958, mar. 2016.

- MATIELLO, J. B.; DANTAS, F. A. S.; CAMARGO, A. C.; RIBEIRO, R. N. C. Níveis de sombreamento em cafezal na região serrana de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15. **Resumos ...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p. 182.
- MUSCHLER, R. G. Efectos de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA, 18., 1997, San Jose, Costa Rica. **Anais ...** 1997. p. 157-162.
- NAIR, P. K. R. Role of trees in soil productivity and conservation. In: The International Council for Research in Agro-forestry (Org.). **Soil productivity aspects of agro-forestry**. Nairobi: [s.n.], 1984, cap. 3, p. 29-49.
- PADOVAN, M. P.; CORTEZ, V. J.; NAVARRETE, L. F.; NAVARRETE, E. D.; DEFFNER, A. C.; CENTENO, L. G.; MUNGUÍA, R.; BARRIOS, M.; VÍLCHEZ-MENDOZA, J. S.; VEGA-JARQUÍN, C.; COSTA, A. N.; BROOK, R. M.; RAPIDEL, B. Root distribution and water use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* DC. compared to full sun coffee in sub-optimal environmental conditions. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 5, p. 857-868, 2015.
- PAULINO, G. M.; ALVES, B. J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1598-1607, dez. 2009.
- PEZZOPANE, J. R. M.; MARSETTI, M. M. S.; FERRARI, W. R.; PEZZOPANE, J. E. M. Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiro-anão-verde. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 865-871, 2011.
- PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.
- PEZZOPANE, J. R. M.; JÚNIOR, M. J. P.; GALLO, P. B.; CAMARGO, M. B. P.; FAZUOLI, L. C. Avaliações fenológicas e agronômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana 'Prata Anã'. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 701-709, 2007.
- RICCI, M. S. F.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.
- SALES, E. F.; MÉNDEZ, V. E.; CAPORAL, F. R.; FARIA, J. C. 2013. Agroecological Transition of Conilon Coffee (*Coffea canephora*) Agroforestry Systems in the State of Espírito Santo, Brazil. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 37, n. 4, p. 405-429, 2013.
- SCHALLER, M.; SCHROTH, G.; BEER, J.; JIMENEZ, F. Species and sites characteristics that permit the association of fast-growing trees with crops: the case of *Eucalyptus deglupta* as coffee shade in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 175, n. 1-3, p. 205-215, mar. 2003.
- SCHROTH, G. Tree root system characteristics as criteria for species selection and systems design in agroforestry. **Agroforestry Systems**, v. 30, n. 1, p. 125-143, maio 1995.
- SILES, P.; VAAST, P.; DREYER, E.; HARMAND, J. M. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss in a coffee (*Coffea arabica* L.) monoculture compared to an agroforestry system with *Inga densiflora*. **Journal of Hydrology**, v. 395, n. 1-2, p. 39-48, mar. 2010.
- SILES, P.; HARMAND, J. M.; VAAST, P. Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. **Agroforestry Systems**, v. 78, n. 3, p. 269-286, 2009.
- SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. Irrigação do cafeeiro Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 347-376.
- SOMARRIBA, E.; HARVEY, C. A.; SAMPER, M.; ANTHONY, F.; GONZALEZ, J.; STAYER, C.; RICE, R. Biodiversity conservation in neotropical coffee (*Coffea arabica*) plantations. In: SCHROTH, G. et al. (Ed.). **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island press, 2004. p. 198-226.
- TAQUES, R. C.; DADALTO, G. G. Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 53-66.
- TARDIEU, F. Analysis of the spatial variability of maize root density. **Plant and Soil**, v. 107, n. 2, p. 259-266, abr. 1988.
- TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671-677, ago. 2002.
- UDAWATTA, R. P.; KRSTANSKY, J. J.; HENDERSON, G. S.; GARRETT, H. E. Agroforestry practices, runoff, and nutrient loss: a paired watershed comparison. **Journal of Environmental Quality**, v. 31, n. 4, p. 1214-1225, jul./ago. 2002.
- VAAST, P.; VAN KANTEN, R.; SILES, P.; ANGRAND, J.; AGUILAR, A. Biophysical interactions between timber trees and Arabica Coffee in suboptimal conditions of Central America. In: JOSE, S.; GORDON, A. M. (Ed.). **Towards Agroforestry Design: an ecological approach**. Florida: Springer, 2007. p. 135-148.
- VAN ASTENA, P. J. A.; WAIREGIA, L. W. I.; MUKASAA, D.; URINGIB, N. O. Agronomic and economic benefits of coffee-banana intercropping in Uganda's smallholder farming systems. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 4, p. 326-334, abr. 2011.
- VAN NOORDWIJK, M.; WIDIANTO, M.; HEINEN, M.; HAIRAH, K. Old tree root channels on acid soils in the humid tropics: Important for crop root penetration, water infiltration and nitrogen management. **Plant and Soil**, v. 134, n. 1, p. 37-44, jul. 1991.
- VERBIST, B.; POESEN, J.; VAN NOORDWIJK, M.; WIDIANTO, M.; SUPRAYOGO, D.; AGUS, F.; DECKERS, J. Factors affecting soil loss at plot scale and sediment yield at catchment scale in a tropical volcanic agroforestry landscape. **Catena**, v. 80, n. 1, p. 34-46, jan. 2010.

# Aspectos legais em suporte à gestão e uso dos recursos hídricos no setor agropecuário capixaba

Mauricio Freixo Pogian<sup>1</sup>; Edmilson Costa Teixeira<sup>2</sup>

**Resumo** - A gestão de recursos hídricos no Brasil e no Espírito Santo está pautada nos princípios de participação, integração e descentralização, tendo como espaço geográfico de referência para atuação a bacia hidrográfica. Ao longo do tempo, os instrumentos normativos e o sistema de gestão têm evoluído e incorporado cada vez mais esses aspectos. Nesse contexto, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) e a Política Estadual (Lei Estadual nº 10.179/2014) representam os principais instrumentos legais que tratam do assunto. A lei federal, que baseia a estadual, foi estabelecida com a participação e envolvimento de diversos setores da sociedade e traz características e princípios modernos no que diz respeito à gestão de águas, inspirados em sistemas e políticas de países desenvolvidos. As leis, seus fundamentos e instrumentos têm sido cada vez mais discutidos e gradualmente implementados. Particularmente, em períodos de escassez, como o que o Estado tem vivido desde o final de 2014, denotam a necessidade e importância da adequada gestão das águas e abre oportunidades para inovações no tratamento dos problemas e conflitos. É o caso dos Acordos de Cooperação Comunitária recentemente implementados no Espírito Santo. O presente artigo visa a fornecer subsídios quanto aos aspectos legais da gestão de recursos hídricos, com foco no meio rural capixaba, tendo em vista a importância do setor agropecuário diante do manejo desse recurso e da necessidade de transferência de conhecimentos para o seu adequado gerenciamento. Parte-se dos primórdios da legislação das águas no Brasil, passando pelas Políticas de Recursos Hídricos, chegando até as mais recentes evoluções trazidas pela conjuntura de estiagem.

**Palavras-chaves:** Legislação. Gestão de recursos hídricos. Meio rural capixaba.

## Legal aspects in support of management and use of water resources in the agricultural sector of the State of Espírito Santo

**Abstract** - The management of water resources in Brazil and in the State of Espírito Santo is based on the principles of participation, integration and decentralization and has the river basin as the geographical area of reference for effective action. Over time, regulatory instruments and the management system have evolved and increasingly incorporated such aspects. In this context, the National Water Resources Policy (Federal Law 9,433/1997) and the State Policy (State Law 10,179/2014) represent the main legal instruments dealing with the matter. The Federal law, which bases the State Law, was enacted with the participation and involvement of various sectors of society, and contains features and modern principles with regard to water management, inspired by systems and policies of developed countries. The laws, its foundations and instruments have been increasingly discussed and implemented gradually. Particularly in times of shortage, as the State of Espírito Santo has been living since the end of 2014, the need and importance of proper water management become vital and opens up opportunities for innovations in the treatment of problems and conflicts. This article aims to provide input as to the legal aspects of water resources management, focusing on the local rural areas and considering the importance of the agricultural sector on the management of this resource and the need to transfer knowledge for its proper management. Initially, this study bases its assumptions on the early water legislation in Brazil, covers the Water Resources Policy, reaching the latest developments brought about by the water shortage.

**Keywords:** Legislation. Management of water resources. Countryside of the State of Espírito Santo.

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental, M.Sc. Engenharia Ambiental, Gerente de Sustentabilidade da Seag, mauricio.pogian@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Civil, D.Sc. Recursos Hídricos, pós-doutor em Hidrodinâmica Sanitária e Ambiental e em Gestão de Recursos Hídricos, Desenvolvimento e Participação, Professor Titular do DEA Ufes, Coordenador do Laboratório de Gestão de Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional – LabGest

## INTRODUÇÃO

O recurso natural água, objeto de muitos estudos na atualidade, representa insumo fundamental à vida, uma vez que faz parte dos tecidos vegetais, do corpo humano e dos animais, além de ser utilizado em quase todas as atividades e processos produtivos industriais e agropecuários. No entanto, é um recurso cada vez mais escasso no planeta.

O crescimento da população nas últimas décadas demanda o aumento da produção de bens e alimentos, influenciando diretamente na quantidade e qualidade da água disponível. Entre os setores usuários desse recurso, a agropecuária é responsável por grande parte do consumo totalizando cerca de 70% da água demandada (em nível médio global) (SETTI et al., 2000).

Para ser utilizada em seus mais diversos fins, é fundamental que a água se apresente em condições adequadas de disponibilidade, sob os aspectos quantitativo e qualitativo, os quais são indissociáveis.

Quando ocorre em abundância, a água muitas vezes é tratada como bem livre, sem valor econômico. Entretanto, com o crescimento da demanda ou em locais/momentos de escassez, podem surgir conflitos entre os usos e usuários, tornando a água cada vez mais disputada. Assim, o recurso precisa ser gerido como bem econômico, devendo ser-lhe atribuído o justo valor (SETTI et al., 2000).

Esse gerenciamento, para Machado (2004), é uma necessidade premente e objetiva ajustar as demandas por água em níveis sustentáveis, de modo a garantir a convivência harmoniosa entre os usos atuais e futuros.

Destacada entre os diversos usos da água, a irrigação a utiliza como forma de suprir as necessidades das plantas, sendo a demanda muito dependente das características edafoclimáticas, culturais e do sistema utilizado. Tal fato expõe a importância e necessidade de estudos que visem à racionalização do uso da água na irrigação, isto é, a potencialização dos seus benefícios em relação à quantidade utilizada, com atenção especial à redução de perdas e do desperdício.

No meio rural, outros usos também são importantes, tais como o abastecimento doméstico nas propriedades rurais; a dessedentação dos diversos tipos de rebanhos; os usos aquícolas; a produção agroindustrial; e a limpeza geral de equipamentos e estabelecimentos.

Diante do exposto, considerando a importância do tema, este artigo visa a apresentar de forma sucinta alguns aspectos legais relacionados à gestão de recursos hídricos no Brasil e no Espírito Santo, em suporte ao uso da água no setor agropecuário capixaba. Por se tratar de um dos setores mais importantes em termos de utilização da água, é fundamental a transferência de informações quanto à gestão formal desse recurso.

São abordados os principais instrumentos normativos e suas evoluções, que, ao longo do tempo, têm contribuído para a concreta e eficaz gestão das águas no âmbito nacional e estadual. Realizou-se pesquisa bibliográfica e documental abordando desde os primórdios da legislação de águas até as mais recentes evoluções trazidas pela conjuntura de seca estabelecida no Estado, desde o fim de 2014.

## PRIMÓRDIOS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O marco inicial da tratativa da gestão de águas no Brasil deu-se no ano de 1934, com a publicação do Código das Águas, Decreto nº 24.643/1934. O instrumento, baseado em legislações da época, definiu aspectos relacionados ao domínio e à propriedade dos recursos hídricos englobando também questões, como a aplicação de penalidades, as concessões e autorizações, a fiscalização, as relações com o solo e sua propriedade, entre outras (LANNA, 1995).

Apesar de ser um importante marco jurídico para o País, considerado bastante moderno para a época, o Código das Águas possuiu um caráter setorial e não integrado predominando a importância dos usos de irrigação no semiárido nordestino e geração de energia no País (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2002). O decreto estabelecia sobre as águas os domínios público (União, estados e municípios) e privado.

O domínio municipal das águas foi extinto pela Constituição de 1967 e, posteriormente, com a promulgação da Constituição de 1988, novas alterações no assunto determinaram o fim do domínio privado sobre as águas. Conforme art. 20, inciso III, da Constituição de 1988, são bens da União: “[...] os lagos, rios em terrenos do seu domínio ou que banhem mais de um estado, sirvam de limite ou provenham de outros países”. Já pelo art. 26, inciso I, são de domínio dos estados: “[...] as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.” (BRASIL, 1988).

O Código das Águas, com as alterações trazidas pelas Constituições Federais, representou até 1997 a legislação básica do tema no País. Nesse ano, fruto de intensa discussão entre diversos segmentos da sociedade interessados no uso da água (TEIXEIRA, 2003), a Nova Política de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) foi publicada incorporando características e princípios modernos, inspirados em sistemas de outros países, sobretudo, o da França.

## AS POLÍTICAS NACIONAL E ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

A Lei Federal nº 9.433, sancionada em 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

De fato, o instrumento representou a modernização da tratativa do assunto, trazendo ideias e princípios inovadores e também dando uma injeção de ânimo aos órgãos públicos, sociedades civis e usuários de água para a efetiva implementação da gestão de águas no Brasil. Para ANA (2002), a nova lei representa a concretização da modernização do setor e coloca o Brasil entre os países de legislação mais avançada do mundo no setor de recursos hídricos.

No Espírito Santo, a Lei Estadual nº 10.179/2014, criada nos moldes da Lei Federal, estabelece normas gerais sobre o gerenciamento dos recursos hídricos no Estado, instituindo a Política e o Sistema Integrado

de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2014). Essa lei revoga a antiga Política Estadual de Recursos Hídricos, a Lei Estadual nº 5.818/1998.

## FUNDAMENTOS DAS POLÍTICAS

As Políticas de Recursos Hídricos possuem como objetivos, entre outros, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água; garantir a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável; prevenir eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Conforme art. 1º da Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), a Política Nacional de Recursos Hídricos se baseia nos seguintes fundamentos: I - **a água é um bem de domínio público**; II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; III - o **uso prioritário** dos recursos hídricos, em situações de escassez, é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV - a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o **uso múltiplo** das águas; V - a unidade territorial de gestão de recursos hídricos é **bacia hidrográfica**; VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser **descentralizada** e contar com a **participação** do poder público, dos usuários e das comunidades.

