



LISSA VASCONCELLOS VILAS BOAS

**MAPEAMENTO FISIOLÓGICO E DO CRESCIMENTO DA
COPA DE *COFFEA ARABICA* CV. ARARA**

**LAVRAS – MG
2019**

LISSA VASCONCELLOS VILAS BOAS

**MAPEAMENTO FISIOLÓGICO E DO CRESCIMENTO DA COPA DE *COFFEA*
*ARABICA CV. ARARA***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fisiologia Vegetal, área de concentração em macrofisiologia, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. José Donizeti Alves
Orientador

Prof. Dr. João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa

Prof. Dr. Paulo Eduardo Ribeiro Marchiori
Coorientadores

**LAVRAS – MG
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Vilas Boas, Lissa Vasconcellos.

Mapeamento fisiológico e do crescimento da copa de *cv. Arara*
/ Lissa Vasconcellos Vilas Boas. - 2019.
126 p. : il.

Orientador(a): José Donizeti Alves.

Coorientador(a): João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa,
Paulo Eduardo Ribeiro Marchiori.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.
Bibliografia.

1. Fonte-dreno. 2. Dinâmica do dossel. 3. Radiação
fotossinteticamente ativa. I. Alves, José Donizeti. II. Barbosa, João
Paulo Rodrigues Alves Delfino. III. Marchiori, Paulo Eduardo
Ribeiro. IV. Título.

LISSA VASCONCELLOS VILAS BOAS

**MAPEAMENTO FISIOLÓGICO E DO CRESCIMENTO DA COPA DE *COFFEA*
ARABICA CV. ARARA
PHYSIOLOGICAL AND GROWTH MAPPING OF CANOPY *COFFEA ARABICA*
CV. ARARA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fisiologia Vegetal, área de concentração em macrofisiologia, para a obtenção do título de Doutor.

Aprovada em 29 de março de 2019.

Dr. José Donizeti Alves UFLA

Dr. Carlos Henrique Siqueira de Carvalho EMBRAPA CAFÉ

Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato EPAMIG

Dra. Vânia Aparecida Silva EPAMIG

Dra. Kamila Rezende Dázio de Souza UNIFAL

Prof. Dr. José Donizeti Alves

Orientador

Prof. Dr. João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa

Prof. Dr. Paulo Eduardo Ribeiro Marchiori

Coorientadores

LAVRAS - MG

2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmãos e sobrinho, família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida...

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, a Deus por me iluminar e me dar proteção.

À minha família pelo amor, amizade companheirismo e incentivo, imprescindíveis para a concretização deste sonho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos. À CAPES e à FAPEMIG.

À UFLA oportunidade de estudo e ao Setor de Fisiologia Vegetal, pelo crescimento profissional e pessoal.

Ao orientador, Prof. Dr. José Donizeti Alves, pela confiança, apoio e orientação.

Aos coorientadores, Prof. Dr. João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa e Prof. Dr. Paulo Eduardo Ribeiro Marchiori por todo auxílio durante o período do doutoramento.

Aos integrantes do Laboratório de Bioquímica de Fisiologia Molecular de Plantas (LBFMP) pela contribuição com o experimento.

Aos amigos Thaís, Bárbara, Beatriz, Iasminy, Flávia, Ludmila, Carol, Cássio, Mário e Bruno sempre positivos, tornando os momentos difíceis em alegres, leves e engraçados.

Aos funcionários do Setor de Fisiologia Vegetal pela disponibilidade em ajudar sempre que necessário.

MUITO OBRIGADA!

EPÍGRAFE

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”. (Carl Sagan)

RESUMO

No Brasil, o cultivo do café tem grande importância, devido o café ser o 5º produto mais exportado do agronegócio brasileiro. E, sua importância internacional vem do fato de ser cultivado em aproximadamente 80 países, tornando o café um dos produtos agrícolas mais negociados do mundo. Dentre as cultivares plantadas no Brasil, a cultivar Arara tem ganhado destaque por seu alto rendimento produtivo, alta resistência à ferrugem, alto vigor, além de apresentar bebida de boa qualidade. Essa cultivar é oriunda do cruzamento natural da cultivar Obatã com a cultivar Catuai. Estudos sobre a dinâmica das relações fonte e dreno do cafeeiro em campo ao longo dos meses são escassos e foi a primeira vez que toda a copa de um cafeeiro adulto incluindo partes vegetativas e reprodutivas foi mapeada ao longo dos meses com o auxílio da geoestatística sendo aplicada à fisiologia vegetal. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar um mapeamento da copa de *Coffea arabica* cv. Arara sob condições de campo e descrever a dinâmica da copa ao longo dos meses do ano por meio de análises ecofisiológicas e de crescimento vegetativo e reprodutivo. Para isso, foi estabelecido um gradiente vertical (eixo ortotrópico) e um horizontal (eixo plagiotrópico) no dossel das plantas. O ramo ortotrópico foi separado nas porções superior, média e inferior, e os plagiotrópicos em regiões proximal, intermediária e distal. Ainda foram separados em ramos da face norte-sul e leste-oeste. Foram realizadas medidas de fevereiro de 2017 a outubro de 2018. As análises realizadas foram radiação fotossinteticamente ativa (RFA), trocas gasosas, área foliar, número de folhas, massa seca de folhas, massa seca de ramos, número de frutos e de rosetas e massa seca de frutos. A dinâmica da cultivar Arara foi dependente da intensidade da RFA interceptada pelas folhas do dossel. As faces leste-oeste do cafeeiro, as quais receberam maior RFA, possuíram maior taxa fotossintética, condutância estomática e transpiração. As maiores trocas gasosas dessas porções aumentaram a capacidade de crescimento vegetativo e reprodutivo das mesmas. Assim, porções do cafeeiro que receberam maior RFA tiveram maior área foliar, número de folhas, massa seca de folhas, massa seca de ramos, número de rosetas, número de frutos e massa seca de frutos. A dinâmica do cafeeiro foi alterada após a colheita em 2017 com a desfolha e queda de ramos plagiotrópicos, fato que proporcionou com que as porções mais internas da planta recebessem maior RFA e pudessem erguer novamente o crescimento vegetativo e posteriormente o reprodutivo.

Palavras-chave: Fonte-dreno. Dinâmica do dossel. Radiação fotossinteticamente ativa.

ABSTRACT

In Brazil, the cultivation of coffee is of great importance, because coffee is the 5th most exported product of Brazilian agribusiness. And, its international importance comes from being cultivated in approximately 80 countries, making coffee one of the most traded agricultural products in the world. Among cultivars planted in Brazil, Arara cultivar has been highlighted by its high productive yield, high resistance to rust, high vigor, and good quality drink. This cultivar comes from the natural cross of the cultivar Obatã with the cultivar Catuai. Studies on the dynamics of the source and sink relations of the coffee tree in the field over the months are scarce and was the first time that the entire canopy of an adult coffee tree including vegetative and reproductive parts was mapped over the months with the aid of the geostatistics being applied to plant physiology. Thus, the present work had as objective to perform a mapping of the cup of *Coffea arabica* cv. Arara under field conditions and to describe the canopy dynamics throughout the months of the year through ecophysiological analyzes and vegetative and reproductive growth. For this, a vertical gradient (orthotropic axis) and a horizontal (plagiotropic axis) were established in the plant canopy. The orthotropic branch was separated in the upper, medium and lower portions, and the plagiotropics in proximal, intermediary and distal regions. They were still separated into branches from the north-south and east-west faces. Measurements were made from February 2017 to October 2018. The analyzes were photosynthetic active radiation (RFA), gas exchange, leaf area, number of leaves, leaf dry mass, dry mass of branches, number of fruits and rosettes, and dry mass of fruits. The dynamics of the Arara cultivar was dependent on the intensity of the RFA intercepted by the canopy leaves. The east-west faces of the coffee tree, which received higher RFA, had a higher photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration. The greater gas exchange of these portions increased the vegetative and reproductive capacity of the same. Thus, coffee leaves that received the highest RFA had greater leaf area, number of leaves, leaf dry mass, dry mass of branches, number of rosettes, number of fruits and dry mass of fruits. The dynamics of the coffee tree were altered after the harvest in 2017 with the defoliation and fall of plagiotropic branches, which allowed the inside portions of the plant to receive higher RFA and to be able to leverage the vegetative growth again and later the reproductive growth.

Keywords: Source-sink. Canopy dynamics. Photosynthetic active radiation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Importância da cultura do café no Brasil	12
2.2 Fenologia do cafeeiro	13
2.3 Condições climáticas para o cultivo	14
2.4 Rendimento da cultura do cafeeiro	15
2.5 Aspectos fisiológicos	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Trocas gasosas	22
3.2 Análises de crescimento	23
3.3 Estatística	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÕES	103
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICE A –	109
APÊNDICE B –	111

1 INTRODUÇÃO

O café tem grande importância nacional e mundial visto que é cultivado em aproximadamente 80 países e é um dos produtos agrícolas mais negociados do mundo, sendo o Brasil, o maior produtor e exportador de café em grão do mundo (*United States Department of Agriculture - USDA, 2018*). O *Coffea arabica* é o mais plantado no Brasil dada sua importância para produção de cafés especiais.

O ambiente o qual a planta está inserida tem influência sob seu crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, alguns parâmetros como a faixa de temperatura e pluviosidade ideais são determinados. A temperatura ótima de crescimento do cafeeiro varia entre 18°C e 23°C, e a precipitação anual deve atingir 1200 mm ou 150 mm por mês de outubro a março, período correspondente à renovação de ramos e folhas (SEDIYAMA et al., 2001). Devido às mudanças climáticas, novos estudos devem ser realizados a fim de compreender a resposta do cafeeiro principalmente a alterações nas temperaturas, radiações incidentes e disponibilidade hídrica para alcançar uma maior produtividade.