Sendo a água um bem público, tem-se que, apesar de possuir sua utilização em grande parte controlada pelo Estado, a água não possui dono, ao mesmo tempo, é de todos e de ninguém. O reconhecimento da água como um bem limitado, dotado de valor econômico induz à sua racionalização. O princípio do uso múltiplo da água oportuniza a todas as categorias usuárias a equitativa condição de acesso ao recurso. A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento visa a facilitar a comparação entre disponibilidades e demandas de água. Por fim, a gestão descentralizada e participativa dá poder de gestão aos entes regionais/locais, abrindo espaço à sociedade civil organizada e outros agentes, a fim de que possam influenciar no processo de tomada de decisão (SETTI et al., 2000).

Além dos fundamentos já previstos na Lei Nacional, a Política Estadual traz os seguintes: a interconexão entre as águas subterrâneas e superficiais e as interações presentes no ciclo hidrológico; e a harmonização entre os usos antrópicos e a manutenção dos ecossistemas.

### Gestão por bacia hidrográfica

No seu sentido clássico, tradicional, a bacia hidrográfica é: a área definida topograficamente, limitada pelos divisores de água e drenada por um curso d'água ou por uma rede de cursos d'água, cuja vazão é direcionada para uma única saída, denominada de exultório (GOMES; PESSOA, 2010).

Essa definição permite que as bacias sejam subdivididas em partes menores, de ordem hierárquica inferior, as chamadas sub-bacias ou microbacias. Para Nascimento (2011), essas divisões permitem o detalhamento de problemas difusos, tornando mais fácil, por exemplo, a identificação de focos de degradação de recursos naturais ou de processos de degradação ambientais instalados. Dessa forma, os recursos hídricos atuam como indicadores das condições do ecossistema.

Lanna (1995) expõe que a vantagem dessa abordagem está no fato de as redes de drenagem consistirem em “[...] caminhos preferenciais de grande parte das relações de causa e efeito, particularmente aquelas que envolvem o meio hídrico, tornando as análises facilitadas [...]”. Entretanto, segundo o mesmo autor, dificilmente os limites políticos respeitam os divisores da bacia e, conseqüentemente, a dimensão espacial de algumas relações de causa e efeito de caráter econômico e político.

### Gestão descentralizada e participativa

A descentralização na gestão de águas diz respeito, especialmente, ao processo de tomada de decisão que deve ocorrer desde a escala nacional/estadual até a escala regional/local. A filosofia do princípio é que, tudo quanto possível deve ser decidido em

níveis hierárquicos mais baixos, ou seja, assuntos que podem ser decididos em nível regional/local não devem ser tratados em nível nacional/estadual (SETTI et al., 2000).

Quanto à gestão participativa, Setti et al. (2000) afirmam que se trata da possibilidade de todos os interessados (usuários, governos, sociedade civil organizada) influenciarem no processo de tomada de decisão. A legislação contempla a participação, sobretudo, através dos Comitês de Bacias Hidrográficas e dos Conselhos de Recursos Hídricos, entes colegiados do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Para Teixeira (2003), a partir da Política Nacional de Recursos Hídricos, o poder público abre mão de parte dos poderes, compartilhando-os nos Comitês de Bacias Hidrográficas e nos Conselhos. Entretanto, é mantido sob sua responsabilidade legal o ato administrativo de controle do uso dos recursos hídricos, a outorga de direito de uso.

### INSTRUMENTOS DAS POLÍTICAS

Com base nos fundamentos e a fim de se alcançar seus objetivos, a Política Nacional estabelece cinco instrumentos, a saber: os Planos de Recursos Hídricos; o Enquadramento dos Corpos de Água; a Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos; a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Além deles, a Lei Estadual define: I - a compensação em recursos hídricos; e II - o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e Florestais (Fundágua).

A seguir, são destacados os instrumentos considerados mais importantes no contexto da gestão de recursos hídricos no meio rural capixaba.

### Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água

Ambos são instrumentos de planejamento. Conforme Brasil (1997), os planos têm por objetivo fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos

recursos hídricos, podendo ser elaborados no âmbito da bacia hidrográfica, do estado ou do País.

Os planos definem as prioridades de uso e formas de gerenciamento da água, buscando atingir as necessidades e metas especificadas. Por isso, ele deve ser elaborado de forma participativa, envolvendo poder público, usuários e sociedade civil, devendo ser aprovado pelo Comitê (quando o plano refere-se à bacia hidrográfica) ou pelos Conselhos de Recursos Hídricos (quando o plano tem abrangência estadual ou nacional) (GEARH, 2008).

As diferentes escalas de elaboração dos instrumentos de planejamento acabam também impactando, significativamente, sua estratégia de abordagem, estando o plano de recursos hídricos por bacia hidrográfica mais próximo de uma abordagem mais operacional, ao passo que os Planos Estaduais e Nacional de Recursos Hídricos tendem a apresentar uma visão mais tática ou estratégica.

O enquadramento é um instrumento, o qual é definido como o “[...] estabelecimento de meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos ao longo do tempo”. (CONAMA, 2005). Tem por objetivo assegurar a qualidade da água compatível com os usos mais exigentes a que forem destinados.

O instrumento enquadramento também deve ser construído de forma participativa, envolvendo todos os interessados no uso dos recursos hídricos, garantindo, assim, a sua legitimação e seus resultados (GEARH, 2008). Enquanto não aprovado o seu enquadramento, todos os corpos hídricos de água doce são, automaticamente, enquadrados na classe 2 (CONAMA, 2005).

O Espírito Santo ainda não possui Plano Estadual de Recursos Hídricos elaborado, embora seu escopo já tenha sido aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Cerh), devendo sua elaboração se dar nos próximos anos (2016 e 2017).

Quanto aos Planos de Recursos Hídricos por bacia, a bacia do Doce possui um Plano Integrado de Recursos

Hídricos (Pirh), e as bacias afluentes capixabas (Rio Guandu, Rio São José, Rio Santa Maria do Doce, Barra Seca e outras unidades de análise na porção espírito-santense do Doce) possuem seus Planos de Ações em Recursos Hídricos (Parhs). É importante destacar que no caso dos Parhs dos afluentes do Doce, a divisão adotada para fins de elaboração do Plano não corresponde à atual divisão hidrográfica oficial, aprovada pelo Cerh, e deverá ser revista na próxima edição. O processo de construção desses planos foi amplamente participativo, contando com a participação integrada dos órgãos gestores nacional, capixaba e mineiro. Os planos foram aprovados em 2010 (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE - CBH, 2015).

Entre as demais bacias de domínio capixaba, os Comitês dos Rios Jucu, Santa Maria de Vitória e Benevente, tiveram seus planos e enquadramento recentemente elaborados. Além destes, já elaborados, encontra-se em fase preparatória de licitação das consultorias a elaboração dos planos dos Rios Itapemirim, Novo, São Mateus e Litoral Centro Norte.

### Outorga de direito de uso

A Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos objetiva assegurar o controle dos usos da água, possibilitando uma divisão mais justa e equilibrada do recurso, evitando ou diminuindo os conflitos entre os diversos usuários e garantindo o efetivo exercício do direito de acesso à água (BRASIL, 1997).

O instrumento é definido por meio de um ato administrativo, mediante o qual o poder público outorgante (União e estados) autoriza ao outorgado (usuário requerente) o direito a utilizar os recursos hídricos ou realizar interferências hidráulicas, de acordo com condições pré-determinadas no ato. O Quadro 1 mostra os usos sujeitos e dispensados de outorga, conforme Políticas de Recursos Hídricos.

Em rios de dominialidade federal<sup>3</sup>, o órgão responsável pela emissão de outorga de recursos hídricos é a Agência Nacional de Águas (Ana). Já em rios de domínio estadual<sup>4</sup>, a emissão de outorga é feita

pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh). Cada órgão possui critérios e regulamentos próprios.

Usos sujeitos à outorga	Usos dispensados de outorga
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Acumulação, derivação ou captação de água superficial;</li> <li>•Extração de água subterrânea;</li> <li>•Lançamento de efluentes em corpos de água;</li> <li>•Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;</li> <li>•Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais;</li> <li>•Derivações, captações, acumulações e lançamentos considerados insignificantes.</li> </ul>

**Quadro 1.** Usos sujeitos e dispensados de outorga, conforme Políticas de Recursos Hídricos.

Fonte: Brasil (1997) e Espírito Santo (2014).

No Espírito Santo, em rios de domínio estadual, a outorga está regulamentada desde 2005, com critérios gerais estabelecidos pela Resolução Normativa do Cerh nº 005, de 7 de julho de 2005 (CERH, 2005). As normas apresentadas no Quadro 2 definem os procedimentos administrativos, critérios técnicos a serem observados na formalização e análise dos processos de outorga.

Especificamente quanto às captações em corpos de água superficiais, a Instrução Normativa nº 019/2005 estabelece a vazão de referência adotada, a  $Q_{90}$  – vazão com permanência de 90% (vazão que é igualada ou superada em 90% do tempo). Para esse tipo de utilização, “[...] o somatório das vazões outorgadas fica limitado a 50% da vazão de referência do corpo de água [...]”, salvo raras exceções, sendo que “[...] nenhum usuário receberá outorga superior a 25% da vazão de referência para um mesmo uso [...]”. (IEMA, 2005).

Quanto aos usos insignificantes, a Resolução nº 017, de 13 de março de 2007 (CERH, 2007) define os usos dispensados de outorga. Destaca-se que,

<sup>3</sup> São aqueles que se estendem por mais de um estado ou que são limites de estados.

<sup>4</sup> Aqueles que nascem e deságuam num mesmo estado, neste caso, no Espírito Santo.

Norma	Tipos de usos outorgados
Instrução Normativa nº 019 de 4 de outubro de 2005	Estabelece critérios técnicos referentes à Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, captação de águas superficiais em rios, córregos, lagoas, etc. e barramentos em cursos de água;
Instrução Normativa nº 007 de 21 de junho de 2006	Estabelece critérios técnicos referentes à outorga para diluição de efluentes em corpos de água;
Instrução Normativa nº 008 de 10 de julho de 2007	Estabelece procedimentos administrativos e critérios técnicos referentes à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para aproveitamentos hidrelétricos.

**Quadro 2.** Principais normas e critérios para outorga de recursos hídricos no Espírito Santo.

Fonte: Agerh (2016).

apesar de não se sujeitarem à outorga, devem ser obrigatoriamente cadastrados na Agerh, ficando passíveis de fiscalização. Destacam-se: as derivações e captações, por usuário em um mesmo corpo de água, com vazão igual ou inferior a 1,5 L/s (máximo de 43.200 L/dia) e as acumulações superficiais por usuário em um mesmo curso de água, com volume máximo de 10.000 m<sup>3</sup>.

No Espírito Santo, ainda não há critérios e regulamentos para a outorga de águas subterrâneas e para interferência que não alterem o regime de vazões dos corpos de água.

Os processos de outorga para cursos d’água de domínio estadual devem ser formalizados na Agerh, pelo requerente ou representante legal, mediante requerimento e formulários próprios e outros documentos necessários.

### Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

A cobrança pelo uso da água visa a reconhecer esse recurso como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, além de incentivar a racionalização do seu uso.

O instrumento permite a obtenção de recursos

financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos Planos de Recursos Hídricos, isto é, o recurso retorna em investimento no âmbito das bacias hidrográficas (BRASIL, 1997). Além disso, a cobrança permite a criação e manutenção das Agências de Bacias, órgãos executivos dos Comitês de Bacias Hidrográficas, que dão condições plenas para a implementação da Política de Recursos Hídricos e de seus instrumentos.

Estão passíveis de cobrança todos os usos sujeitos à outorga (não necessariamente apenas os usuários já outorgados). A definição dos valores e critérios é um dos grandes desafios na implantação do instrumento, os quais devem ser propostos pelos Comitês de Bacias Hidrográficas e aprovados pelos Conselhos de Recursos Hídricos.

Cabe ressaltar que, em bacias hidrográficas onde já se cobra pelo uso da água, os valores são muito pequenos se considerados isoladamente (por usuário). Entretanto, os recursos formam um montante considerável, os quais são convertidos em benefícios diretos para a própria bacia.

Atualmente, no Estado do Espírito Santo, apenas o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH Doce) efetua a cobrança pelo uso dos recursos hídricos da calha principal do rio. As discussões em torno desse instrumento em rios estaduais estão avançando no âmbito dos Comitês de Bacia. A previsão é de que, a partir de 2017, os Comitês das Bacias dos Rios Guandu, Jucu e Benevente, passem a cobrar pelo uso das águas dessas bacias.

### SISTEMAS NACIONAL E ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Os Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tanto o nacional quanto o estadual, são formados por um conjunto de instituições governamentais e não governamentais e possuem como objetivos primordiais: coordenar a gestão da água, arbitrar conflitos, implementar as políticas nacional e estadual, planejar e regular o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos

(BRASIL, 1997; ESPÍRITO SANTO, 2014).

Na **esfera nacional**, os entes que compõem o Sistema são (BRASIL, 1997):

- o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), órgão máximo da hierarquia do Sistema, que possui caráter normativo e deliberativo;
- a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambientes Urbanos, responsável por formular a política e subsidiar a formulação do orçamento da União; e
- a Agência Nacional de Águas (Ana), criada pela Lei Federal nº 9.984/2000, que tem a função de implementar a política articulando-se com órgãos e entidades públicas e privadas.

Já no **âmbito estadual**, uma estrutura semelhante é formada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Cerh), pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama) e pelo órgão gestor e executivo, a Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh).

A Agerh foi criada em 2013, pela Lei Estadual nº 10.143/2013, desmembrada do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema). Conforme art. 2º dessa lei, o órgão tem por finalidade executar a Política Estadual de Recursos Hídricos, regular o uso dos recursos hídricos estaduais, promover a implementação, gestão das obras de infraestrutura hídrica de usos múltiplos e realizar o monitoramento hidrológico no Estado do Espírito Santo.

Por fim, no âmbito **regional/local**, o principal ente é o Comitê de Bacias Hidrográficas, formado por representantes dos poderes públicos, da sociedade civil e dos usuários de água. Ele é a instância decisória no âmbito da bacia, possuindo competência para arbitrar conflitos, aprovar o plano de bacia e acompanhar sua execução, e estabelecer mecanismos de cobrança. Como órgão executivo, nesse âmbito, tem-se a Agência de Bacia, responsável por manter informações da bacia atualizadas, operacionalizar a cobrança, elaborar o plano de bacia, entre outras responsabilidades (BRASIL, 1997).