O rendimento de uma cultura depende da radiação incidente global, eficiência de interceptação da radiação, eficiência de conversão da radiação e CO₂ em biomassa e, a fim de ganhos em produtividade, depende também da eficiência de particionamento de carboidratos para órgãos dreno de interesse comercial (LONG; MARSHALL-COLON; ZHU, 2015). Além disso, o rendimento potencial depende também das condições ambientais como temperatura e precipitação, uma vez que, períodos curtos de seca podem ser determinantes para o crescimento das raízes, maturação dos ramos gerados na estação chuvosa anterior e, principalmente, para a diferenciação floral e maturação dos frutos. No entanto, temperaturas superiores a 23°C limitam a frutificação e prejudicam a produção (SEDIYAMA et al., 2001).

Aliar a resposta sistêmica da planta às condições ambientais de campo às quais estão submetidas é relevante, assim como, integrar respostas e padrões de partes da planta para compreender as respostas da planta como um todo. Dessa forma, inicialmente, é interessante realizar estudos base sobre a dinâmica da copa do cafeeiro sob condições as quais, tal é plantado. Para isso, o cafeeiro pode ser fragmentado em diferentes partes, e, as avaliações de crescimento e ecofisiológicas auxiliam na caracterização da dinâmica da copa e das relações fonte-dreno ao longo do período vegetativo e reprodutivo.

Esse estudo é inédito pois é a primeira vez que toda a copa de um cafeeiro adulto incluindo partes vegetativas e reprodutivas é mapeada ao longo dos meses usando como base a

geoestatística aplicada à fisiologia vegetal. As informações obtidas através desse estudo podem auxiliar na regulação para a colheita mecânica, no manejo da cultura como a poda e a irrigação, na agricultura de precisão e, também demonstra a importância de se fazer uma amostragem correta, além de fornecer bases para novas pesquisas visando a relação fonte-dreno e a modelagem do crescimento e produção do cafeeiro para predição de safra.

A copa de uma árvore não apresenta padrão de resposta homogêneo, uma vez que diversas condições microclimáticas são estabelecidas ao longo de gradientes verticais e horizontais no dossel vegetativo. As condições de umidade e temperatura do ar e radiação incidente variam em função da posição na copa e ao longo do dia. Como consequência, as respostas fisiológicas do dossel vegetativo também não são homogêneas, o que leva a variações na produção final de frutos. Ou seja, o desenvolvimento e as respostas fisiológicas da copa do cafeeiro respondem às variações do ambiente e ao seu estado fisiológico. Diante do exposto, objetivou-se realizar um mapeamento fisiológico da copa de *Coffea arabica* cv. Arara sob condições de campo e descrever a dinâmica da copa ao longo do ano por meio de análises ecofisiológicas e de crescimento vegetativo e reprodutivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura do café no Brasil

No Brasil, a cafeicultura é de extrema importância pois o café é o 5º produto mais exportado do agronegócio, tendo como principais destinos Alemanha, Estados Unidos, Itália, Japão e Bélgica (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2017).

A maior área plantada do café no país corresponde ao café arábica (*Coffea arábica* L.), aproximadamente 80,7%, com uma produção nacional de 47 milhões de sacas beneficiadas. O estado de Minas Gerais concentra a maior área com a espécie, correspondendo a 69,6% e destaca-se como importante produtor, uma vez que contribuiu com a produção de aproximadamente 33 milhões de sacas, o que representa 70% da produção nacional em 2018 (CONAB, 2019).

Por ser uma cultura perene, a produção do cafeeiro depende de eventos fisiológicos que resultam em oscilação temporal da produtividade, conhecido como ciclo de bienalidade do café. O ciclo bienal é representado por alternância de um ano com intensa florada dos cafeeiros seguido por outro ano com menor florada (CONAB, 2017). A hipótese mais aceita como causa primária da bienalidade cafeeira é o esgotamento das reservas de fotoassimilados em anos de alta produção, portanto no ano subsequente, o cafeeiro investe grande proporção dos fotoassimilados para repor suas reservas energéticas (CARVALHO et al., 1993; RENA; MAESTRI, 1985). No entanto há poucos estudos sobre o monitoramento da dinâmica de crescimento de plantas de cafeeiros a longo prazo para aumentar a compreensão das relações fonte-dreno destas plantas.

Dentre as cultivares que apresentam alto potencial produtivo e boa qualidade de bebida, a cultivar Arara (Sarchimor Amarelo) oriunda do cruzamento natural entre Obatã e Catuaí amarelo, selecionada no Paraná pelo Engenheiro Agrônomo Francisco Barbosa Lima em 1988, vem ganhando destaque, por possuir também alta resistência à ferrugem e alto vigor. A copa é de diâmetro médio e cilíndrica, com ramificação secundária, grossa e altamente enfolhada. Os frutos são amarelos, a maturação é tardia e a fava é graúda, com baixo índice de mocas e conchas (MATIELLO et al., 2008).

Na primeira década de 2000 foram realizados ensaios testes com a cultivar Arara na Fazenda Experimental da FUNDAÇÃO PROCAFÉ em Varginha - MG e no Centro de Pesquisas Cafeeiras (CEPEC) apresentando produtividade média de três biênios de 35,5 sacas beneficiadas ha⁻¹ (PAIVA, 2009). Em outro experimento realizado obteve-se a produtividade

de 50,2 sacas ha⁻¹, destacando-a como a mais produtiva (COSTA et al., 2013). Por ser uma cultivar nova no mercado, existem poucas informações acerca de seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, desse modo, essa cultivar é o alvo de estudo.

2.2 Fenologia do cafeeiro

Na cafeicultura do Brasil, a condição é análoga à da região de origem do café arábica, na Etiópia, onde a fenologia é bem marcada, ocorrendo o florescimento na primavera, frutificação e granação no verão, e, a maturação no outono e inverno. O *Coffea arabica* completa o seu ciclo fenológico em dois anos, e este foi dividido em 6 fases para melhor compreensão. As duas primeiras fases compreendem o período vegetativo, o qual ocorre no primeiro ano, e as três seguintes (terceira, quarta e quinta) ao período reprodutivo do cafeeiro, ocorrendo no segundo ano. A sexta fase é nomeada fase de senescência dos ramos produtivos (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

No primeiro ano fenológico, durante os meses de dias longos, na primeira fase formam-se os ramos vegetativos e gemas foliares. Na segunda fase, sob dias curtos, ocorre a indução, a maturação e a dormência das gemas florais (CAMARGO; FRANCO, 1985). As gemas vegetativas axilares são transformadas em gemas reprodutivas pelo fotoperiodismo (GOUVEIA, 1984). A indução de gemas foliares a gemas florais é potencializada com o encurtamento dos dias. Para que as gemas florais se tornem preparadas para a antese, estas passam por etapas como desenvolvimento, amadurecimento e então entram em dormência. Com o início das chuvas ou irrigação, as gemas dormentes têm o seu potencial hídrico aumentado e então a florada é estimulada (CAMARGO; FRANCO, 1985).

O segundo ano fenológico tem início com a florada. Em seguida ocorre a formação dos chumbinhos, expansão dos grãos, granação dos frutos e a maturação. A terceira fase começa com a florada, após um aumento do potencial hídrico nas gemas florais amadurecidas. A floração pode ser indeterminada se os cafeeiros receberem, nessa fase, água frequentemente. No entanto, quando é verificado um período de restrição hídrica e posteriormente chuva ou irrigação, uma florada principal ocorre (RENA; MAESTRI, 1985). A morte dos tubos polínicos é causada pela desidratação, provocando o abortamento das flores, se a temperatura ambiente for elevada e associada a um intenso déficit hídrico durante o início da florada. Após a fecundação, ocorre o surgimento dos chumbinhos caracterizados por não apresentarem crescimento visível, seguido da expansão rápida dos frutos. A ocorrência de peneira baixa

poderá ocorrer se houver estiagem forte nessa fase. Assim, o estresse hídrico poderá afetar o crescimento dos frutos (CAMARGO; CAMARGO, 2001; PEZZOPANE et al. 2003).

A quarta fase é a de granação dos frutos, quando os líquidos no interior dos frutos se solidificam, formando os grãos. Ocorre em pleno verão e os períodos de seca severos nessa fase poderão resultar na produção de frutos mal granados e no chochamento de grãos. Durante a quinta fase, cumpre-se a maturação dos frutos, e, nessa etapa, os déficits hídricos moderados aprimoram a qualidade do grão do cafeeiro. Por meio da classificação estabelecida por Pezzopane et al. (2003), os frutos passam por fases como chumbinho, expansão, verde, verdecana, cereja e passa. A sexta fase, compõe a senescência dos ramos produtivos. Na primavera, início do segundo ano fenológico, brotam novos ramos vegetativos, que são transformados em reprodutivos, possibilitando nova produção, no entanto, inferior com relação ao ano anterior (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

2.3 Condições climáticas para o cultivo

O cafeeiro *Coffea arabica* L. é uma planta tropical de altitude, habituada ao clima úmido e temperaturas amenas. Nas principais áreas cafeeiras do Brasil, das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, normalmente são áreas caracterizadas pela estação chuvosa de primavera a verão seguida de estação relativamente seca de outono a inverno (CAMARGO 1977). As fases críticas do florescimento e da granação, que necessitam de umidade, são beneficiadas pelas abundantes precipitações, e, as de maturação e colheita, são favorecidas pela pluviosidade baixa ou mesmo pela ausência de pluviosidade. As fases fenológicas do cafeeiro, a produtividade e a qualidade da bebida são afetadas pelas condições meteorológicas, principalmente pela distribuição pluviométrica, temperatura do ar, bem como também pela variação fotoperiódica (CAMARGO 1985).