Os Sistemas e seus órgãos são marcados, no conjunto, pela integração, descentralização e

participação pública. Os Conselhos Nacional e Estadual, bem como os Comitês são constituídos por três porções, a saber: poder público, sociedade civil e usuários de água (ANA, 2002). Estes órgãos e organizações, ditos colegiados, permitem que as decisões sejam tomadas em grupo, com o aproveitamento de experiências diferenciadas, legitimando e facilitando a gestão das águas.

Ressalta-se que o potencial de participação do setor agropecuário é grande e evidente, sobretudo nos órgãos colegiados dos Sistemas. Os órgãos públicos, em geral, são representados por institutos de pesquisa, assistência e extensão rural, secretarias de agricultura/pecuária, entre outros. Quanto aos usuários e entidades da sociedade civil, é comum a participação de proprietários, presidentes/gestores de fazendas, associações, sindicatos, cooperativas rurais, membros de distritos de irrigação, etc.

### Comitês de Bacias Hidrográficas

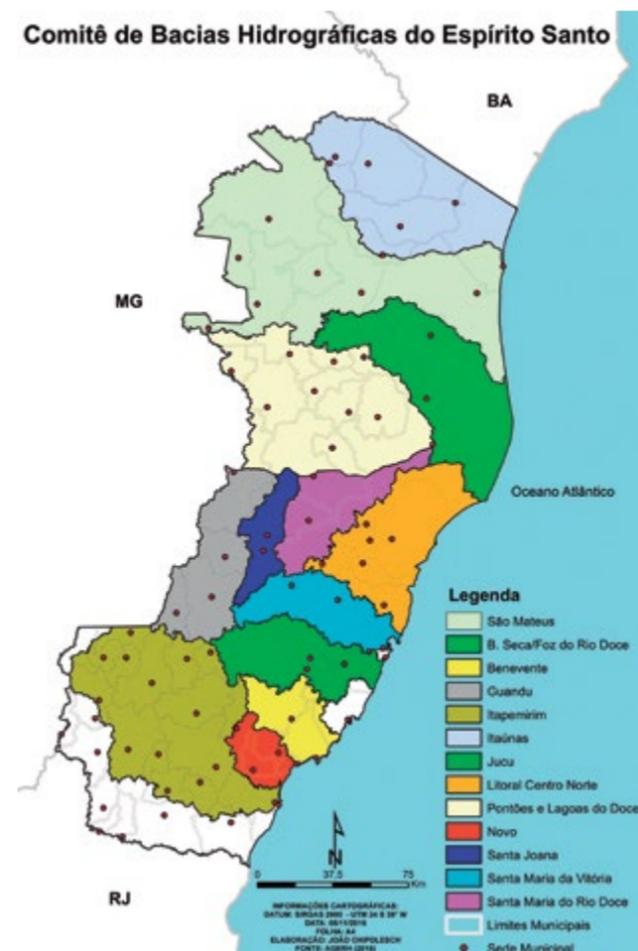
Conforme definido nas Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) são entes colegiados componentes do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com formação tripartite e representações do poder público, dos usuários de água e das entidades civis com atuação em recursos hídricos.

Nesse ambiente, os representantes tomam decisões para a gestão hídrica a partir da discussão dos interesses econômicos, sociais, ambientais e políticos de suas representações no que se refere ao uso da água.

Com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito de sua área de atuação, cabe aos Comitês: promover o debate e articulação quanto aos assuntos relacionados aos recursos hídricos com os atores interessados; arbitrar conflitos pelo uso da água em primeira instância; propor usos insignificantes à outorga; e estabelecer os mecanismos e sugerir os valores de cobrança.

Existem, atualmente, no Espírito Santo, treze Comitês de Bacias Hidrográficas estaduais

implantados, conforme mostrado na Figura 1, além de um comitê federal, o CBH do Rio Doce, que abrange também o Estado de Minas Gerais. Em março de 2015, foram instituídos o CBH Barra Seca e Foz do Rio Doce e o CBH Pontões e Lagoas do Rio Doce, sendo este último resultado da ampliação do antigo CBH do Rio São José. Em junho de 2016, foi instituído



**Figura 1.** Mapa dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Espírito Santo.

Fonte: Agerh (2016).

o mais recente dos comitês, o CBH Rio Santa Joana.

Considerando que, no território capixaba, há alguns espaços que não possuem atuação de Comitês de Bacias Hidrográficas, os chamados vazios institucionais, vem sendo discutida a criação de um Comitê da parte capixaba da bacia do Rio Itabapoana (sul capixaba).

### EVOLUÇÃO RECENTE DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESPÍRITO SANTO

Desde o final de 2014, a região Sudeste e o Estado do Espírito Santo têm experimentado uma condição hidroclimática extremamente crítica, caracterizada por volumes anormais de precipitação, que impactam diretamente o escoamento e a vazão dos rios e córregos capixabas.

Esse cenário, aliado à carência de infraestrutura hídrica, levou o Espírito Santo a um estado de preocupação em termos de segurança hídrica, particularmente quanto ao abastecimento humano, priorizado pelas políticas de recursos hídricos. Nesse sentido, em janeiro de 2015, a Agerh publicou uma resolução colocando o Espírito Santo em estado de alerta.

A **Resolução nº 002/2015** (AGERH, 2015a) dispõe sobre a declaração do Cenário de Alerta em rios de domínio estadual e apresenta um conjunto de medidas visando a diminuir os efeitos da crise hídrica instalada. As medidas, apesar de unilaterais, foram alternativas possíveis e necessárias no momento para garantir a prioridade de abastecimento humano, e tiveram impactos nos mais diversos setores da sociedade. Entre outras coisas, a resolução suspendeu a emissão de novas outorgas e recomendou a racionalização por parte dos diversos usuários.

Com uma leve melhoria da situação de escassez observada, em maio de 2015, a Agerh revoga a resolução anterior e publica a **Resolução nº 003/2015** (AGERH, 2015b). A diferença, na prática dessa para a primeira resolução, refere-se à permissão de novas solicitações de outorga evitando descumprimentos legais quanto ao uso da água. As recomendações para racionalização são mantidas.

Com o prolongamento da estiagem, em outubro de 2015, em diálogo e parceria com diversos órgãos, incluindo a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), duas outras resoluções foram publicadas. Elas reiteraram o princípio da Política de Recursos Hídricos que trata da priorização do consumo humano e animal em casos

de escassez, estabelecendo uma série de restrições aos demais usos da água incluindo a irrigação.

A **Resolução nº 005/2015** (AGERH, 2015c) retoma o Cenário de Alerta e estabelece regras de restrição de captação e uso de águas superficiais e subterrâneas, suspendendo por 15 dias, em todo o território capixaba, no período diurno (5h as 18h), “[...] as captações em cursos de água superficiais destinadas a todo e qualquer uso, exceto para o abastecimento humano; e as captações em poços escavados localizados a menos de 300m de um corpo hídrico”.

Já a **Resolução nº 006/2015** (AGERH, 2015d) dispõe sobre uso prioritário para dessedentação humana e animal no contexto do Cenário de Alerta vigente. Tendo por base informações repassadas pelas concessionárias de abastecimento público, relativas aos sistemas de captação, a Agerh suspende por 15 dias os usos considerados não prioritários (isto é, todos, exceto consumo humano e a dessedentação de animais), localizados à montante dos sistemas de abastecimento público, classificados como de situação extremamente crítica (Anexo Único da Resolução).

Como qualquer decisão unilateral, essas primeiras resoluções causaram certo descontentamento em diversos setores usuários de recursos hídricos. De fato, a suspensão da utilização de água tende a trazer prejuízos econômicos de grande monta, sobretudo, na agropecuária, por exemplo, em algumas culturas consideradas pouco tolerantes à seca.

Como resultado dessa interação (críticas, sugestões e discussões) entre os representantes de usuários, poder público, sociedade civil e Comitês, a Agerh lança mão de mais duas resoluções, complementando as anteriores e iniciando um processo de gestão de águas sem precedentes no Estado e no País.

As Resoluções nos **007/2015 e 008/2015** (AGERH, 2015e, 2015f) incluem novas regiões na relação de locais com situação extremamente crítica em relação ao abastecimento de água e estabelecem **novas regras para a inclusão e exclusão da condição de extrema criticidade**, dando alternativa às resoluções anteriores a municípios e indústrias.

A **Resolução nº 007/2015** estabelece que a possibilidade de exclusão de uma determinada região do Anexo Único da resolução 006/2015 ocorre caso as bacias ou porções hidrográficas, obrigatoriamente, no âmbito do respectivo Comitê de Bacias e por ele coordenado, assinem um **Acordo de Cooperação Comunitária** (ACC). Entende-se por esse acordo o conjunto de ações e normas de comportamento quanto aos usos da água numa dada bacia hidrográfica, decidido coletivamente envolvendo todos os interessados, visando a garantir as condições prioritárias de abastecimento humano (AGERH, 2015e).

Por sua vez, a **Resolução nº 008/2015** dispõe sobre os requisitos para a exclusão do uso industrial da água abrangido pelas primeiras resoluções, possibilitando que o setor estabeleça, também, acordos de cooperação no âmbito dos Comitês de Bacias, definindo condições de garantia ao abastecimento humano (AGERH, 2015f).

Novas resoluções foram publicadas pela Agerh no sentido de incluir locais classificados como extremamente críticos ou excluí-los mediante aprovação/homologação de ACCs, ou ainda prorrogar prazos de vigência do Cenário de Alerta. Estas são apresentadas no Quadro 3. O Quadro 4 seguinte apresenta as localidades em situação extremamente crítica, com restrições estabelecidas para o uso da água, atualizado em 7 de novembro de 2016. Novas resoluções poderão ser publicadas, conforme necessidade.

(continua)

Resolução	Assunto
Resolução nº 009/2015, de 15 de outubro de 2015	Exclui os Municípios de Pinheiros (Rio Itauninhas) e Conceição da Barra (Rio Preto do Norte) do quadro de locais extremamente críticos, mediante elaboração e aprovação pela Agerh do Acordo de Cooperação Comunitária.
Resolução nº 010/2015, de 19 de outubro de 2015	Prorroga por mais 30 dias a vigência das Resoluções Agerh nº 005/2015 e 006/2015 e dá outras providências.

(continuação)

Resolução nº 011/2015, de 4 de novembro de 2015	Exclui o Município de Santa Maria de Jetibá e bacia das normas previstas nas resoluções nº 005 e 006/2015, conforme ACC estabelecido no âmbito do Comitê do Rio Santa Maria da Vitória.
Resolução nº 013/2015, de 9 de novembro de 2015	Inclui como extremamente críticas as áreas de drenagem à montante dos pontos de captação para abastecimento humano nos Municípios de Aracruz e Governador Lindenberg.
Resolução nº 015/2015, de 16 de novembro de 2015	Inclui como áreas extremamente críticas a bacia hidrográfica do Rio São João Grande (município de Colatina) e a bacia hidrográfica do Rio Pancas (município de Pancas, parte do município de Colatina e parte do município de Marilândia – ES), a montante dos pontos de confluência com o Rio Doce.
Resolução nº 016/2015, de 17 de novembro de 2015	Prorroga por mais 30 dias a vigência das Resoluções nº 005/2015 e 006/2015 e dá outras providências.
Resolução nº 018/2015, de 7 de dezembro de 2015	Exclui a bacia do Rio São João Grande das restrições constantes das Resoluções nº 005/2015, 006/2015 e 015/2015 mediante acordo firmado no âmbito da bacia hidrográfica do Rio São João Grande.
Resolução nº 019/2015, de 10 de dezembro de 2015	Dispõe sobre a homologação do ACC da bacia do Rio São José.
Resolução nº 020/2015, de 18 de dezembro de 2015	Mantém o Cenário de Alerta e prorroga por mais 30 dias a vigência das resoluções nº 005 e 006/2015.
Resolução nº 021/2016, de 8 de janeiro de 2016	Dispõe sobre a homologação dos ACCs nas Bacias dos Rios Itapemirim, Jucu e Santa Maria da Vitória.
Resolução nº 022/2016, de 19 de janeiro de 2016	Prorroga por mais 30 dias a vigência das Resoluções Agerh 005/2015 e 006/2015 e dá outras providências.
Resolução nº 023/2016, de 19 de janeiro de 2016	Dispõe sobre a exclusão da bacia hidrográfica do Rio Pancas do quadro de locais de situação extremamente crítica, alterando o quadro que compõe o anexo único da Resolução Agerh Nº 006/2015.
Resolução nº 024/2016, de 17 de fevereiro de 2016	Prorroga por mais 20 dias a vigência das Resoluções Agerh 005/2015 e 006/2015 e dá outras providências.

(continuação)

Resolução nº 025/2016, de 18 de fevereiro de 2016	Dispõe sobre a exclusão do Município de Governador Lindenberg do quadro constante no anexo único da Resolução Agerh 006/2015.
Resolução nº 026/2016, de 24 de fevereiro de 2016	Dispõe sobre a inclusão do Município de Sooretama no quadro constante no anexo único da Resolução Agerh 006/2015.
Resolução nº 027/2016, de 7 de março de 2016	Dispõe sobre a homologação do ACC dos Córregos Socorro e São Sebastião, rios estaduais, situados na bacia do Rio São Mateus.
Resolução nº 028/2016, de 8 de março de 2016	Prorroga por mais 90 dias a vigência das Resoluções Agerh 005/2015 e 006/2015 e dá outras providências.
Resolução nº 031/2016, de 6 de maio de 2016	Inclui os Municípios de Governador Lindenberg e Pancas na lista de municípios em situação extremamente críticos e homologa ACCs na bacia do Rio Itapemirim e do Rio Barra Seca e Foz do Rio Doce.
Resolução nº 032/2016, de 9 de maio de 2016	Inclui o Município de Rio Bananal na lista de municípios em situação extremamente crítica.
Resolução nº 033/2016, de 13 de maio de 2016	Inclui o Município de Ibirajú na lista de municípios em situação extremamente críticos, homologa o ACC da bacia do Rio Santa Maria do Doce e suspende, em alguns trechos, o ACC já homologado nas sub-bacias do Rio Preto e Itauninhas.
Resolução nº 034/2016, de 1 de junho de 2016	Inclui diversos municípios no quadro do anexo único da Resolução Agerh 006/15; homologa novos ACCs e suspende o ACC dos Municípios de Águia Branca e São Gabriel da Palha.
Resolução nº 035/2016, de 3 de junho de 2016	Dispõe sobre a prorrogação da vigência das Resoluções Agerh 005/15 e 006/15; realiza retificação de dados na Resolução 006/15 e dá outras providências.
Resolução nº 036/2016, de 10 de junho de 2016	Inclui município no quadro anexo da Resolução 006/15; homologa ACC na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim.
Resolução nº 037/2016, de 1 de agosto de 2016	Edita, atualiza, prorroga a Resolução Agerh 005/15.
Resolução nº 038/2016, de 1 de agosto de 2016	Dispõe sobre uso prioritário para dessedentação humana e animal no contexto do Cenário de Alerta; edita, atualiza, prorroga a Resolução Agerh 006/15.

(conclusão)

Resolução nº 040/2016, de 23 de agosto de 2016	Homologa e revoga ACCs; atualiza a lista de municípios em situação extremamente crítica.
Resolução nº 041/2016, de 26 de agosto de 2016	Dispõe sobre homologação, reestabelecimento e suspensão de ACCs; Atualiza a lista de municípios em situação extremamente crítica.
Resolução nº 042/2016, de 6 de setembro de 2016	Insera município em situação extremamente crítica e suspende ACCs.
Resolução nº 043/2016, de 23 de setembro de 2016	Insera municípios, parte de municípios ou localidades em situação extremamente crítica e suspende de ACCs.
Resolução nº 044/2016, de 4 de outubro de 2016	Insera municípios, parte de municípios ou localidades em situação extremamente crítica; homologa os ACCs do CBH Rio Novo, do CBH Litoral Centro Norte e do CBH Rio Jucu.
Resolução nº 045/2016, de 25 de outubro de 2016	Homologa ACCs do CBH Rio São Mateus e CBH Rio Santa Maria da Vitória.

**Quadro 3.** Resoluções publicadas pela Agerh, em decorrência da estiagem prolongada no Espírito Santo, até 7 de novembro de 2016.

Fonte: Agerh (2016).

(continua)

Ponto	Município	Sistema	Manancial	Coordenada (S)	Coordenada (E)
1	Águia Branca	Sede	Rio São José	7900008	316226
2	Apiacá	Itabapoana	Córrego Trindade	7658294	234730
3	Apiacá	Itabapoana	Córrego Olaria	7658292	234766
4	Aracruz	Guaraná	Ribeirão do Cruzeiro	7813895	367827
5	Aracruz	Santa Cruz	Rio Grumaté	7790403	378641
6	Aracruz	Santa Rosa	Córrego Jundiaguara	7796448	366188
7	Barra de São Francisco	Paulista	Córrego Baiano/Córrego Nicolini	7936093	310342
8	Barra de São Francisco	Barra de São Francisco	Rio Itaúnas	7924584	301112
9	Cariacica	Jucu	Rio Jucu	7743494	358234
10	Cariacica	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	7767872	355214
11	Conceição da Barra (Braço do Rio)	Itaúnas	Córrego do Macaco	7961928	400915
12	Conceição da Barra (Braço do Rio)	Itaúnas	Rio Preto do Norte	7963395	400608
13	Domingos Martins	Jucu	Rio Jucu	7743494	358234
14	Ecoporanga	Imburana	Córrego Facão	7978173	319259
15	Fundão	Reis Magos	Ribeirão Braço do Norte	7786433	351660
16	Fundão (Timbuí)	Reis Magos	Ribeirão Braço do Norte	7786433	351660
17	Linhares	Bebedouro	Lagoinha de Bebedouro	7846300	383254
18	Mantenópolis	Mantenópolis	Ribeirão Mantenhina	7914109	278495
19	Mantenópolis	Santa Luzia de Mantenópolis	Córrego Santa Luzia / Córrego da Onça	7910605	288491
20	Marechal Floriano	Jucu	Rio Jucu	7743494	358234
21	Marilândia	Sede	Rio São Pedro	7853078	338101
22	Marilândia	Sede	Rio Liberdade	7853208	338155
23	Pancas	Sede	Rio Panquinhas	7874080	304435
24	Pancas	Vila Verde	Rio São José	7901399	302370
25	Pedro Canário	Itaúnas	Rio Itaúnas	7976920	397517
26	Rio Bananal	Sede	Rio Iiritimirim	7869317	359559
27	Santa Leopoldina	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	7767872	355214
28	Santa Maria de Jetibá	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	7767872	355214
29	São Gabriel da Palha	Sede	Rio São José	7893506	337851
30	São Mateus	São Mateus	Rio São Mateus	7930313	409324
31	Serra	Cidade Nova da Serra	Córrego Chapada Grande	7783538	355142
32	Serra	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	7767872	355214
33	Sooretama	Sede	Córrego Chumbado	7883636	387202
34	Viana	Jucu	Rio Jucu	7743494	358234

(conclusão)

35	Vila Pavão	Córrego do Socorro	Córrego do Socorro	7934465	322679
36	Vila Valério	Sede	Rio São José	7890083	352615
37	Vila Valério	Sede	Córrego Valério	7899319	354257
38	Vila Velha	Jucu	Rio Jucu	7743494	358234

**Quadro 4.** Pontos classificados como extremamente críticos, atualizados em 7 de novembro de 2016.

**Fonte:** Agerh (2016).

Os acordos firmados especificam regras de convívio entre os interessados, visando ao enfrentamento da crise hídrica instalada. De um modo geral, procuram estabelecer níveis indicadores de vazões (que podem ser numéricos) ou marcos visuais, a partir do qual iniciam-se regimes mais restritivos, visando a preservar sempre e prioritariamente o abastecimento humano. São identificadas lideranças locais para o monitoramento e fiscalização do cumprimento do acordo. Caso haja denúncia reiterada e justificada de não cumprimento, revoga-se o acordo e passam a valer, novamente, as normas mais restritivas da Agerh.

Não entrando, no mérito da eficácia dessas resoluções na redução do consumo de água e no aumento da disponibilidade hídrica, é inegável a contribuição de todo esse processo, sobretudo, da construção dos acordos de cooperação comunitária para a gestão formal de recursos hídricos. É fato também o estímulo dado ao funcionamento do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos tendo como atores integrantes os Comitês de Bacias Hidrográficas, fundamentais na articulação, no âmbito da bacia, de entidades civis, públicas e privadas com interesses nos usos da água.

O envolvimento e participação de atores locais na gestão de recursos hídricos e a adição do conhecimento/realidade local às discussões tendem a contribuir para a melhoria dos processos de tomada de decisão (estratégia de co/autogestão das bacias). A aproximação entre os diversos saberes possibilita a adoção de alternativas mais adequadas e contextualizadas ao problema enfrentado.

Em suma, a construção dos ACCs, por si só, é uma expressão clara quanto ao avanço da prática da gestão

de recursos hídricos no Espírito Santo, conforme preconizam a Lei Federal nº 9.433/1997 e a Estadual nº 10.179/2014. Considerando a situação de escassez, as resoluções e os acordos buscam priorizar o uso da água para consumo humano, notadamente, nos locais classificados com extremamente críticos. Além disso, os acordos trazem embutidos os princípios de participação na gestão e descentralização da tomada de decisão, uma vez que o Estado permite que o poder local e suas representações, no âmbito do Comitê de Bacias Hidrográficas, negociem a utilização dos recursos hídricos.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, foram apresentados e discutidos aspectos legais referentes à gestão de recursos hídricos, com destaque para a Lei Federal nº 9.433/1997 e Lei Estadual nº 10.179/2014. Foram abordados os princípios que fundamentam as políticas e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com destaque para a gestão descentralizada e participativa no âmbito das bacias hidrográficas. A Política Nacional, de fato, representou um marco na gestão de recursos hídricos no Brasil, trazendo ideias e princípios inovadores, colocando o País na vanguarda em termos de legislação no assunto.

Decorridos quase 20 anos da promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos, poucos estados do Brasil possuem um nível de implementação como o do Espírito Santo. Basta destacar o percentual de área do Estado considerada como vazia institucional: menos de 10% do território capixaba ainda não estão dentro de área legalmente constituída para a gestão

descentralizada de recursos hídricos, sob a regência de Comitês de Bacias Hidrográficas.

Os instrumentos e fundamentos das políticas de recursos hídricos estão cada vez mais se tornando realidade. A recente evolução na gestão de recursos hídricos marcada pelos ACCs, abordada neste artigo, denota a capacidade do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos em inovar e solucionar os conflitos de forma descentralizada e participativa, configurando-se uma expressão clara da gestão preconizada na legislação.

A construção dos ACCs, obrigatoriamente no âmbito dos Comitês, possibilita a adoção de melhores alternativas na solução dos problemas enfrentados e permite a participação de diversos interessados no uso e gestão das águas, os quais se comprometem a cumprir as decisões tomadas.

Esse contexto, aliado ao protagonismo dos Comitês e à forte integração do sistema e da Política de Recursos Hídricos com as políticas agropecuárias, observado atualmente no Espírito Santo, coloca o Estado em um patamar de destaque em termos de gestão de recursos hídricos, em nível nacional e internacional. Essa experiência deve se estender para além das crises hídricas.

Assim, a participação do setor agropecuário, que já é evidente nos órgãos colegiados do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tem a oportunidade de (e deve) ser cada vez mais marcante. Por ser um importante usuário, com atividades produtivas extremamente dependentes de água em qualidade e quantidade, precisa, também, ser um grande interessado e agir de forma cada vez mais proativa.

É um cenário bastante promissor, que vai em direção à integração de ações, desde a escala de gestão formal de recursos hídricos até a escala de microbacias, demandando inovações em suporte à viabilização de práticas de co/autogestão comunitária, com conseqüente valorização do extensionismo rural.

## AGRADECIMENTOS

Ao corpo técnico da Agerh, em particular, ao ex-diretor Robson Monteiro, pelo apoio na redação, revisão técnica do texto e pela disponibilização de informações.

Ao Presidente do Fórum Capixaba de Comitês de Bacias Hidrográficas, Sr. Elio de Castro, pelas informações prestadas e apoio na elaboração do texto.

## REFERÊNCIAS

AGERH. Agência Estadual de Recursos Hídricos (Espírito Santo). Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 002/2015, de 27 de janeiro de 2015.** 2015a. Dispõe sobre a declaração do Cenário de Alerta frente à ameaça de prolongamento da Escassez Hídrica em rios de domínio do estado do Espírito Santo. 2015a. Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/resolucoes>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 003/2015, 04 de maio de 2015.** Dispõe sobre a Revogação do Cenário de Alerta e instituição do Cenário de Atenção para o ano de 2015. 2015b. Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/resolucoes>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 005/2015, de 02 de outubro de 2015.** Dispõe sobre a declaração do Cenário de Alerta frente ao prolongamento da Escassez Hídrica em rios de domínio do estado do Espírito Santo e dá outras providências. 2015c. Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/resolucoes>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 006/2015, de 02 de outubro de 2015.** Dispõe sobre uso prioritário para dessedentação humana e animal no contexto do Cenário de Alerta vigente em todas as bacias hidrográficas de domínio estadual. 2015d. Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/resolucoes>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 007/2015, de 14 de outubro de 2015.** Dispõe sobre os requisitos para a inclusão e para permanência ou não, dos municípios e das bacias que integram o Anexo Único da Resolução Agerh nº 006/2015, que prioriza a dessedentação humana no contexto do Cenário de Alerta vigente em todas as bacias hidrográficas de rios de domínio do estado do Espírito Santo. 2015e. Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/resolucoes>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 008/2015, de 14 de outubro de 2015.** Dispõe sobre os requisitos para a exclusão do uso industrial da água abrangido pela Resolução Agerh nº 005/2015 que estabelece o Cenário de Alerta em todas as bacias hidrográficas de rios de domínio do estado do Espírito Santo, enquanto estiver em vigência. 2015f. Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/resolucoes>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas. **A evolução da gestão de recursos hídricos no Brasil.** Brasília: ANA, 2002.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 7 nov. 2016.

CBH. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **PIRH/PARH.** Disponível em: <<http://www.cbhdoce.org.br>>. Acesso em: 8 dez. 2015.

CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Espírito Santo). Resolução CERH nº 005, de 7 de julho de 2005. Estabelece critérios gerais sobre a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos de domínio do estado do Espírito Santo. 2005. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo,** Vitória, 17 jul. 2005. p. 20-22.

\_\_\_\_\_. Resolução CERH nº 017, de 19 de março de 2007. Define os usos insignificantes em corpos de água superficiais de domínio do estado do Espírito Santo. 2007. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo,** Vitória, 21 mar. 2007. p. 43.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). **Resolução CONAMA nº 357,** de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

ESPÍRITO SANTO. Lei nº 10.179, de 17 de março de 2014. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado do Espírito Santo-SIGERH/ES. 2014. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo,** Vitória, 18 mar. 2014. p. 01-10.

GOMES, M. A. F.; PESSOA, M. C. P. Y. **Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microbacias hidrográficas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

GEARH. Grupo de Estudos e Ações em Recursos Hídricos (DEA/CT/UFES). **Enquadramento de corpos d'água como instrumento de planejamento para o desenvolvimento sustentável regional.** Relatório Final – MCT/FINEP/CT-HIDRO-GRH-01/2004. 2008.

IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Espírito Santo). Instrução Normativa nº 019 de 04 de outubro de 2005. Estabelece procedimentos administrativos e critérios técnicos referentes à outorga de direito de uso de recursos hídricos em corpos de água do domínio do estado do Espírito Santo. 2005. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo,** Vitória, 6 out. 2005. p. 12-13.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de Bacias Hidrográficas:** Aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: IBAMA, 1995.

MACHADO, C. J. S. **Gestão de águas doces.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

NASCIMENTO, D. T. do (Org.). **PNC Rural:** caderno de regularização ambiental rural. Brasília: MMA, 2011.

SETTI, A. A. et al. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos.** 2. ed. Brasília: ANEEL, 2000.

TEIXEIRA, E. C. (Org.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sócio-econômico:** experiências nacionais e capixabas. Vitória: Enfoque Comunicação e Marketing, 2003.

## ENTREVISTA

### Crise hídrica e alternativas para a convivência com a seca

João Luiz Lani é capixaba natural de Santa Teresa, engenheiro agrônomo, professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), com doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV e *University of Florida* (1997). É pós-doutor pela *Wageningen University* (2011), coordena o Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra (Neput-UFV). Atua em planejamento rural, mapeamento e classificação de solos, recuperação de áreas degradadas, educação ambiental e manejo de bacias hidrográficas.



**João Luiz Lani**  
Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV)

#### 1. O senhor poderia apresentar um panorama sobre a utilização da água na agricultura brasileira e, em especial, na Região Sudeste?

A utilização da água na agricultura tem sido intensa praticamente em todas as regiões do Brasil, em razão da melhoria da eficiência dos sistemas de irrigação e da implantação da eletrificação rural. Rapidamente, os agricultores perceberam as vantagens da irrigação na produção de alimentos, mas, ao mesmo tempo, não houve, em muitas situações, a busca do seu uso eficiente. Com o recurso até então abundante, o procedimento era captar e fazer o “molhamento” sem se preocupar com a eficiência do seu uso.