Fatores climáticos como as geadas no passado e, nos dias atuais, períodos de seca prolongados têm sido determinantes no volume da produção de café no Brasil. Dentro deste contexto, o acompanhamento do conteúdo de água no solo faz-se relevante para a obtenção do déficit hídrico tolerável pela planta sem que seu crescimento e desenvolvimento sejam limitados. Nos meses de outubro a março, pelo menos 150 mm de chuva são necessários, por mês, uma vez que compreende as fases de florescimento, formação e maturação dos frutos, correspondendo à época de renovação dos ramos e das folhas (SEDIYAMA et al., 2001). No período de vegetação e frutificação, de outubro a maio, o cafeeiro é mais exigente em

disponibilidade hídrica, porém, na fase de colheita e repouso, que corresponde ao meses de junho a setembro, a exigência é menor, uma vez que pequenos déficits hídricos não interferem na produção do cafeeiro além de serem significativos para o crescimento das raízes, maturação dos ramos desenvolvidos na estação chuvosa anterior e, essencialmente, para a diferenciação floral e maturação dos frutos (MATIELLO, 1991).

A precipitação anual acerca de 1.200 mm pode ser considerada satisfatória ao adequado crescimento e desenvolvimento do cafeeiro (MATIELLO, 1991). O conjunto de uma deficiência hídrica, mesmo que inferior a 150 mm, porém, com temperaturas médias acima de 23°C, é considerado um ambiente inapto para o cafeeiro por restringir a frutificação, ocasionando uma baixa produtividade. 150 mm de déficit hídrico, é o limite acima do qual se torna restrito para a cultura do café arábica.

Temperaturas entre 28°C e 33°C atenuam a produção de folhas e a atividade fotossintética do cafeeiro, já 34°C é a temperatura a qual nela ou acima dela, o abortamento floral é favorecido em cafeeiros, diminuindo, consideravelmente, a produtividade (ANGELOCCI et al. 2008; CAMARGO, 1985; DRINNAN; MENZEL, 1995; PILAU; ANGELOCCI, 2016; PINTO et al., 2001; SEDIYAMA et al., 2001). Dessa forma, podem ocorrer combinação de fatores favoráveis e desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento do cafeeiro o que irá culminar em maior ou menor produção tanto de massa seca como um todo como de frutos, o qual é o interesse comercial.

2.4 Rendimento da cultura do cafeeiro

Rendimento potencial (Y_p) é definido, na ausência de estresses bióticos e abióticos, como a massa de material colhido por hectare em que, um genótipo de uma determinada cultura é capaz de alcançar quando cultivada sob um determinado ambiente. O rendimento potencial de uma cultura é expresso por: $Y_p = Q \cdot \epsilon_i \cdot \epsilon_c \cdot \epsilon_p$ (LONG; MARSHALL-COLON; ZHU, 2015). O termo “ Y_p ” pode ser entendido como o rendimento econômico de uma cultura, quando se considera apenas a parte comercial da colheita ou rendimento biológico, quando se trata de biomassa seca total. “ Q ” representa a radiação solar incidente durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura; “ ϵ_i ”, a eficiência de interceptação da radiação pelas folhas; “ ϵ_c ”, a taxa de conversão da radiação e CO_2 em biomassa e finalmente, “ ϵ_p ” que expressa a partição de fotoassimilados em seus diversos órgãos ou índice de colheita quando se considera o material vegetal de interesse comercial (LONG; MARSHALL-COLON; ZHU, 2015).

Pesquisas têm sido realizadas com plantas submetidas a diferentes espaçamentos e, também, com plantas que apresentam diferentes arquiteturas com a finalidade de se obter como resultado o melhor espaçamento e a escolha de espécies e cultivares com arquitetura que permita a melhoria da interceptação da radiação solar (RODRIGUES et al., 2016; RONCHI et al., 2015). Então, uma melhor interceptação da radiação luminosa (ϵ_i) tem sido alcançada principalmente por meio de manejo na arquitetura das plantas, espaçamento, orientação espacial das linhas de cultivo e poda (ALVES, 2008; ALVES; GUIMARÃES, 2010). Melhor interceptação da radiação luminosa pode ser adquirida também por meio de alterações anatômicas e morfológicas mais do que alterações fisiológicas. Como exemplo dessas alterações tem-se a área foliar específica e ângulo foliar (ARAÚJO et al., 2008). Além do conquistado com relação à ϵ_i , também foram obtidos aumentos significativos em ϵ_p , ou seja, ocorreram aumentos no índice de colheita tanto nas principais culturas de grãos como arroz, trigo, soja e no café (CONAB, 2017; LONG; MARSHALL-COLON; ZHU, 2015).

Estudos realizados recentemente têm demonstrado que o cafeeiro tanto sob concentração de dióxido de carbono atual como superiores possui mais limitações difusivas (condutância estomática e mesofílica) do que limitações bioquímicas como por exemplo estado de ativação da rubisco e taxa de transporte de elétrons, os quais não tiveram alteração quando se comparou plantas submetidas à concentração de CO_2 atual e superior (DAMATTA et al., 2016). No entanto, o entendimento de fatores e processos relacionados à fotossíntese ainda é escasso, mesmo sendo essencial para o incremento do rendimento potencial do cafeeiro (LONG; MARSHALL-COLON; ZHU, 2015; ZHU; LONG; ORT, 2010). Avanços têm sido feitos, mas cada parte da copa do cafeeiro possui um desempenho diferente que está relacionado principalmente à intensidade luminosa incidente e quantidade de carboidratos disponível no ramo (MARTINS et al., 2014; MATIELLO et al., 2005).

A eficiência fotossintética de um dossel depende tanto da interceptação da radiação solar pelas folhas como da eficiência de conversão. Além disso, também depende da taxa fotossintética por unidade de área foliar, uma vez que a fotossíntese realizada por cada folha é dependente da idade foliar e do grau de exposição à luz. Se analisar em produtividade, esta depende além dos fatores anteriormente citados, da eficiência de particionamento, a qual irá mobilizar produtos da fotossíntese como a sacarose ao órgão de interesse econômico (CUNHA; VOLPE, 2010; RODRIGUES et al., 2016).

A copa do cafeeiro possui como particularidades a baixa transmissão de luz, grande número de ramos plagiotrópicos distribuídos ao longo do eixo do ramo ortotrópico e ângulos

grandes em relação a vertical. Devido à baixa incidência de radiação, possui também folhas grandes, principalmente as mais internas distribuídas a pequenas distâncias do ramo ortotrópico, as quais podem sombrear folhas que se encontram abaixo delas. Todas essas características da morfologia da copa contribuem para uma baixa transmissão da radiação fotossinteticamente ativa fazendo com que a ϵ_c seja ainda mais baixa (FAHL et al., 1994; LEONG, 1980).

Além disso, o adensamento na linha de plantio também deve contribuir para a atenuação da radiação incidente no interior das plantas minimizando a ϵ_i , resultando em menor ϵ_c e ϵ_p (ELOY et al., 2012). O cafeeiro exibe baixos níveis de fotossíntese, com taxas aproximadas de $5 \mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, o qual indica que o cafeeiro exibe uma eficiência fotossintética muito baixa quando comparado às taxas de fotossíntese máxima e potencial que podem chegar a 23 e 33 $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente (DAMATTA et al., 2001). Apesar da baixa taxa fotossintética do cafeeiro, a copa da planta bem enfolhada proporciona produção de carboidratos suficiente garantindo grandes produções.

Muitos estudos que apontam os baixos valores de fotossíntese foram realizados em uma única folha isolada e localizada em um ponto específico de plantas jovens cultivadas em vasos sob ótimas condições de luminosidade (ALVES, 2008; MARUR; FARIA, 2006; SANTINI, 2015). Pouco tem sido investigado acerca das oscilações espaciais e temporais da fotossíntese ao longo do dossel, em função da atenuação da interceptação da radiação ao longo da copa do cafeeiro.

Foram realizados por Araújo et al. (2008) e Santini (2015) estudos acerca das taxas fotossintéticas na copa de cafeeiro ao longo das horas do dia. No entanto, ainda há escassez de informações com relação à dinâmica da copa ao longo dos meses do ano, uma vez que, apenas um estudo abordou a respeito dessas oscilações ao longo dos meses, de novembro de 2006 a março de 2007 (CHAVES et al., 2012).

A taxa fotossintética do cafeeiro é alterada em diferentes partes da planta ao longo das horas do dia (SANTINI, 2015), e pode ser alterada também em função do regime de precipitação, da radiação solar incidente e das estações do ano. Em um estudo realizado com as cultivares Catuaí e Obatã foi observado que no mês de agosto a limitação fotossintética a nível de estômato foi maior do que no mês de fevereiro e isso pode ser devido a sua sensibilidade às baixas temperaturas noturnas (DAMATTA et al. 2007, 2016; SILVA et al., 2004).

O regime de precipitação altera as relações hídricas na planta, por exemplo, a seca levará à uma menor abertura estomática acarretando também em menor fotossíntese (MENEZES-

SILVA et al., 2017). E, a radiação solar incidente influencia também na abertura estomática, ativação de enzimas do ciclo de Calvin Benson além de fornecer energia suficiente para produção de ATP e NADPH na etapa fotoquímica, as quais necessitam de boa qualidade e intensidade de radiação (TAIZ et al., 2017).

Nos últimos anos foram mapeados os parâmetros ecofisiológicos e bioquímicos do metabolismo da copa do cafeeiro ao longo de gradientes vertical (do ápice até a base das plantas) e horizontal (ramos plagiotrópicos) (SANTINI, 2015), e em quatro pontos do cafeeiro (ARAÚJO et al., 2008) ambos ao longo das horas do dia. De maneira geral esses estudos revelaram que a taxa fotossintética opera em taxas menores que aquelas comumente encontradas na literatura, uma vez que, as análises foram realizadas no horário do qual obtém-se a maior taxa fotossintética, entre 9:00 horas e 12:00 horas (SANTINI, 2015).

A eficiência de conversão do cafeeiro pode ser afetada por este possuir uma condutância estomática e mesofílica baixa, limitando a entrada de CO₂ até o sítio ativo da rubisco, e a eficiência de conversão de CO₂ em biomassa. A intensidade de radiação também limita a eficiência de conversão, e isso ocorre porque no dossel de uma cultura, uma célula fotossintética passa rapidamente de uma situação de saturação para outra de restrição luminosa, seja pelo auto sombreamento como também pela alteração contínua do ângulo solar que pode, rapidamente, colocar a célula de uma folha à sombra de uma outra folha (ZHU et al., 2004).

2.5 Aspectos fisiológicos

As radiações incidentes sobre os diferentes pontos da copa de um cafeeiro afetam alguns parâmetros fisiológicos que poderão acarretar em maior ou menor produção de frutos (CHAVES et al., 2012). A copa, com o desenvolvimento da planta ao longo do tempo, adquire dinamismo, sendo que não somente são modificadas as condições ambientais, mas também a estrutura física da mesma, crescimento de ramos, a idade das folhas, teor total de clorofilas e carotenoides e a distribuição e translocação dos fotoassimilados entre as diversas partes da planta (ARAÚJO et al., 2008; CHAVES et al., 2012).

Além disso, as folhas podem ser diferenciadas entre folhas de sol e folhas de sombra de acordo com o local de desenvolvimento os quais irão determinar a produtividade fotossintética do dossel. Uma das diferenças marcantes entre os dois tipos de folhas é o teor de clorofila e carotenoides, os quais são maiores em folhas de sombra encontradas nos ramos da parte baixa do cafeeiro (ARAÚJO et al., 2008; CHAVES et al., 2012). Isso é de se esperar, uma vez que

menor intensidade de radiação atinge essas folhas, que necessitarão de mais clorofilas por unidade de área foliar para maximizar a interceptação da radiação (NIINEMETS, 2007).

Além da diferença no teor de clorofila, em folhas aclimatadas às condições ensolaradas ou sombreadas, constata-se alterações anatômicas e fisiológicas. O maior do número de enzimas e a maior condutância estomática em folhas a pleno sol quando comparadas com folhas sombreadas, proporcionam às folhas a pleno sol maior espessura e maior capacidade fotossintética por unidade de área (LARCHER, 2000). Igualmente, é detectado o aumento na massa foliar específica, no desenvolvimento da epiderme e do parênquima, assim como no número total de células nas folhas e na densidade estomática (DICKISON, 2000; GONDIM et al., 2008).

Alguns estudos revelam que a face leste do cafeeiro é mais produtiva. Isso ocorre provavelmente devido à uma maior disponibilidade de luz em horário com menor déficit de pressão de vapor que acarreta em maior taxa fotossintética (ARAÚJO et al., 2008; CHAVES et al., 2012). Quando um cafeeiro é mais produtivo, significa que a relação fonte/dreno é menor, ou seja, a proporção entre folhas representando a força da fonte e frutos representando a força do dreno é menor. E isso pode variar entre as faces do cafeeiro expostas a maior ou menor radiação (CHAVES et al., 2012). Dessa forma, provavelmente, folhas maduras, as quais são fotossinteticamente mais ativas são fontes tanto para frutos como para outras folhas no mesmo ramo (MATIELLO et al., 2005).

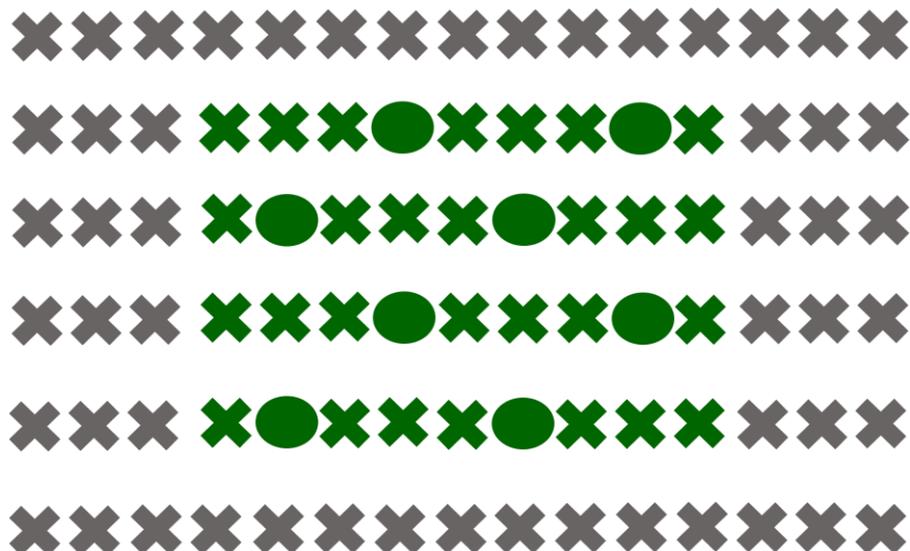
As alterações encontradas em radiação fotossinteticamente ativa incidente, seguida de alterações em taxas fotossintéticas levará a uma alteração na relação fonte/dreno. Por conseguinte, acarretará em alterações no particionamento de carboidratos dentre as diferentes partes da planta e seus órgãos (CHAVES et al., 2012). O particionamento é resultado de um gradiente de concentração entre o órgão fonte e o órgão dreno.

Nessa fase, atuam enzimas como as invertases solúveis ácida do vacúolo, neutra do citosol e insolúvel da parede celular. A invertase tem ação na quebra da sacarose em glicose e frutose, podendo agir em diferentes locais como vacúolo, citosol e parede celular. Sua ação aumenta a força dreno uma vez que consome a sacarose proveniente da fonte mantendo o gradiente de concentração entre órgãos fonte e órgãos dreno. Assim, quanto maior a atividade das invertases, maior será a força dreno (BERMÚDEZ et al., 2014; KOCH, 2004; SAVAGE et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Fundação Procafé na cidade de Varginha, sul do estado de Minas Gerais (MG), localizada na latitude 21° 34' 00" S, longitude 45° 24' 22" W e altitude de 940 m. Foi utilizado para o experimento a espécie *Coffea arabica* cultivar Arara plantada no sentido norte-sul, com idade de 5 anos no início do experimento e foram separadas 6 linhas de aproximadamente 100 plantas em espaçamento 3,5 x 0,5 metros, sendo a primeira e a última definidas como bordadura, (Figura 1). Em cada uma das linhas internas à bordadura, três plantas no início e três plantas no fim de cada linha foram definidas também como bordadura e houve um intervalo de 3 plantas entre as 2 analisadas. Dessa forma, as plantas do centro foram utilizadas para as análises e coletas em 15 meses distribuídos da seguinte forma: fevereiro, março, abril, junho, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2017 e, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e outubro de 2018. Nas plantas do centro, a partir do momento em que foi marcada a primeira planta, a segunda foi marcada após pular três plantas e assim sucessivamente até marcar todas as plantas que seriam coletadas ao longo do experimento. A cada mês foram amostradas 4 plantas e, como a coleta foi destrutiva, nos meses subsequentes sempre foram usadas novas plantas.

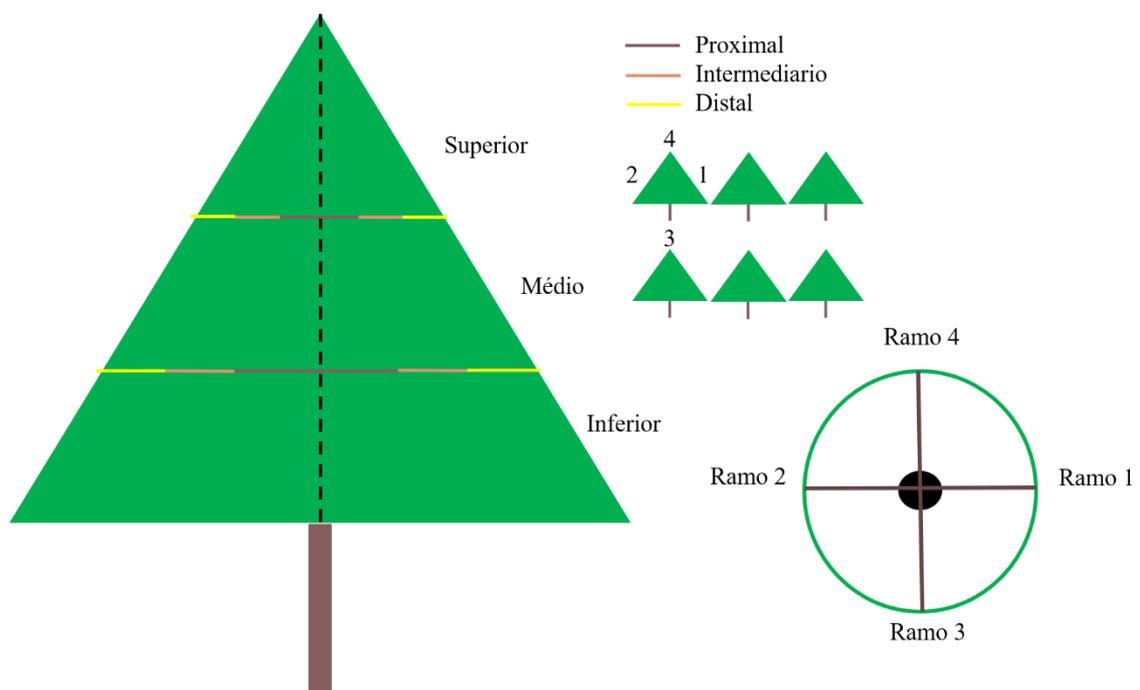
Figura 1 - Representação esquemática da área experimental.