Por outro lado, é creditado à agricultura um ônus de ser a vilã no uso excessivo de água. Estima-se que essa

atividade consuma cerca de 70% da água potável no mundo, algo discutível e genérico. Esquece-se de que a água é utilizada para a produção de alimentos. Precisamos estar atentos para não lançarmos a culpa no meio rural, quando o meio urbano é diretamente beneficiado e um dos grandes causadores de poluição das águas. Se prevalecer essa mentalidade, após a crise hídrica, pode haver a crise de alimentos. Esse confronto entre rural e urbano no que se refere ao consumo de água precisa ser evitado, e é necessário buscar soluções sábias em conjunto.

Em algumas regiões, em especial, esse conflito é mais agravante, como na Região Sudeste, em razão da concentração de grande parte da população brasileira, que impermeabiliza os solos com as suas construções; e das indústrias, que utilizam grandes volumes de água.

#### 2. Quais as causas da crise hídrica que vêm assolando diversos locais do país, com destaque para o Espírito Santo?

Com certeza, há uma conjunção de fatores. Falta de chuvas periódicas são registradas por Saint Hilaire no início do século XIX, quando havia uma cobertura do solo com matas ainda expressiva. Os dados climáticos do próprio Incaper demonstram que nos últimos anos a precipitação pluviométrica reduziu significativamente em todo o Estado. Por outro lado, a forma com que temos utilizado os recursos hídricos é desastrosa. O modelo capitalista, que vem sendo adotado desde o processo de colonização do Brasil, é do extrativismo, pelo qual a natureza tem que ser “dominada”, extraindo-se dela riquezas sem fim. É algo perverso, inaceitável, pois não é possível um projeto infinito onde os recursos naturais são finitos. Teremos que, a duras penas, mudar costumes, mentalidades e formas de agir. Seremos felizes se percebermos isso a tempo de haver mudanças que possam ser eficazes.

Vivemos em um momento de busca das soluções do dia a dia, mas necessitamos urgentemente de visionários que possam enxergar novos modos de uso da terra de forma sustentável.

#### 3. Como o senhor avalia a utilização da irrigação na produção agrícola?

O uso da irrigação é milenar. É um dos meios de aumentar, em muito, a produtividade e reduzir as áreas de plantio, com ganhos ambientais. A questão é a falta de utilização das técnicas adequadas de irrigação que, infelizmente, nem todos adotam. O manejo racional da irrigação consiste na aplicação da quantidade necessária de água às plantas no momento correto. Por não adotar um método de controle, usualmente irriga-se em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico, o que comprometeria a produtividade. Esse excesso tem como consequência o desperdício de energia e de água, usados em bombeamentos desnecessários.

#### 4. Como deve ser o modelo de utilização dos recursos naturais na agricultura que conjugue as expectativas econômicas dos agricultores e a necessidade da sustentabilidade ambiental?

O ponto crucial é a falta de conhecimento, o que nos leva a atitudes sem planejamento adequado. Como dito, a mentalidade extrativista ainda impera. Temos que planejar os espaços geográficos e o uso dos recursos naturais de forma local. E isso é bem verdade no Espírito Santo em razão das suas características com alta diversidade ambiental.

Não há e nunca houve uma dicotomia entre preservação ambiental e desenvolvimento econômico. A nossa ignorância e a falta de percepção ambiental e de uma “leitura da natureza” nos levam a conceitos completamente errôneos. Posso citar alguns exemplos, pois levamos quase 500 anos para descobrirmos que é possível criar peixes em tanques. Ainda cortamos árvores para utilizar como estacas e temos leis ambientais que trazem mais males do que benefícios, se forem aplicadas em sua essência. Além disso, há um confronto de interesses, egos e um “meio ambiente” mais “papelesco”, teórico do que com ações efetivas. Precisamos ter a natureza como “mestra” e, inclusive, até mudar conceitos de ensino/aprendizagem.

#### 5. Como a agricultura pode enfrentar melhor as dificuldades relativas à crise hídrica? Quais seriam as ações a serem adotadas a curto, médio e longo prazo?

O que precisamos é de seguir alguns princípios. Armazenar a água é um deles, em todas as suas maneiras, sendo o armazenamento no solo uma das formas mais eficientes. O solo é um dos maiores reservatórios de água, porém adotamos um procedimento inverso. Todo o sistema de construção de casas e estradas, por exemplo, consiste em drenar as águas das chuvas para os córregos e rios o mais rapidamente possível. Diante da crise hídrica, temos que inverter essas atitudes.

Pode até parecer um contrassenso, mas precisamos aprender a lidar com as chuvas para enfrentar os períodos de seca. É necessário mudar a maneira de agir ao escoar as águas das chuvas no período de abundância

para os córregos e rios. Essas ações contribuem para aumentar as enchentes, que também causam grandes prejuízos. Temos que usar práticas de conservação de solo e água de maneira a armazená-la no solo e em represas. Há práticas simples perfeitamente factíveis que aumentam a vazão dos rios e a sua constância ao longo do ano.

Outro ponto importante a ser discutido pela sociedade, pouco avaliado, é o uso do solo com a pecuária, em determinados lugares. É uma atividade com um alto custo ambiental para um retorno econômico insignificante em certos locais. Investir em novas modalidades de uso da terra é o caminho. Para que isso

aconteça, é preciso também mudar algumas das nossas leis ambientais, adaptando-as à realidade capixaba.

#### **6. Quais as tecnologias recomendadas para adequação de propriedades para captação de água das chuvas, recarga dos lençóis freáticos e revitalização dos mananciais e riachos?**

É preciso primeiramente “entender” a natureza. A falta de conhecimento prático tem nos levado a decisões errôneas. Muitas vezes, criamos cenários que não condizem com a realidade ou mesmo práticas gerais de conservação de solo e da água que não são aplicadas em todas as situações com a mesma eficiência. É preciso

termos em mente alguns princípios, tais como a sub-bacia hidrográfica como unidade de planejamento e a classe de solo como a melhor estratificadora de ambientes; considerar a sua aptidão agrícola, que há locais que não podem e nem devem ser cultivados; e evitar o sobreuso do ambiente, o que leva à sua degradação. Inclusive, há muitas áreas no Estado em franco processo de desertificação.

Diversas atitudes podem e devem ser tomadas, mas são práticas que precisam ser estudadas e aplicadas localmente tendo o princípio de que a água deve ser armazenada no solo ou em pequenas represas. Isso varia muito, pois depende do tipo e cobertura do solo, inclinação da encosta, tipo de cultura, presença de rochas etc. Por exemplo, pequenos terraços em nível (valetas) que facilitam a infiltração da água das chuvas por meio da quebra do selamento pelo pisoteio do gado ou sua compactação por outras ações têm trazido ótimos resultados no aumento e na constância da vazão das nascentes e córregos.

Além disso, é preciso ter cuidado com alguns falsos paradigmas, como, por exemplo, de que o reflorestamento em todas as situações “produz água”. Nem sempre isso é verdade. No entanto, todas as práticas que facilitam a infiltração da água das chuvas no solo devem ser adotadas, pois resultam na melhoria dos recursos hídricos. Além, é claro, do seu uso racional.

#### **7. O senhor conhece experiências exitosas dentro ou fora do país, de locais que tenham superado situações de deficit hídrico na agricultura com a adoção dessas tecnologias citadas?**

Infelizmente, ainda são poucas as experiências exitosas, e as que existem são pontuais no Brasil. Em Viçosa, foram feitas algumas ações com sucesso, promovidas pelo órgão que administra o fornecimento de água na cidade, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (Saae), mas como na maioria dos setores públicos, não houve continuidade nas ações. É uma

questão conceitual. Eles cuidam da água e não dos recursos hídricos. Em alguns lugares, práticas efetivas foram implantadas e melhoraram em muito as pastagens e também o aumento das águas das nascentes. São atualmente áreas de demonstração de boas práticas e rapidamente a natureza responde, pois é pródiga conosco.

No Espírito Santo, em Domingos Martins, no Maanaim, temos auxiliado em práticas efetivas, como recuperação das áreas degradadas, acúmulo de águas em tanques, tratamento de lixo, racionalização da água no uso humano, reúso das águas residuais, as quais retornam ao Rio Jucu em qualidade melhor do que a própria água do rio. São ações que priorizam a sustentabilidade em todos os sentidos e têm trazido ótimos resultados inclusive com um programa de educação ambiental voltado para crianças, que tem lhes proporcionado a conscientização da necessidade da convivência com a natureza.

#### **8. Além da ação da sociedade, é importante a ação do Estado no enfrentamento da crise hídrica. Que políticas públicas podem ser adotadas nesses casos?**

Temos que ser mais objetivos nas ações, levar em conta a especificidade dos ambientes e termos a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. A própria água em quantidade e qualidade é um excelente indicador ambiental. Se não a temos em quantidade e qualidade, é preciso buscar à montante quais são as causas e agir mais efetivamente. Gastamos muito tempo e recursos financeiros nos meios e pouco nos fins. São reuniões e mais reuniões, programas e mais programas e as ações ficam no papel e não são efetivamente aplicadas. O princípio é ordenar e aplicar técnicas já comprovadas no uso racional dos recursos naturais e utilizá-los com inteligência, já que eles são finitos, e incentivar as boas ações com benefícios econômico-financeiros, pois se não houver a efetiva ação da sociedade, os esforços governamentais serão efêmeros.



Propriedade localizada em São Roque do Canaã apresenta diversas tecnologias de conservação de água e solo

**Por Luciana Silvestre Girelli**

Jornalista, M.Sc. Política Social, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural

## Incaper 60 anos: uma história de transformações e resultados para a agropecuária capixaba

Luciana Silvestre Girelli

Jornalista, M.Sc. Política Social, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper.

No ano de 2016, o Incaper comemora 60 anos de existência, considerando como marco a criação da Associação de Crédito e Assistência Rural do Espírito Santo (Acares) em 16 de novembro de 1956. Ao longo desse período, o Estado passou por uma série de transformações no meio rural, as quais contaram com a contribuição do Instituto. O desenvolvimento rural foi potencializado, a agricultura familiar passou a adotar um conjunto de tecnologias para ampliar e melhorar a produção, e diversos produtos agrícolas colocaram o Espírito Santo no cenário internacional do agronegócio.

### PRIMEIROS PASSOS DA EXTENSÃO RURAL

Os primeiros passos da extensão rural capixaba consistiram no conhecimento do meio rural e abertura dos primeiros escritórios locais. O extensionista Osman Magalhães, um dos fundadores da Acares, relembra as primeiras ações dessa instituição. “Fomos praticamente a todos os municípios do Espírito Santo levar a ideia da extensão rural, tentando, sobretudo, adaptá-la à realidade que encontramos. Fizemos um levantamento da realidade e somente depois desse panorama começamos a implantar as ações de extensão rural no Estado”.

De acordo com Osman, os primeiros extensionistas encontraram um estado com grande potencial a ser desenvolvido, pois não tinha nenhum tipo de apoio institucional. “Era um interior de propriedades pequenas, onde não predominavam os latifúndios e onde era necessário o atendimento às famílias”, disse o extensionista.

Quando os primeiros escritórios da Acares começaram a ser implantados no Espírito Santo, a

seleção dos municípios foi realizada de acordo com a disponibilidade de recursos financeiros dessa instituição e com o apoio do município. “O primeiro escritório foi o de Domingos Martins, mais próximo de Vitória, mais fácil para acompanhar e onde houve aceitação por parte da comunidade”, lembrou.

A Acares buscou melhorar a renda no meio rural. Por meio de orientação técnica, introduziu tecnologias e atuou com o crédito rural orientado e supervisionado. “Era necessário um apoio financeiro para iniciar a unidade de produção, pois sem isso não teria como avançar nas ações”, recordou.

Além disso, a Acares iniciou o importante papel da extensão rural e auxiliou as famílias a melhorar hábitos de higiene, saúde e educação, além de aproveitar melhor os alimentos. Também atuou com a organização da Juventude Rural, por meio dos chamados Clubes 4-S (Saber – Sentir – Saúde – Servir).



A Acares foi a primeira instituição de extensão rural pública. Acima, visita do engenheiro agrônomo José Ramalho e da economista doméstica Maria de Lourdes Araújo à propriedade de Maximiliano Milanez, em Marilândia, no ano de 1957

Para Osman, a marca da Acares esteve ligada à perspectiva de desenvolvimento da família no meio rural. “Atuávamos para um desenvolvimento rural que não se limitava à produção agropecuária. Buscávamos um crescimento da agricultura a partir de famílias capacitadas para gerenciar a propriedade. Por isso, o grupo de economistas domésticos era muito bom. Queríamos que o desenvolvimento rural se desse na família, queríamos vê-las progredir”, contou orgulhosamente.

A Acares foi a primeira no Estado a disseminar a extensão rural pública, gratuita e humanista. Sua atuação perdurou até o ano de 1975, quando se transformou em Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-ES). Dois anos antes, em 1973, outra instituição surgiu no cenário do sistema público agrícola: a Empresa Capixaba de Pesquisa, Agropecuária (Emcapa), a partir da necessidade de introdução de tecnologias no meio rural, principalmente após a crise do café.



O desenvolvimento da família rural era um dos focos de atuação da Acares. Na foto, a economista doméstica Glória Cãnfora ensina a fazer conservas com hortaliças, em Colatina, 1958

### DEMANDA POR PESQUISA

Para compreender o contexto do surgimento da Emcapa, é importante abordar a forma de inserção do Espírito Santo no cenário econômico nacional e internacional em meados do século XX. De acordo com a professora Marta Zorzal e Silva do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), doutora em Ciência Política, o Estado não seguiu o mesmo padrão de desenvolvimento dos demais estados do Sudeste. “Por várias razões, o Espírito Santo integrou-se tardiamente à economia nacional, o que ocorreu por meio da cafeicultura, uma das atividades mais longevas do país”, explicou Marta.

Ela disse que durante os anos de 1950, a cafeicultura passou por ciclos de ascenso e descenso no mercado internacional. Na década de 1960, no entanto, ocorreu o auge da crise do café no Brasil, sendo o Espírito Santo um dos estados mais impactados devido à forte integração econômica a essa atividade. Houve a queima de estoques devido ao baixo valor do produto no mercado internacional e destruição de lavouras. O principal produto gerador de renda no Estado foi profundamente atingido e, nesse contexto, a Acares adotou um conjunto de ações para enfrentar os impactos negativos gerados no meio rural.

“Havia terra e mão de obra no campo, mas não tinha tecnologia para suprir a ausência do café. Entre os programas elaborados na época pela Acares, além da introdução de tecnologias para renovar e ampliar a produtividade do parque cafeeiro, previu-se a diversificação da agricultura por meio da inserção, nas áreas liberadas pelo café, de culturas existentes no Estado, mas que possuíam baixíssima produtividade, como a mandioca, o abacaxi e a banana”, explicou o engenheiro agrônomo Kléber Furtado de Mendonça, que foi diretor-técnico da Emater-ES.

Ele relatou, no entanto, que faltava ao serviço de Ater o aprimoramento das tecnologias a serem recomendadas aos agricultores. “A Acares partiu para trazer pesquisadores de fora do Estado, principalmente de São

Paulo. De uma maneira surpreendente, encontramos uma receptividade fantástica dessas instituições. Os pesquisadores passaram a visitar o Estado de forma constante”, explicou Kléber.

Além desses pesquisadores, o Espírito Santo contava com ações de instituições de pesquisa, como o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul (Ipeacs), vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e do Departamento de Pesquisa da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), incluindo as suas Estações e Fazendas Experimentais distribuídas no Estado. Porém, as demandas por pesquisas na área agropecuária específicas para a realidade do Espírito Santo eram cada vez mais crescentes.

Dessa forma, o surgimento da Emcapa em 1973 ocorreu em um momento muito oportuno, de acordo com o Superintendente do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo (Crea-ES), o

engenheiro agrônomo Wolmar Roque Loss. “Vínhamos de um processo de exploração de terras virgens que se esgotou no sul do Estado, nos anos de 1950 e 1960 e, no norte, em meados dos anos de 1960. Ficava evidente que o modelo de exploração e colonização da terra a partir da sua fertilidade natural se esgotava. A Emcapa nasce desse processo de transição, com a responsabilidade de estabelecer novos paradigmas de produção agrícola fundados em tecnologias que buscavam resgatar a fertilidade da terra e melhorar a produtividade e as condições de produção. A Emcapa teve, portanto, um papel determinante para a retomada do desenvolvimento da agricultura em novas bases tecnológicas”, explicou.

Nessa mesma época, criou-se, em nível nacional, um aparato de pesquisa institucional e tecnológica muito forte, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que durante muitos anos coordenou as ações de pesquisa das empresas estaduais.



As fazendas da Emcapa tornaram-se importantes campos de pesquisa e experimentação no Espírito Santo. Na fotografia de 1996, destaque para a colheita do feijão Xamego na Fazenda Experimental de Bananal do Norte, em Pacotuba, Município de Cachoeiro de Itapemirim



A criação da Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa), em 1973, representou a modernização e o fortalecimento das atividades agrícolas no Espírito Santo. O início das pesquisas com café conilon foi destaque. Na fotografia de 1993, a comemoração pelos 20 anos da Emcapa e o lançamento da variedade de café conilon Emcapa 811

### GERAÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS CAPIXABAS

Na década de 1970, com a fundação das duas empresas Emcapa e Emater-ES, a agricultura capixaba passou por grandes transformações. Diversas tecnologias começaram a ser desenvolvidas e recomendadas diretamente para o Estado do Espírito Santo.

As principais linhas de atuação da Emcapa estiveram relacionadas ao melhoramento e manejo de plantas, conservação de solo, fertilidade e adubação, irrigação, controle de pragas e doenças e controle biológico, dos quais se destacaram nacionalmente as pesquisas com mamão, abacaxi, banana-prata e café conilon, bem como a agricultura orgânica, o controle biológico das cigarrinhas-das-pastagens e de mosquitos

O engenheiro agrônomo e pesquisador aposentado do Incaper José Sérgio Salgado relata as duas fases das principais pesquisas realizadas pela Emcapa. “Logo no início, foram feitas pesquisas para o aumento da produtividade na cultura do alho e melhorou-se o

manejo e tratos culturais da banana-prata. Nos trabalhos subsequentes, foram desenvolvidas novas variedades de arroz irrigado, de milho e, principalmente, de feijão, pois eram as atividades existentes no Estado naquela ocasião”, relatou Salgado.

Ele falou que, ao longo de sua trajetória, a Emcapa teve picos interessantes. “No começo, ela causou impacto, pois foi a primeira instituição estadual de pesquisa agropecuária criada no País, em 1973, mesmo ano de criação da Embrapa. Com o lançamento da cultivar do feijão Capixaba Precoce, a Emcapa selecionou material de boa adaptação e teve repercussão internacional. A empresa também esteve presente na vida da agricultura capixaba com aumento da produtividade de algumas culturas, em especial, o milho. Também houve boa expectativa com as olerícolas na década de 1980. As primeiras cultivares de café conilon e o *Systems Approach*, que possibilitou a exportação do mamão, colocaram a Emcapa no cenário internacional”, lembrou José Sérgio.

## PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO RURAL

Todos os resultados de pesquisa obtidos até então, para chegar aos agricultores, contavam com o auxílio da Emater-ES, que detinha a capilaridade necessária para alcançar o público-alvo dessas instituições. Essa empresa atuou na organização, na transferência de tecnologias, de políticas econômicas e sociais para os agricultores. Seu foco de atuação foi o crescimento do produtor rural por meio da adoção de tecnologias e de capacitações.

Era papel da Emater-ES levar tecnologias aconselhadas pela pesquisa regional e frutos de comprovação por unidade de observação por ela montados e acompanhados, de modo a dotar os produtores de um conjunto tecnológico capaz de propiciar-lhes produção crescente com explorações das possíveis economias internas.

“Uma das principais marcas da Emater-ES foi a realização de seus planejamentos sistemáticos e de seus programas realizados de forma participativa com as comunidades, organizações e lideranças rurais e, sobretudo, o acompanhamento de suas atividades e metas por meio do instrumento denominado Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural, o Proater”, relatou o engenheiro agrônomo e extensionista do Incaper Lúcio Herzog De Muner.

Ele disse que o Proater foi o instrumento básico e propulsor para os municípios capixabas realizarem e pensarem a agricultura como um todo, evoluindo para o Plano Municipal de Desenvolvimento Rural, além de representar a coluna principal que oportunizou a participação das forças vivas do município para pensar e agir de forma integrada.

“Esse planejamento municipal foi motivado, principalmente, pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) visando à transferência de recursos substanciais para o Estado e municípios, em consonância com as regras estabelecidas e avanços nas políticas públicas conquistadas pela agricultura familiar no Brasil. O Pronaf, criado em 1995, teve e tem um papel preponderante como uma linha de crédito rural”, avaliou De Muner.



1976 - Escritório Central - Posse da primeira diretoria da Emater-ES



A Emater era responsável pela difusão de tecnologias no meio rural. Na foto, dia de campo sobre bananicultura realizado em 1978, em Alfredo Chaves, sob orientação do engenheiro agrônomo Carlos Alberto Hermerly

## DOIS SERVIÇOS, UMA INSTITUIÇÃO

Na década de 1990, mudanças no cenário nacional e estadual provocaram profundas alterações nos serviços de pesquisa e assistência técnica e extensão rural (Ater) no Brasil e no Espírito Santo, sobretudo, com cortes no orçamento. Diante desse cenário e com o objetivo de integrar efetivamente os serviços de pesquisa e Ater no Estado, o Governo do Espírito Santo, em 1999, incorporou a Emcapa à Emater-ES, transformando-as em uma única instituição denominada Empresa Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Emcaper). É importante destacar que, em 1996, as atividades de extensão da Empresa Espírito-Santense de Pecuária (Emesp) já haviam sido incorporadas pela Emater-ES.

A partir de 5 de dezembro de 2000, com a Lei complementar nº 194, a Emcaper foi transformada em autarquia, passando a denominar-se Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper).

Com o processo de integração formal da Emcapa e da Emater-ES, em que pesem as dificuldades inerentes ao processo de incorporação de empresas com culturas organizacionais diferentes, foram dados passos maiores para a efetiva integração pesquisa x Ater. “Com a integração, o pesquisador ganhou em conhecimento da realidade e o extensionista ganhou em profundidade de conhecimento”, avaliou um dos ex-diretores-técnicos do Incaper Antonio Elias Souza da Silva.

## NOVAS PERSPECTIVAS PARA A ATER E A PESQUISA INTEGRADAS

Com a criação do Incaper, surgiram novas perspectivas para a instituição, que passou a trabalhar de forma integrada com pesquisa e Ater. Mudanças significativas ocorreram no cenário rural, determinadas por políticas públicas para a promoção do desenvolvimento sustentável a partir de 2003, com a implantação da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater) e, em 2006, pela Lei da Agricultura Familiar. Alguns princípios importantes voltados para a construção dialógica entre técnico e agricultor possibilitaram a melhoria da

qualidade de vida e renda no meio rural, com perspectiva inclusiva, tendo ainda a incorporação da agroecologia como estratégia de desenvolvimento sustentável.

As ações do Incaper foram influenciadas por esse novo cenário. “Com a transformação do meio rural, com a diversidade da agricultura familiar e com a mudança no enfoque de desenvolvimento econômico para desenvolvimento sustentável, houve a necessidade natural de mudança também no papel do extensionista ao longo da história, que deixa de ser um difusor de tecnologias para ser um articulador e facilitador de processos de sustentabilidade”, explicou a economista doméstica e extensionista do Incaper Vera Lúcia Martins Santos.

Ela disse que, para entender e conseguir atuar mediante essa nova realidade, o extensionista teve que repensar e promover alterações em suas estratégias de ação, nas metodologias, métodos e técnicas utilizadas em suas ações diárias. As metodologias, mesmo as ditas clássicas, tiveram que se tornar o mais participativas e educativas possíveis, sendo importantes na mudança de consciência para a construção coletiva, reconhecendo a diversidade e importância de conhecimentos, os direitos de manifestação dos grupos, o equilíbrio de oportunidades para ampliar e facilitar a capacidade das pessoas, principalmente das excluídas, em decidir e influenciar nas decisões de acordo com a realidade de cada uma delas.

Em sua avaliação, algumas políticas públicas criadas foram fundamentais para a transformação do cenário rural capixaba, tanto em nível nacional quanto estadual. “Atualmente, o agricultor familiar tem linhas de crédito específicas para a categoria, programas de comercialização institucionais, mercados diferenciados, atendimentos subsidiados e facilitados em órgãos estaduais, prioridade em atendimentos na Ater pública, entre outras, que transformaram a agricultura familiar em importante personagem na economia estadual. De forma cada vez mais crescente, o agricultor familiar capixaba tem oportunidades para aumentar a sua qualidade de vida, seja através do crédito rural, na diversificação, na adequação ambiental de sua propriedade, na agregação de valor ao seu produto, aumentando da qualidade, beneficiando ou



Pesquisa e inovação: o lançamento do Abacaxi 'Vitória' foi um dos marcos do Incaper nos anos 2000



Inclusão socioprodutiva: agricultores do Córrego do Mosquito, em Jaguaré, comercializam alimentos para o PAA

processando sua produção, ou através de sua inserção em mercados diferenciados”, explicou Vera.

No âmbito da pesquisa agropecuária, a partir da década de 1990, o cenário nacional apontou para o fortalecimento do Conselho dos Sistemas Estaduais de Pesquisas Agropecuárias (Consepa), que buscou a valorização da pesquisa nos estados para atrair recursos para as ações de pesquisas. Destaca-se a criação do Consórcio Brasileiro de Café, implantado em Vitória-ES, com a participação da Emcapa em 1997.

No caso do Incaper, as parcerias institucionais estabelecidas com reconhecidas organizações, que têm interesse em gerar novas tecnologias e fomentar atividades de pesquisa e desenvolvimento, marcaram as ações de pesquisa e inovação. A integração com profissionais da área de extensão rural no âmbito da mesma instituição também alavancou os projetos e ações desenvolvidas no Instituto.

“As parcerias do Incaper devem ser entendidas como um processo contínuo e progressivo, que assume um modelo de transformação ao longo do tempo. O diálogo e a cooperação entre os diferentes parceiros permitem unir esforços numa intervenção conjunta visando a atender os objetivos e fins comuns a todos os envolvidos na proposta. O trabalho em equipe multidisciplinar permitiu uma abordagem multidimensional na análise dos problemas para que se tenha uma ação coordenada e convergente na definição de estratégias para a execução dos projetos de forma dinâmica”, explicou a pesquisadora do Incaper Adelaide Santana da Costa.

## UM NOVO CAPÍTULO

O Incaper tem caminhado em direção a um novo rumo. Em 2012, foi realizado o Planejamento Estratégico do Instituto, que definiu como sua missão institucional “promover soluções tecnológicas e sociais por meio de ações integradas de pesquisa, assistência técnica e extensão rural visando ao desenvolvimento do Espírito Santo”. A atuação do Incaper está focada na agricultura familiar, na sustentabilidade, no empreendedorismo, na organização social e na regionalização.

Em 2016, com o quadro de profissionais em torno de 700 servidores, o Instituto segue sendo a instituição pública estadual com maior capilaridade. Sua atuação, assim como demonstrado pela sua história, precisa adequar-se aos novos desafios do momento. Produzir com sustentabilidade, gerar renda em harmonia com o meio ambiente é o que dá o tom aos desafios do Incaper no século XXI. Ainda há uma longa história para ser escrita. Que venham os novos capítulos!

Incaper 60 anos: cultivando atitudes sustentáveis.

## Projetos e profissionais do Incaper recebem premiações nacionais nas áreas de Cafeicultura e Agroecologia

O reconhecimento público do trabalho do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) nas áreas de Cafeicultura e Agroecologia extrapolou as fronteiras estaduais nos anos de 2015 e 2016. Importantes projetos e profissionais dessas áreas, que também se destacaram no Espírito Santo, foram premiados e homenageados por instituições públicas e de categoria profissional em âmbito nacional.

Na área de Cafeicultura, o pesquisador Romário Gava Ferrão, engenheiro agrônomo e doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, recebeu a Medalha do Mérito do Confea/Crea e Mútua, organização que engloba os Conselhos Federal e Regional de Engenharia e Agronomia e a Caixa de Assistência dos Profissionais do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea).

Essa homenagem é indicada para aqueles que contribuíram para a melhoria da qualidade de vida e progresso da sociedade, desenvolvimento tecnológico e aprimoramento técnico das profissões que compõem o Sistema Confea/Crea. A solenidade de entrega da Medalha foi realizada em Foz do Iguaçu, no Paraná, em 29 de agosto de 2016, na abertura da 73ª Semana Oficial da Engenharia e Agronomia (Soea).

Já o projeto da Unidade de Referência em Agroecologia, localizado no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Serrano, em Domingos Martins, recebeu o Prêmio Celso Furtado de Desenvolvimento Regional - Edição 2014, do Ministério da Integração Nacional (MI). O projeto, coordenado pelo pesquisador e doutor em Agroecologia Jacimar Luis de Souza, foi vencedor na categoria Projetos Inovadores. A cerimônia de premiação foi realizada em 2 de junho de 2015, em Brasília.

O destaque do Incaper nessas premiações revela o compromisso institucional com a geração de resultados

para a sociedade e o empenho dos profissionais que coordenam essas ações. Confira a seguir um pouco da trajetória dos profissionais que receberam essas premiações e homenagens.