Legenda: No esquema, o "X" na cor cinza representa a bordadura, o "X" na cor verde representa cada planta da área experimental que não foi utilizada e, o "círculo" representa cada planta que foi coletada.
Fonte: Do autor (2019).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, ou seja, 4 plantas marcadas eram escolhidas aleatoriamente para a coleta em cada mês totalizando 4 repetições com 1 planta cada. As plantas foram divididas em diferentes partes e foram coletadas separadamente para as análises de crescimento. Para isso, foi estabelecido um gradiente vertical (eixo ortotrópico - do ápice até a base da planta) e um gradiente horizontal (eixo plagiotrópico – da extremidade dos ramos até a sua inserção no caule) no dossel das plantas. No sentido vertical, o ramo ortotrópico, foi dividido e coletado nas porções superior, mediana e inferior. No sentido horizontal os ramos plagiotrópicos localizados em cada porção do ramo plagiotrópico foram divididos nas regiões proximal (próxima do ramo ortotrópico), intermediária e distal (distante do ramo ortotrópico). Além disso, a planta foi dividida em ramos opostos à linha de plantio (ramo 1 ou sul e ramo 2 ou norte) e ramos opostos à rua (ramo 3 ou oeste e ramo 4 ou leste). Dessa maneira, foram coletadas e analisadas 36 partes de cada planta. O esquema experimental da divisão da planta está representado na figura 2. As plantas eram divididas nas respectivas porções em campo, identificadas e colocadas dentro de um saco para cada parte até o transporte para o laboratório, local onde foram realizadas as medições e contagens.

Figura 2 - Esquema experimental de divisão nas plantas de *Coffea arabica* cv. Arara.



Fonte: Do autor (2019).

A Fazenda experimental possui uma estação de monitoramento ambiental automática em que os dados de temperatura média mensal, temperatura máxima média mensal, temperatura mínima média mensal e umidade relativa média mensal foram fornecidos ao longo de todo o período. Os dados de temperatura média e umidade relativa média foram utilizados para calcular a pressão de saturação do vapor de água (es) e pressão atual de vapor de água (ea). Por meio da equação de Tetens foi calculada a es e por meio da equação da umidade relativa, foi denominada a ea. A partir dos valores de es e ea, foi calculado o DPV. Além disso, também foi fornecido o balanço hídrico, do qual será utilizado como base para discussão apenas os valores de déficit hídrico de cada mês (dados disponibilizados pela Fundação Procafé) (Tabela 1).

Tabela 1 - Temperatura média, mínima, máxima, déficit de pressão de vapor (DPV) e déficit hídrico (DEF) do cafeeiro em Varginha – MG.

Mês	Temperatura média (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	DPV (kPa)	DEF (mm)
Fevereiro/2017	22,9	17,7	29,4	0,69	0
Março/2017	22	17,3	28,4	0,58	0
Abril/2017	20,9	16,2	27,0	0,53	0
Maió/2017	18,4	14,0	24,5	0,40	0
Junho/2017	17,2	12,3	24,6	0,47	0
Julho/2017	15,8	10,7	21,7	0,54	0
Agosto/2017	18,1	11,2	25,9	0,64	29,1
Setembro/2017	21	13,5	28,7	1,12	39,7
Outubro/2017	22,2	16,3	29,1	0,86	13,1
Novembro/2017	21,5	16,9	27,3	0,66	0
Dezembro/2017	22,2	17,9	28,4	0,53	0
Janeiro/2018	22,6	18,3	29,0	0,57	0
Fevereiro/2018	21,9	17,9	27,8	0,48	0
Abril/2018	20,6	15,8	26,9	0,56	8,3
Maió/2018	18,5	13,2	25,6	0,50	35,4
Junho/2018	17,1	11,9	23,3	0,40	50,7
Julho/2018	16,8	11,4	23,0	0,50	90,5
Agosto/2018	17,7	12,1	24,6	0,54	64,1
Setembro/2018	20,3	14,5	27,2	0,70	31,9
Outubro/2018	21,3	17,1	27,1	0,46	1

Fonte: Fundação Procafé.

3.1 Trocas gasosas

As trocas gasosas foram medidas utilizando-se o analisador de gás por infravermelho (IRGA – LI-6400XT Portable Photosynthesis System, LI-COR, Lincoln, USA), em folhas completamente expandidas, nas respectivas divisões da planta, em uma mesma planta ao longo

de todo o período experimental. As avaliações foram: taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e radiação fotossinteticamente ativa (PAR). As avaliações foram realizadas considerando a PAR incidente em cada folha, a temperatura, umidade e concentração de CO_2 do ar. As medições foram realizadas no mesmo dia da coleta destrutiva, no entanto, sempre em uma mesma planta marcada desde o início do experimento.

3.2 Análises de crescimento

Foram avaliados a altura da planta, comprimento de cada fração do ramo ortotrópico, número de ramos plagiotrópicos e comprimento de cada fração do ramo plagiotrópico. Em cada porção do ramo plagiotrópico foram avaliados o número de folhas, área foliar, número de rosetas e número de frutos em cada estágio de desenvolvimento com base na escala fenológica proposta por Pezzopane et al. (2003).

Para a determinação da área foliar foi realizada uma amostragem de 10% do número total de folhas de cada parte dos ramos. A área foliar foi calculada a partir da medição do comprimento e largura da folha através do uso de uma régua e multiplicado pelo fator de correção do café (RIGHI, 2005). Em seguida, todos os ramos, folhas e frutos de cada parte da planta foram armazenados em sacos pardos e levados à estufa de circulação forçada de ar a $65^\circ C$ até peso constante, quando foi realizada a pesagem do material vegetal em balança digital para obtenção de sua massa seca. As folhas secas em estufa foram utilizadas para se estabelecer uma relação entre a área foliar e a massa seca. A estimativa da área foliar total foi realizada com base no peso e área foliar das folhas amostradas a partir de uma regra de três simples.

3.3 Estatística

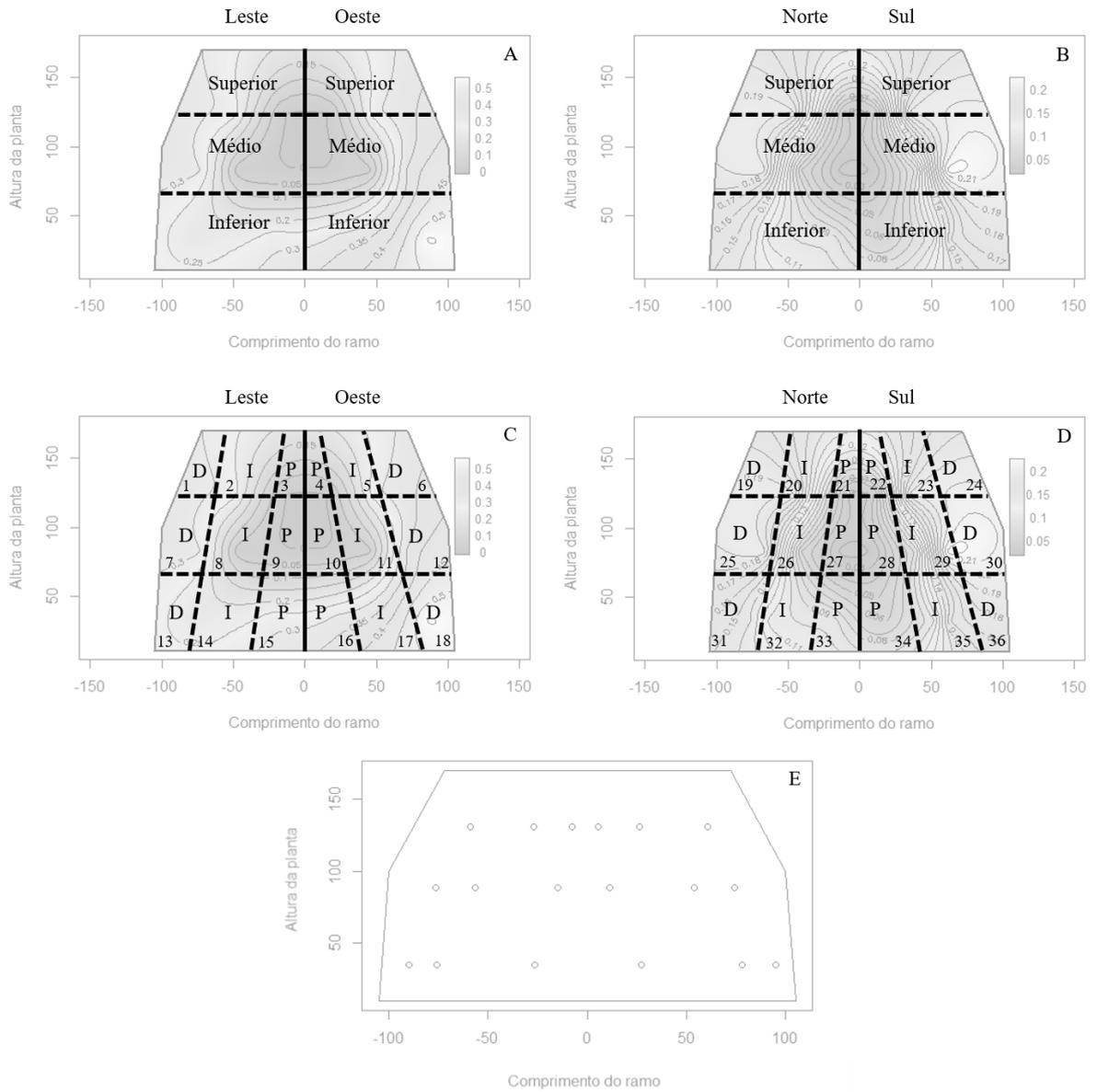
O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com avaliação no tempo. Os dados obtidos foram submetidos à análise geoestatística, utilizando-se o software estatístico R (R Core Team, 2019) e o pacote geoR (RIBEIRO Jr; DIGGLE, 2018). Foi realizada uma análise de krigagem para predição dos dados e foram gerados mapas das plantas no sentido leste-oeste e norte-sul para cada mês de coleta e variável.

Na figura 3 é possível observar cada mapa gerado de acordo com a divisão feita na planta de café. Inicialmente, o marco zero no mapa, representa o ramo ortotrópico. Foram gerados dois mapas para cada variável, o mapa ao lado esquerdo compreende a face Leste-Oeste (FIGURA 3A) e o mapa ao lado direito compreende a face Norte-Sul (FIGURA 3B). No

primeiro mapa, o lado leste encontra-se à esquerda do ramo ortotrópico, e, o lado oeste, à direita do mesmo (FIGURA 3A). No segundo mapa, o lado norte encontra-se à esquerda do ramo ortotrópico, e, o lado sul, à direita do mesmo (FIGURA 3B).

As plantas coletadas foram divididas verticalmente em porção superior, médio e inferior em cada uma das faces, sendo representadas pelas figuras 3A e 3B. Ainda, houve a divisão horizontal do ramo em porção proximal (P), intermediário (I) e distal (D) conforme apresentado nas figuras 3C e 3D. Dessa forma, totalizaram 36 partes da planta, enumeradas de 1 a 36 (FIGURA 3C e 3D). Os nomes de cada uma dessas partes estão apresentados na tabela 2. A figura 3E representa a malha de pontos, onde exatamente foi coletado o dado na planta para que fossem feitas as análises e gerados os mapas.

Figura 3 - Representação esquemática da divisão dos mapas.



Fonte: Do autor (2019).

Tabela 2 - Identificação das partes da planta.

Número	Nome	Número	Nome
1	Leste superior distal	19	Norte superior distal
2	Leste superior intermediário	20	Norte superior intermediário
3	Leste superior proximal	21	Norte superior proximal
4	Oeste superior proximal	22	Sul superior proximal
5	Oeste superior intermediário	23	Sul superior intermediário
6	Oeste superior distal	24	Sul superior distal
7	Leste médio distal	25	Norte médio distal
8	Leste médio intermediário	26	Norte médio intermediário
9	Leste médio proximal	27	Norte médio proximal
10	Oeste médio proximal	28	Sul médio proximal
11	Oeste médio intermediário	29	Sul médio intermediário
12	Oeste médio distal	30	Sul médio distal
13	Leste inferior distal	31	Norte inferior distal
14	Leste inferior intermediário	32	Norte inferior intermediário
15	Leste inferior proximal	33	Norte inferior proximal
16	Oeste inferior proximal	34	Sul inferior proximal
17	Oeste inferior intermediário	35	Sul inferior intermediário
18	Oeste inferior distal	36	Sul inferior distal

Fonte: Do autor (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

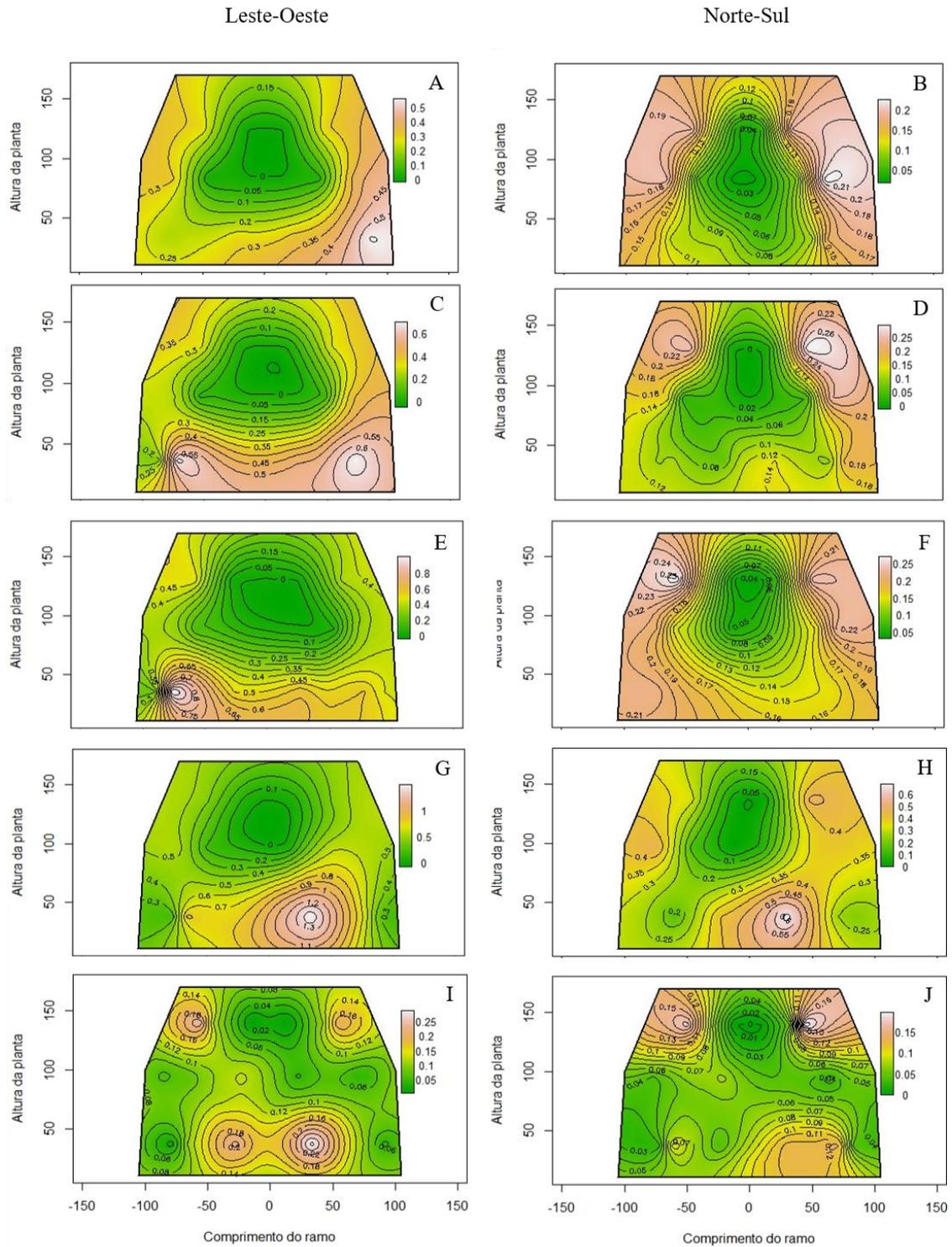
Foram realizadas análises de crescimento em cafeeiros (*Coffea arabica* cv. Arara) nos meses de fevereiro, março, abril, junho, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2017 e, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e outubro de 2018.

A área foliar nos meses de fevereiro, março, abril e junho de 2017 nas faces leste-oeste (FIGURA 4A, 4C, 4E e 4G) e norte-sul (FIGURA 4B, 4D, 4F e 4H), apresentou aumento progressivo do ramo proximal para distal nas porções superior, média e inferior. Em geral, na face leste-oeste foi possível observar valores maiores quando comparados os mesmos meses com a face norte-sul. Houve um aumento progressivo da área foliar do mês de fevereiro de 2017 a junho de 2017 na face leste-oeste e na face norte-sul.

O maior valor encontrado no mês de fevereiro de 2017 na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo distal (FIGURA 4A). Observando a face norte-sul no mês de fevereiro, os maiores valores estavam nas porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 4B). Nos meses de março e abril de 2017 os maiores valores foram observados no lado leste da porção inferior dos ramos proximal e intermediário apresentando uma queda na porção distal e maiores valores no lado oeste da porção inferior dos ramos proximal, intermediário e distal (FIGURA 4C e 4E). Na face norte-sul, os maiores valores encontrados foram em ambas faces na porção superior do ramo distal (FIGURA 4D e 4F). Em junho de 2017 as faces leste-oeste e norte-sul tiveram a mesma dinâmica, em que o maior valor encontrado na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo proximal e, na face norte-sul, no lado sul da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 4G e 4H).

A dinâmica da copa do cafeeiro foi bastante alterada após a colheita no mês de junho de 2017. A próxima análise após a colheita ocorreu no mês de setembro de 2017. Ao comparar a área foliar do mês de setembro com os meses anteriores, este apresentou menor valor tanto na face leste-oeste como na face norte-sul (FIGURA 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F, 4G, 4H, 4I e 4J). Ainda assim, os valores da face leste-oeste foram superiores aos valores da face norte-sul (FIGURA 3I e 3J). Na face leste-oeste os maiores valores encontrados foram na porção superior do ramo distal e na porção inferior do ramo proximal. Já na face norte-sul, apenas a porção superior do ramo distal apresentou maiores valores de área foliar (FIGURA 4I e 4J).

Figura 4 - Isolinhas referente à área foliar (m^2) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
Fonte: Do autor (2019).

Após a colheita dos frutos em junho, o cafeeiro começou a sua recuperação vegetativa, uma vez que, no mês de setembro (FIGURA 4I e 4J) foi observada uma redução drástica da área foliar. Nessa recuperação, a dinâmica da planta foi alterada a cada mês até ser estabelecido novamente um padrão. Dos meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (FIGURA 5A, 5B, 5C, 5D, 5E, 5F, 5G, 5H, 5I e 5J) observou-se um crescente aumento da área foliar ao longo dos meses, exceto no mês de dezembro de 2017 (FIGURA 5E e 5F). Em geral, a partir do mês de janeiro de 2018, a face leste-oeste apresentou valores maiores de área foliar quando comparados com a face norte-sul (FIGURA 5G, 5H, 5I e 5J).

No mês de outubro de 2017 na face leste-oeste (FIGURA 5A), na porção superior da planta, a dinâmica foi de aumento da área foliar conforme se distanciou do ramo ortotrópico tanto no lado leste como no lado oeste. Na porção média, a área foliar não apresentou alteração ao longo do ramo tanto no lado leste como no lado oeste. Já na porção inferior, houve redução da área foliar no sentido do ramo proximal ao distal tanto no lado leste como no lado oeste. A face norte-sul no mês de outubro (FIGURA 5B) apresentou a mesma dinâmica da face leste-oeste, exceto na porção inferior, em que não houve alteração da área foliar ao longo do ramo plagiotrópico.