### **ROMÁRIO GAVA FERRÃO: UMA HISTÓRIA DE DEDICAÇÃO À PESQUISA AGROPECUÁRIA E À CAFEICULTURA**

É de berço o envolvimento do pesquisador Romário Gava Ferrão com o milho e o café. Natural de Castelo, sul do Estado, de família de agricultores familiares, ele aprendeu desde cedo a valorizar o trabalho, a educação e a agricultura. Ao longo de mais de 30 anos na pesquisa em Genética e Melhoramento de Plantas, contribuiu para a história da agricultura, sobretudo no que se refere ao café conilon, fato que tem lhe conferido o reconhecimento da sociedade por meio de premiações e homenagens nacionais e internacionais. Entre as mais recentes, destaca-se, além da Medalha do Mérito do Confea/Crea e Mútua (2016), a indicação de Capixaba do Ano na categoria Tecnologias, em 2015, do Jornal A Gazeta.

Ferrão atribui a um conjunto de fatores os resultados positivos de sua vida profissional, entre eles os princípios e valores recebidos pela família, a origem no meio rural, a formação acadêmica sólida e a dedicação e comprometimento com o trabalho. “No meio rural, nossa família trabalhava principalmente com milho e café, culturas das quais me aproximei desde cedo e que posteriormente passei a pesquisar no Incaper. Além disso, tive uma adequada formação na graduação, especialização, mestrado e doutorado. A busca constante pelas complementações de conhecimentos teóricos associados aos práticos sempre foi possível em

todos os diferentes momentos de minha vida”, relatou o pesquisador.

Ferrão formou-se em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), em 1980; concluiu o mestrado (1993) e doutorado (2004) em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Com o ingresso no Incaper (1984), pôde dedicar-se principalmente a pesquisas para a obtenção de quatro novas cultivares de milho e nove de café conilon, mais produtivas, resistentes a pragas e doenças, tolerantes à seca, com melhor qualidade final do produto. Desde o início de sua trajetória até o momento, publicou mais de 400 trabalhos científicos. “Meu trabalho no Incaper, uma instituição que tem história e reconhecimento social, pautou-se pela realização de pesquisas aplicadas a partir de demandas sociais. Os resultados desses trabalhos trouxeram benefícios e impactos positivos para a qualidade de vida do público-alvo do Instituto”, avaliou.

O pesquisador premiado coordenou e executou no Incaper mais de 30 projetos de pesquisa e desenvolvimento, com foco em demandas aplicadas, regionais e prioritárias. Como coordenador do Programa Estadual de Cafeicultura, contribuiu para a implementação de diversos projetos e ações, como as interações interinstitucionais, organizações de eventos, visitas e missões técnicas e palestras nos âmbitos estadual, nacional e internacional. “É importante destacar que todos os resultados consideram o trabalho em equipe, feito de maneira compartilhada, seja com os colegas de trabalho, seja com o apoio de instituições parceiras”, explicou.

De acordo com Ferrão, o ensino e a extensão também foram fundamentais para o êxito dos seus trabalhos. “Atuei expressiva parte de minha vida profissional como docente em disciplinas associados às pesquisas científicas e orientei muitos alunos de graduação e pós-graduação. Essa experiência com o ensino abriu meus horizontes de atuação, pois precisamos lidar cotidianamente com a diversidade de público. O estudo permanente também é outro benefício proporcionado pela atividade docente”, relatou o pesquisador.



Romário Gava Ferrão é pesquisador do Incaper há mais de 30 anos e dedicou-se a pesquisas em melhoramento genético de café conilon

**“Meu trabalho no Incaper, uma instituição que tem história e reconhecimento social, pautou-se pela realização de pesquisas aplicadas a partir de demandas sociais. Os resultados desses trabalhos trouxeram benefícios e impactos positivos para a qualidade de vida do público-alvo do Instituto”**

Ele também disse que a integração da pesquisa e extensão rural em uma mesma instituição, como é o caso do Incaper, contribuiu para a maior eficácia na obtenção de conhecimentos e tecnologias, que passaram a chegar ao produtor com mais facilidade. “Com a soma

de esforços de pesquisadores e extensionistas, houve diminuição de custo e tempo para a realização de pesquisas e transferência de tecnologias ao agricultor, o que possibilitou o impacto positivo das tecnologias por nós desenvolvidas”, informou.

O pesquisador se diz muito satisfeito com os resultados obtidos em sua carreira. “Busco ser sempre técnico, prezando e respeitando os colegas e as parcerias institucionais. Acredito que sempre é possível, nunca me acomodei. Busco ser simples, ter muita fé em Deus. Agradeço a todos que contribuíram nessa trajetória, em especial à minha família, principalmente esposa e filhos, que me proporcionam sempre o apoio e o equilíbrio em diversos momentos. Estou muito gratificado por tudo, pois as premiações indicam o reconhecimento público do nosso trabalho”, concluiu.

#### JACIMAR LUIS DE SOUZA: DEDICAÇÃO EM PROL DA AGROECOLOGIA E AGRICULTURA ORGÂNICA

Há mais de 25 anos, o Incaper mantém a Unidade de Referência em Agroecologia no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Serrano, em Domingos Martins. O local é referência em pesquisa e transferência de tecnologias na área de Agricultura Orgânica e Agroecologia, recebendo inúmeros agricultores, estudantes e profissionais que desejam conhecer mais a respeito desse assunto.

Essa Unidade, coordenada pelo pesquisador e doutor em Agroecologia Jacimar Luis de Souza, já recebeu diversos reconhecimentos de várias instituições e da sociedade em geral, comprovados por meio de 14 prêmios e distinções ao longo da sua história. Mais recentemente, a Unidade foi reconhecida como um Projeto Inovador pelo Ministério da Integração Nacional (MI) em 2015 e como Melhor Projeto de Instituição Pública do Espírito Santo em 2016, concedido pela Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação Profissional (Secti).

Para Jacimar, esses excelentes resultados se devem, principalmente, à pesquisa científica de longa duração,

que foi possibilitada pelo financiamento do projeto via editais e também com recursos do próprio Incaper em alguns momentos. Outro fator fundamental para o sucesso desse projeto é a capilaridade do Instituto em todo o Espírito Santo, que ajudou muito na constituição de parcerias com entidades e associações de agricultores. “A Unidade de Referência em Agroecologia tem uma relação muito estreita com os agricultores. Nesse aspecto, os extensionistas afetos a esse tema têm colaborado bastante nessa articulação”, avaliou o pesquisador.

Além da contribuição institucional, é importante destacar o protagonismo e empenho do pesquisador na condução desse projeto. Jacimar disse que acredita que o sucesso e reconhecimento da Unidade também se dá pelo seu idealismo e amor às causas da Agroecologia, na busca de um planeta melhor. Ele relatou que teve muita dedicação e persistência, superando dificuldades e forças contrárias. “Por incrível que pareça, ainda existem seres humanos e profissionais que resistem ao crescimento da Agricultura Orgânica para manter seus negócios financeiros por meio de perversos impactos ambientais, como poluição do solo, da água, do ar, além do agravante consumo de alimentos com resíduos de agrotóxicos, que tanto mal fazem à saúde das pessoas”, disse de forma incisiva.

Ele afirmou que sempre teve o desejo de contribuir para preencher com trabalhos e estudos científicos a grande lacuna de tecnologias e inovações nessa vasta área do conhecimento pouco trabalhada por outras instituições de pesquisa e universidades no Brasil e no mundo.

Nos últimos 25 anos, aproximadamente 650 experimentos em 15 projetos de pesquisa foram desenvolvidos na Unidade de Referência em Agroecologia, que já recebeu financiamentos de instituições, como a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). “É importante destacar que na vida ninguém consegue nada sozinho. Por isso, a equipe multidisciplinar dos projetos foram fundamentais para os reconhecimentos que agora recebemos nessas premiações”, lembrou Jacimar.



O pesquisador Jacimar Luis de Souza recebe, das mãos do governador Paulo Hartung, o prêmio de melhor projeto de instituição pública durante a abertura da Semana de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, em 2016

**“É importante destacar que na vida ninguém consegue nada sozinho. Por isso, a equipe multidisciplinar dos projetos foram fundamentais para os reconhecimentos que agora recebemos nessas premiações”**

Além da participação em diversas palestras e conferências, o pesquisador Jacimar Luis de Souza publicou materiais importantes de divulgação científica a respeito de tecnologias em Agroecologia e agricultura. “Gostaria de destacar a satisfação que temos ao viajar pelo Brasil e encontrar nossos livros em lugares tão distantes. Ao ministrar palestras e cursos, já encontrei técnicos e agricultores com nossos livros em Boa Vista/RR, em Nova Califórnia/RO (na divisa com o Acre), em Manaus/AM, entre tantos outros locais”, afirmou.

Ao longo dos anos, a Unidade de Referência em Agroecologia tem contribuído nos âmbitos tecnológico, acadêmico, social e humano, por meio da capacitação de pessoas e socialização de conhecimentos. No local, já foram feitas visitas, excursões técnicas, conferências e cursos, atingindo aproximadamente 4 mil pessoas, entre extensionistas, pesquisadores das instituições estaduais e federais, professores de nível médio e superior, gestores do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), agricultores e estudantes do ensino médio e superior do Espírito Santo e do Brasil.

Jacimar possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo - Ufes (1982), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras - Ufla (1985) e doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal), na área de concentração em Agroecologia, pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2006).

Por Luciana Silvestre Girelli

## Principais premiações e homenagens

### 2015

#### Prêmio Celso Furtado de Desenvolvimento Regional (Edição 2014)

Conferido pelo Ministério da Integração Nacional (MI). O pesquisador do Incaper e doutor em Agroecologia Jacimar Luis de Souza foi o vencedor na categoria Projetos Inovadores com o projeto da Unidade de Referência em Agroecologia de Domingos Martins, denominado oficialmente de “Desenvolvimento integrado de tecnologias e indicadores agroambientais para a produção de alimentos orgânicos no Espírito Santo”.

#### Prêmio de melhor projeto de instituição pública

O “Projeto Juçara” foi premiado como melhor projeto de instituição pública, indicado pelo Conselho de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. O prêmio, da Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação Profissional (Secti), foi entregue durante a 12ª Semana Estadual de Ciência e Tecnologia. O projeto consiste em uma pesquisa que tem como objetivo dar valor à biodiversidade do Espírito Santo, agregando tecnologia ao uso tradicional de espécies nativas.

#### Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social

Quatro projetos desenvolvidos pelo Incaper foram certificados pela Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social. Eles estão inseridos na categoria Comunidades Tradicionais, Agricultores Familiares e Assentados da Reforma Agrária. Os projetos são “Produção de tinta à base de terra para uso em pintura imobiliária e artesanato”; “Estratégia de comercialização de produtos agroecológicos em Cariacica”; “Inserção de alimentos agroecológicos na alimentação escolar em Vitória”; e “Peixe na mesa, planta na mata”.

#### Boas Práticas de Ater da Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário

Foram selecionadas três experiências de Ater do Incaper para compor o Caderno de Boas Práticas de Ater, a saber: “Otimização do Programa Nacional de Alimentação Escolar: informatização e integração entre engenheiros agrônomos e nutricionistas”, do Escritório Local de Desenvolvimento Rural (ELDR) do Incaper em Cariacica; “Agroecologia, Agricultura Orgânica e Ater participativa e inclusiva: bases para a sustentabilidade da agricultura familiar”, do ELDR de Iconha; e “Jovens: estratégias e manejo alternativo de controle de pragas aplicados à agricultura familiar”, do Centro Regional de Desenvolvimento Rural (CRDR) Centro Serrano, em Domingos Martins.

#### Título de Cidadão Aracruzense

Luiz Carlos Pereira do Sacramento, do ELDR de Aracruz, recebeu o Título de Cidadão Aracruzense, concedido pela Câmara Municipal de Aracruz.

#### Título de Cidadão Honorário Muniz-Freireense

Em Muniz Freire, dois servidores, Leandro Mendel da Cruz e Rodrigo Candido Celestino, foram homenageados com títulos de Cidadão Honorário Muniz-Freireense, entregues pela Câmara Municipal de Vereadores.

#### Homenagem ao Dia do Engenheiro de Pesca

O Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), campus Piúma, homenageou os servidores do Incaper Antônio Carlos Cavalcanti de Souza, José Clézer de Oliveira e Jaime Batista de Oliveira, pela contribuição ao desenvolvimento do setor pesqueiro em todo o Estado. O evento foi realizado durante o 1º Encontro Sul-Capixaba de Recursos Pesqueiros.

## 2016

### 8º Prêmio Capixabas do Ano, na Categoria Tecnologias

O pesquisador e engenheiro agrônomo do Incaper Romário Gava Ferrão foi eleito como Capixaba do Ano, na categoria Tecnologias. Essa premiação é do Jornal A Gazeta, e o objetivo é valorizar profissionais que se destacaram nas áreas de Educação, Saúde, Ação Social, Meio Ambiente, Cultura, Esporte, Tecnologia, Design ou Moda, Empreendedorismo, Economia e Desenvolvimento.

### Medalha Paulo Vinha

A Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo concedeu a Medalha Paulo Vinha aos extensionistas do Incaper Edegar Formentini e Carlúcio José de Alcântara Soares pelos relevantes serviços prestados na preservação do meio ambiente, recursos naturais e na luta pela biodiversidade.

### Medalha do Mérito do Sistema Confea/Crea e Mútua

O pesquisador e engenheiro agrônomo do Incaper Romário Gava Ferrão recebeu a Medalha do Mérito do Sistema Confea/Crea e Mútua. Essa homenagem é indicada para aqueles que contribuíram para a melhoria da qualidade de vida e progresso da sociedade, desenvolvimento tecnológico e aprimoramento técnico das profissões que compõem o Sistema Confea/Crea. A Solenidade de entrega da Medalha foi realizada em Foz do Iguaçu, no Paraná, em 29 de agosto de 2016, na abertura da 73ª Semana Oficial da Engenharia e Agronomia (Soea).

### Prêmio de melhor projeto de instituição pública

O “Projeto Unidade de Referência em Agroecologia”, implantado no CRDR Centro Serrano, foi premiado como melhor projeto de instituição pública, indicado pelo Conselho de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. O prêmio, da Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação Profissional (Secti), foi entregue durante a 13ª Semana Estadual de Ciência e Tecnologia. A Unidade é um polo de inovação e disponibilização de tecnologias sustentáveis, sobretudo, na área de olerícolas.

## Principais eventos organizados pelo Incaper

### 2015

#### Workshop Gestão Estratégica e Inovação para Agropecuária

11 de fevereiro de 2015, Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), Vitória, ES.

#### Lançamento do Currículo Mínimo de Sustentabilidade do Café

23 de março de 2015, Sede do Incaper, Vitória, ES.