Na face leste-oeste do mês de novembro de 2017 (FIGURA 5C), ocorreu um aumento de área foliar na porção superior do ramo proximal ao distal tanto no lado leste como no lado oeste. A porção média começou a ter a sua dinâmica alterada e observou-se uma tendência de aumento da área foliar do ramo proximal ao distal, mas apenas no lado oeste. No entanto, o lado leste teve o valor da sua área foliar dobrada quando comparado ao mês de outubro na mesma porção, apesar de não apresentar diferença ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico. Na porção inferior, houve aumento da área foliar do ramo proximal ao intermediário e depois redução do ramo intermediário ao distal tanto no lado leste como no lado oeste (FIGURA 5C). Ainda no mês de novembro, na face norte-sul (FIGURA 5D), o cafeeiro obteve um aumento progressivo da sua área foliar nas porções superior e média do ramo proximal ao distal. Já a porção inferior, teve a mesma dinâmica da porção inferior da face leste-oeste, no qual dispôs de um aumento do ramo proximal a intermediário e posteriormente uma redução do ramo intermediário ao distal tanto no lado norte como no lado sul (FIGURA 5D).

A dinâmica foi diferente nos três estratos, superior, médio e inferior no mês de dezembro de 2017, na face leste-oeste (FIGURA 5E). Na porção superior observou-se aumento da área foliar tanto no lado leste como no lado oeste do ramo proximal ao distal. Já a porção média, apresentou em valores, área foliar maior que a porção superior, no entanto, é a mesma em todo

o comprimento do ramo plagiotrópico. A porção inferior, indicou área foliar maior do que a da porção média e houve uma redução do ramo proximal ao distal (FIGURA 5E). Na face norte-sul (FIGURA 5F), apenas apresentou aumento da área foliar do ramo proximal ao distal na porção superior tanto no lado norte como no lado sul. Nas porções média e inferior basicamente não houve alterações da área foliar (FIGURA 5F).

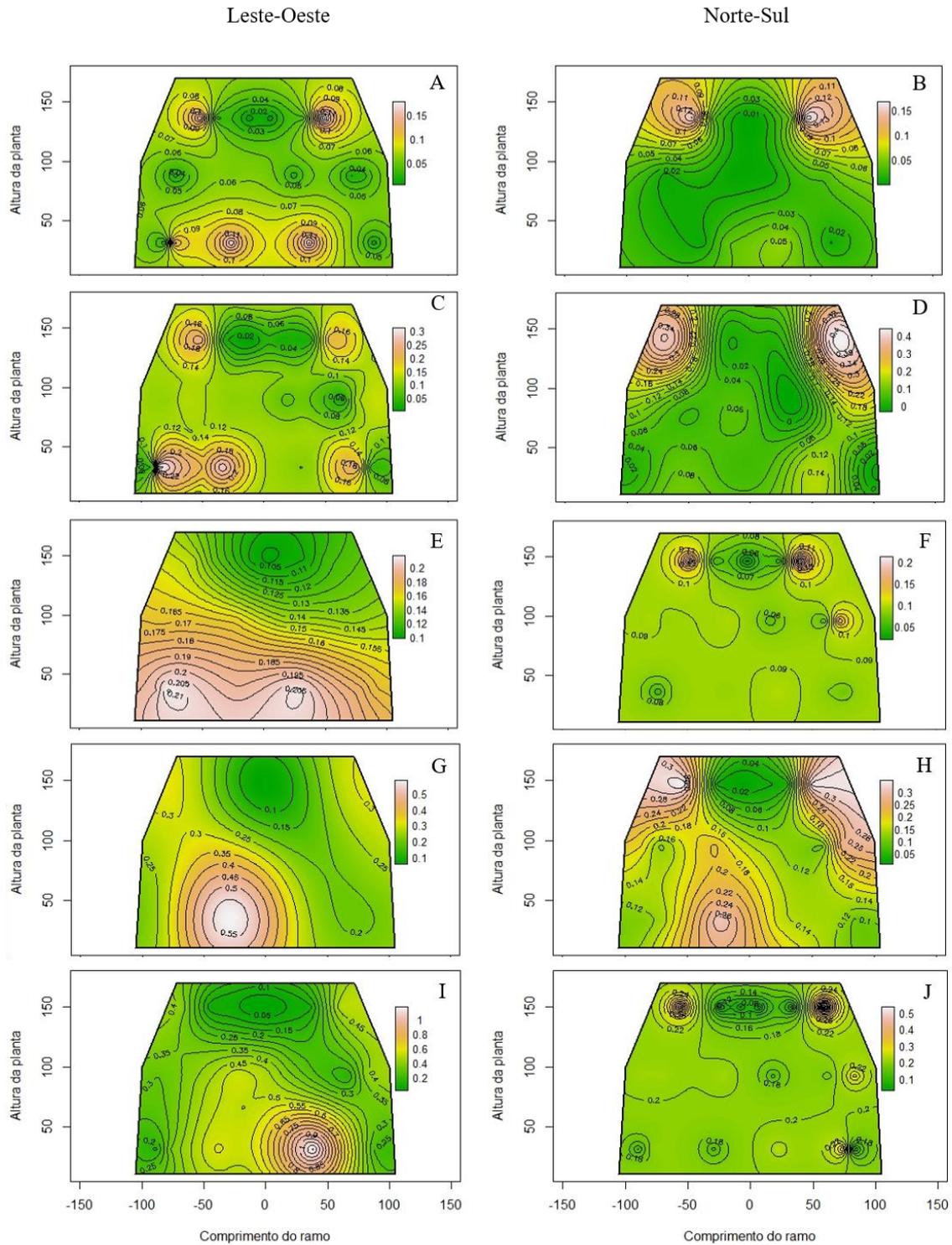
Em janeiro de 2018, na face leste-oeste (FIGURA 5G), foi observado aumento da área foliar na porção superior e média do ramo proximal ao distal tanto no lado leste como no lado oeste. Já na porção inferior, no lado leste, observou-se redução do ramo proximal ao distal e no lado oeste não houve alterações da área foliar ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico (FIGURA 5G). A face norte-sul (FIGURA 5H) apresentou aumento da área foliar na porção superior do ramo proximal ao distal tanto no lado norte como no lado sul. Na porção média, houve redução da área foliar do ramo proximal ao intermediário e aumento do ramo intermediário ao distal também em norte-sul. Já na porção inferior, houve redução do ramo proximal ao distal em ambas as porções (Figura 5H).

Houve um aumento da área foliar no mês de fevereiro de 2018, na face leste-oeste (FIGURA 5I), na porção superior do ramo proximal ao distal e o inverso ocorreu na porção inferior nos lados leste e oeste. Na porção média, houve redução do ramo proximal ao intermediário e depois aumento do ramo intermediário ao distal também em ambas porções (FIGURA 5I). Na face norte-sul (FIGURA 5J), foi observado aumento na face norte do ramo proximal ao distal apenas na porção superior. A porção média e inferior não apresentou diferença na área foliar ao longo do ramo plagiotrópico. Já na face sul, esse aumento ocorre tanto na porção superior como na porção médio, porém na porção inferior houve redução do ramo proximal ao distal (FIGURA 5J).

Nos meses de outubro e novembro de 2017, os maiores valores de área foliar observados na face leste-oeste, foram no lado leste da porção superior do ramo distal e porção inferior dos ramos proximal e intermediário. E no lado oeste, foram verificados maiores valores na porção superior do ramo distal e porção inferior do ramo proximal (FIGURA 5A e 5C). Na face norte-sul, os maiores valores observados de área foliar foram em ambos os lados na porção superior do ramo distal (FIGURA 5B e 5D). Em dezembro de 2017, na face leste-oeste, os maiores valores foram em ambos os lados na porção inferior dos ramos proximal e intermediário (FIGURA 5E). Já na face norte-sul, foi também em ambos os lados da porção superior do ramo distal (FIGURA 5F). Em janeiro de 2018, o maior valor observado na face leste-oeste foi no lado leste na porção inferior do ramo proximal, e na face norte-sul, foi em ambos os lados na

porção superior do ramo distal (FIGURA 5G e 5H). Em fevereiro de 2018, o maior valor obtido na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo proximal, e na face norte-sul, foi em ambos os lados da porção superior do ramo distal (FIGURA 5I e 5J).

Figura 5 - Isolinhas referente à área foliar (m^2) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) e fevereiro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