#### Simpósio sobre Mecanização da Colheita do Conilon

31 de março de 2015, Faculdade Vale do Cricaré, São Mateus, ES.

#### 1º Simpósio Estadual dos Cafés das Montanhas do Espírito Santo

23 e 24 de abril de 2015, Brejetuba, ES.

#### 7º Noroeste Café Conilon, 8ª Edição da Campanha pela Melhoria da Qualidade e Início da Colheita do Café do Espírito Santo

13 de maio de 2015, Sítio São Bento, São Domingos do Norte, ES.

#### 10º Simpósio Estadual do Café

21 a 23 de setembro de 2015, Centro de Comércio de Café de Vitória (CCCV), Vitória, ES.

#### Workshop sobre Metodologias de Assistência Técnica Coletiva

14 de outubro de 2015, Vitória, ES.

#### 1º Diálogo Capixaba para o Desenvolvimento Rural Sustentável

24 e 25 de agosto de 2015, ExpoRural-ES, Carapina Centro de Eventos, Serra, ES.

#### Dia de Campo sobre Agricultura Orgânica

5 de novembro de 2015, Fazenda Mendes da Fonseca, Domingos Martins, ES.

#### Papaya Brasil 2015 – 6º Simpósio do Papaya Brasileiro – Tecnologia de produção e mercado para o mamão brasileiro

10 e 13 de novembro de 2015, Centro de Treinamento Dom João Batista, Vitória, ES.

#### 2º Workshop Cores da Terra

16 e 17 de dezembro de 2015, Sede do Incaper, Vitória, ES.

## 2016

**1º Encontro dos Citricultores das Montanhas**  
9 de março de 2016, Venda Nova do Imigrante, ES.

**Conferência Estadual de Assistência Técnica e Extensão Rural (2ª Ceater)**  
11 e 12 de abril de 2016, Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), Vitória, ES.

**2º Simpósio Estadual dos Cafés das Montanhas e 15º Encontro de Cafeicultores de Brejetuba**  
4 de maio de 2016, Brejetuba, ES.

**8º Nroeste Café Conilon, 9ª Edição da Campanha pela Melhoria da Qualidade e Início da Colheita do Café do Espírito Santo**  
13 de maio de 2016, Nova Venécia, ES.

**Lançamento do Circuito de Agroturismo Águas, Serras e Cafezais**  
17 de junho de 2016, Praça Coronel João Osório, Iúna, ES.

**Lançamento do Programa de Expansão para a Produção de Goma-Resina e Madeira no Espírito Santo (Pró-Resina).**  
3 de julho de 2016, Ibitirama, ES.

**Lançamento do novo site institucional do Incaper, apresentação do Portal Web de Comercialização e da adesão dos agricultores capixabas aos Selos da Agricultura Familiar**  
26 de julho de 2016, Sede do Incaper, Vitória, ES.

**Dia Especial: Poda Programada de Ciclo em Café Arábica (PPCA)**  
4 de agosto de 2016, Brejetuba, ES.

**1º Workshop de Ranicultura do Espírito Santo**  
25 de agosto de 2016, Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), Vitória, ES.

**Curso de Conservação de Solo e Água e Alternativas de Convivência com a Seca**  
27 a 29 de setembro de 2016, Fazenda do Incaper, Marilândia, ES.

**1º Workshop de Ranicultura do Espírito Santo**  
25 de agosto de 2016, Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), Vitória, ES.

**Curso de Conservação de Solo e Água e Alternativas de Convivência com a Seca**  
27 a 29 de setembro de 2016, Fazenda do Incaper, Marilândia, ES.

## Principais publicações editadas pelo Incaper

## 2015

## Livros



**GENGIBRE**  
2015, 192 p.  
Organizadores  
Carlos Alberto Simões do CARMO  
José Mauro de Sousa BALBINO



**VALORES ORIENTADORES DE QUALIDADE DE SOLOS NO ESPÍRITO SANTO**  
2015, 152 p.  
Editores Técnicos  
Adelaide de Fátima Santana da COSTA  
Aureliano Nogueira da COSTA  
Enilton Nascimento de SANTANA



**AGRICULTURA ORGÂNICA: TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS SAUDÁVEIS**  
Organizadores  
Vol. III  
2015, 371 p.  
Jacimar Luis de SOUZA

## Série Documentos



**BALANÇO SOCIAL 2014 INCAPER**  
2015, 72 p.  
Luciano Rodrigues de OLIVEIRA  
Vanessa Alves Justino BORGES

## Fôlderes Técnicos



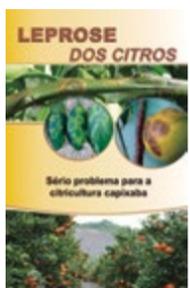
**ANELAMENTO DO FRUTO DA GOIABEIRA: DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO NA FORMAÇÃO DO FRUTO**  
2015  
Luiz Carlos Santos CAETANO  
Rogério Carvalho GUARÇONI  
Gilson TÓFANO



**VARIEDADES DE TOMATE PARA O SISTEMA ORGÂNICO: RESGATE E SELEÇÃO DE VARIEDADES CRIOULAS**  
2015  
Jacimar Luis de SOUZA  
Hélcio COSTA  
José Mauro de Sousa BALBINO  
André Ângelo BELLON  
Douglas Vianna BAHINENSE



**ÁCARO-DA-ERINOZE: AMEAÇA À CULTURA DA LICHIA NO ESPÍRITO SANTO**  
2015  
José Salazar ZANUNCIO JUNIOR  
Maurício José FORNAZIER  
David dos Santos MARTINS  
Renan Batista QUEIROZ



**LEPROSE DOS CITROS: SÉRIO PROBLEMA PARA A CITRICULTURA CAPIXABA**  
2015  
Maurício José FORNAZIER  
David dos Santos MARTINS  
César José FANTON  
José Aires VENTURA  
José Salazar ZANUNCIO JUNIOR  
Renan Batista QUEIRÓZ  
Hélcio COSTA  
Flávio de Lima ALVES  
Sebastião Antônio GOMES  
Marianna Abdalla Prata GUIMARÃES

## Lançamento de Boletins

**Boletim Conjuntura Agropecuária Capixaba**  
Vitória/ES - Ano I - Nº 1 - Março 2015  
ESTATÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA CAPIXABA ANO 2014  
Edileuza Aparecida Vital GALEANO  
Vanessa Alves Justino BORGES

**Boletim Conjuntura Agropecuária Capixaba**  
Vitória/ES - Ano I - Nº 2 - Junho 2015  
ESTATÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA CAPIXABA EM 2014 E 2015  
Edileuza Aparecida Vital GALEANO  
Vanessa Alves Justino BORGES

**Boletim Conjuntura Agropecuária Capixaba**  
Vitória/ES - Ano I - Nº 3 - Setembro 2015  
ESTATÍSTICAS E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA CAPIXABA EM 2014 E 2015  
Edileuza Aparecida Vital GALEANO

**Boletim Conjuntura Agropecuária Capixaba**  
Vitória/ES - Ano I - Nº 4 - Dezembro 2015  
PREVISÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA PARA 2015 E CONSOLIDAÇÃO DAS ESTATÍSTICAS AGROPECUÁRIAS DE 2014  
Edileuza Aparecida Vital GALEANO  
Vanessa Alves Justino BORGES

**Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**  
Vitória/ES - V. 1 - Nº 1 - Janeiro/ Março 2015  
ANÁLISE CLIMÁTICA DO TRIMESTRE JANEIRO A MARÇO DE 2015  
Tháбата Teixeira BRITO  
Hugo Ely dos Anjos RAMOS  
José Geraldo Ferreira da SILVA  
Bruce Francisco Pontes da SILVA  
Ivaníel Fôro MAIA  
Pedro Henrique Bonfim PANTOJA  
Ludmila Bergamini THOMAZ

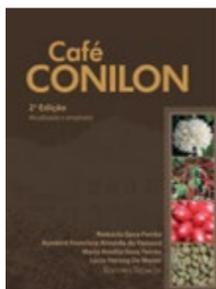
**Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**  
Vitória/ES - V. 1 - Nº 2 - Abril/ Junho 2015  
ANÁLISE CLIMÁTICA DO TRIMESTRE ABRIL A JUNHO DE 2015  
Tháбата Teixeira BRITO  
Bruce Francisco Pontes da SILVA  
Hugo Ely dos Anjos RAMOS  
José Geraldo Ferreira da SILVA  
Ivaníel Fôro MAIA  
Pedro Henrique Bonfim PANTOJA  
Ludmila Bergamini THOMAZ

**Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**  
Vitória/ES - V. 1 - Nº 3 - Julho/ Setembro 2015  
ANÁLISE CLIMÁTICA DO TRIMESTRE JULHO A SETEMBRO DE 2015  
Tháбата Teixeira BRITO  
Bruce Francisco Pontes da SILVA  
Hugo Ely dos Anjos RAMOS  
José Geraldo Ferreira da SILVA  
Pedro Henrique Bonfim PANTOJA  
Ivaníel Fôro MAIA  
Ludmila Bergamini THOMAZ

**Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**  
Vitória/ES - V. 1 - Nº 4 - Outubro/ Dezembro 2015  
ANÁLISE CLIMÁTICA DO TRIMESTRE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2015  
Tháбата Teixeira BRITO  
Bruce Francisco Pontes da SILVA  
Pedro Henrique Bonfim PANTOJA  
Hugo Ely dos Anjos RAMOS  
José Geraldo Ferreira da SILVA  
Ivaníel Fôro MAIA  
Ludmila Bergamini THOMAZ

## 2016

### Livro



**CAFÉ CONILON**  
2ª Ed. atualizada e ampliada  
2016, 784 p.  
Editores Técnicos  
Romário Gava FERRÃO  
Aymbiré Francisco Almeida da  
FONSECA  
Maria Amélia Gava FERRÃO  
Lúcio Herzog De MUNER

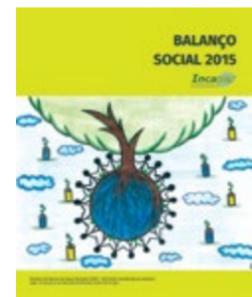
### Série Documentos



**BOAS PRÁTICAS DE COLHEITA E PÓS-COLHEITA: QUALIDADE E APROVEITAMENTO DO MORANGO**  
2016, 23 p.  
José Mauro de Sousa BALBINO  
Cintia Aparecida BREMENKAMP  
Andréa Ferreira da COSTA  
Vanessa Alves Justino BORGES



**BOAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO E DE FABRICAÇÃO DE DERIVADOS DO LEITE**  
2016, 20 p.  
Alessandra Maria da SILVA  
Mariana Barboza VINHA  
Rachel Quandt DIAS



**BALANÇO SOCIAL 2015 INCAPER**  
2016, 68 p.  
Luciano Rodrigues de OLIVEIRA  
Vanessa Alves Justino BORGES



**SÍNTESE DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO ESPÍRITO SANTO 2013/2014**  
2016, 116 p. (on-line)  
Edileuza Aparecida Vidal GALEANO  
Vanessa Alves Justino BORGES  
Luciano Rodrigues de OLIVEIRA  
João Marcos Augusto CHIPOLESCH



**LEVANTAMENTO DE PREÇOS RECEBIDOS PELOS PRODUTORES DO ESPÍRITO SANTO (2000 a 2015)**  
2016, 229 p. (on-line)  
Edileuza Aparecida Vital GALEANO  
Ludovico José MASO  
Rogério Carvalho GUARÇONI  
Vanessa Alves Justino BORGES  
Niceleia Araujo de OLIVEIRA  
Renato Corrêa TAQUES  
Luciano Rodrigues de OLIVEIRA

### Fôlder Técnico



**PODA PROGRAMADA DE CICLO EM CAFÉ ARÁBICA – PPCA: NOVA TECNOLOGIA DE PODA PARA CAFÉ ARÁBICA**  
2016  
Abraão Carlos VERDIN FILHO  
Paulo Sérgio VOLPI  
Maria Amélia Gava FERRÃO  
Romário Gava FERRÃO  
Aymbiré Francisco Almeida da  
FONSECA  
Fabiano Tristão ALIXANDRE  
Marccone COMÉRIO  
Marciano KAULZ

## Boletins

### **Boletim Conjuntura Agropecuária Capixaba**

Vitória/ES - Ano 2- Nº 5 - Março  
2016

CONSOLIDAÇÃO DAS ESTATÍSTICAS  
AGROPECUÁRIAS DE 2015 E  
PREVISÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA  
PARA 2016

Edileuza Aparecida Vital GALEANO  
Vanessa Alves Justino BORGES  
Luciano Rodrigues de OLIVEIRA  
Romário Gava FERRÃO

### **Boletim Conjuntura Agropecuária Capixaba**

Vitória/ES - Ano 2 - Nº 6 - Junho  
2016

PREVISÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA  
PARA 2016

Edileuza Aparecida Vital GALEANO  
Danieltom VINAGRE

### **Boletim Conjuntura Agropecuária Capixaba**

Vitória/ES - Ano 2 - Nº 7 -  
Dezembro 2016

ATUALIZAÇÃO DAS PREVISÕES DA  
PRODUÇÃO AGRÍCOLA PARA 2016.

Edileuza Aparecida Vital GALEANO  
Vanessa Alves Justino BORGES  
Danieltom VINAGRE

### **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**

Vitória/ES - V. 2 - Nº 5 - Janeiro/  
Março 2016

ANÁLISE CLIMÁTICA DO TRIMESTRE  
JANEIRO A MARÇO DE 2016

Thábata Teixeira BRITO  
Bruce Francisco Pontes da SILVA  
Hugo Ely dos Anjos RAMOS  
José Geraldo Ferreira da SILVA  
Pedro Henrique Bonfim PANTOJA  
Ivaniel Fôro MAIA  
Ludmila Bergamini THOMAZ

### **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**

Vitória/ES - V. 2 - Nº 6 - Abril/  
Junho 2016

ANÁLISE CLIMÁTICA DO TRIMESTRE  
ABRIL A JUNHO DE 2016

Thábata Teixeira BRITO  
Bruce Francisco Pontes da SILVA  
Pedro Henrique Bonfim PANTOJA  
Hugo Ely dos Anjos RAMOS  
José Geraldo Ferreira da SILVA  
Ivaniel Fôro MAIA  
Ludmila Bergamini THOMAZ

### **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**

Vitória/ES - V. 2 - Nº 7 - Julho/  
Setembro 2016

ANÁLISE CLIMÁTICA DO TRIMESTRE  
JULHO A SETEMBRO DE 2016

Thábata Teixeira BRITO  
Bruce Francisco Pontes da SILVA  
Pedro Henrique Bonfim PANTOJA  
Hugo Ely dos Anjos RAMOS  
José Geraldo Ferreira da SILVA  
Ivaniel Fôro MAIA