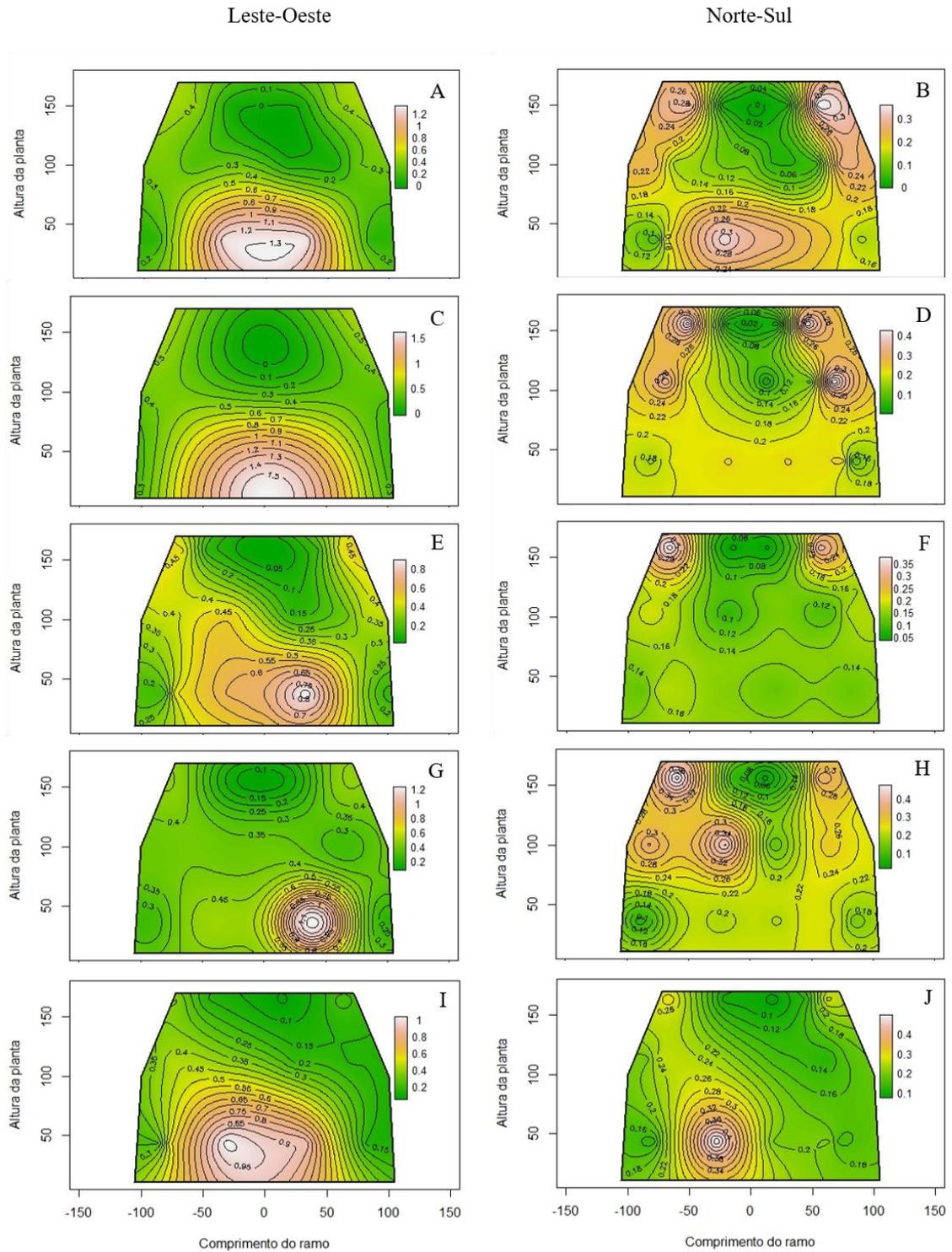


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

A área foliar parece ter atingido o seu máximo, uma vez que nos próximos meses ela se manteve aproximadamente igual, exceto pelo mês de maio de 2018 (FIGURA 6E e 6F). O cafeeiro teve uma tendência tanto na face leste-oeste como na face norte-sul de aumento da área foliar na porção superior do ramo proximal ao distal nos meses de março, abril, maio, junho e outubro de 2018 (FIGURA 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F, 6G, 6H, 6I e 6J). Na porção média, a área foliar permaneceu igual ao longo do ramo plagiotrópico nos meses de março, abril, junho e outubro na face leste-oeste (FIGURA 6A, 6C, 6G e 6I). Com relação ao mês de maio de 2018 na face leste-oeste houve aumento da área foliar na porção média do ramo proximal ao distal, assim como na face norte-sul nos meses de março, abril, maio, junho e outubro de 2018 (FIGURA 6B, 6D, 6E, 6F, 6H e 6J). Na porção inferior, houve redução do ramo proximal ao distal em todos os meses e em ambas faces (FIGURA 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F, 6G, 6H, 6I e 6J).

Os maiores valores de área foliar observados em cada mês na face leste-oeste foram, nos meses de março e abril, na porção inferior do ramo proximal (FIGURA 6A e 6C). Em maio e junho, apenas no lado oeste da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 6E e 6G). E em outubro, no lado leste do ramo proximal (FIGURA 6I). Já na face norte-sul, os maiores valores observados no mês de março, foram no lado norte da porção inferior do ramo proximal e no lado sul da porção superior do ramo distal (FIGURA 6B), no mês de abril, no lado norte da porção superior do ramo distal e no lado sul da porção superior e médio do ramo distal (FIGURA 6D), e no mês de maio, em ambos os lados, apenas na porção superior do ramo distal (FIGURA 6F). Referente ao mês de junho, os maiores valores observados foram apenas no lado norte da porção superior do ramo distal e porção médio do ramo intermediário (FIGURA 6H), e no mês de outubro, no lado norte da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 6J).

Figura 6 - Isolinhas referente à área foliar (m^2) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de março (A e B), abril (C e D), maio (E e F), junho (G e H) e outubro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



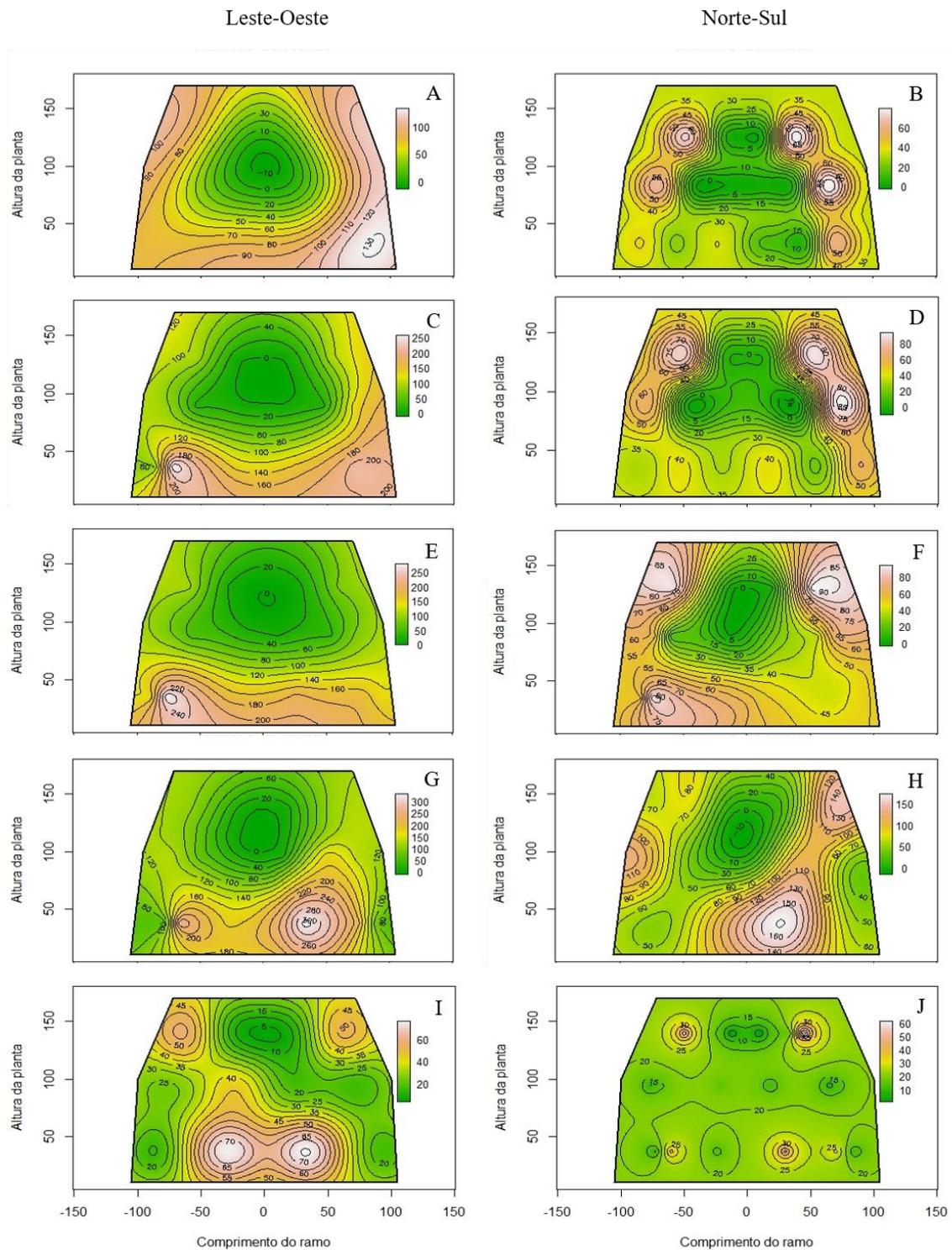
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

Com relação ao número de folhas nos meses de fevereiro, março, abril e junho de 2017 nas faces leste-oeste e norte-sul (FIGURA 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G e 7H), ocorreu aumento progressivo do ramo proximal para o ramo distal nas porções superior e média. Na porção inferior, em geral, o número de folhas diminuiu no ramo distal. A face leste-oeste, quando comparada com a face norte-sul apresentou valores maiores de número de folhas para os mesmos meses (FIGURA 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G e 7H). Houve um aumento progressivo do número de folhas nos meses de fevereiro de 2017 a junho de 2017 tanto na face leste-oeste quanto na face norte-sul (FIGURA 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G e 7H).

O maior valor encontrado para número de folhas no mês de fevereiro de 2017 na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo distal (FIGURA 7A). Observando a face norte-sul no mês de fevereiro, os maiores valores foram identificados nas porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 7B), nos meses de março e abril de 2017, no lado leste do ramo proximal e intermediária apresentando uma queda na porção distal e maiores valores no lado oeste da porção inferior dos ramos proximal, intermediária e distal (FIGURA 7C e 7E). Na face norte-sul, os maiores valores encontrados foram em ambas as porções superior do ramo distal (FIGURA 7D e 7F). Em junho de 2017 a face leste-oeste e norte-sul exibiu a mesma dinâmica, em que o maior valor observado na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo proximal e, na face norte-sul, no lado sul na porção inferior do ramo proximal (FIGURA 7G e 7H).

Quando se compara o mês de setembro com os meses anteriores, este é o mês com menor número de folhas tanto na face leste-oeste como na face norte-sul (FIGURA 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G, 7H, 7I e 7J). Ainda assim, os valores da face leste-oeste são superiores aos valores da face norte-sul (FIGURA 7I e 7J). Na face leste-oeste os maiores valores encontrados foram nos lados leste e oeste da porção superior do ramo distal e da porção inferior do ramo proximal. Já na face norte-sul, apenas na porção superior do ramo distal (FIGURA 7I e 7J).

Figura 7 – Isolinhas referente ao número de folhas do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



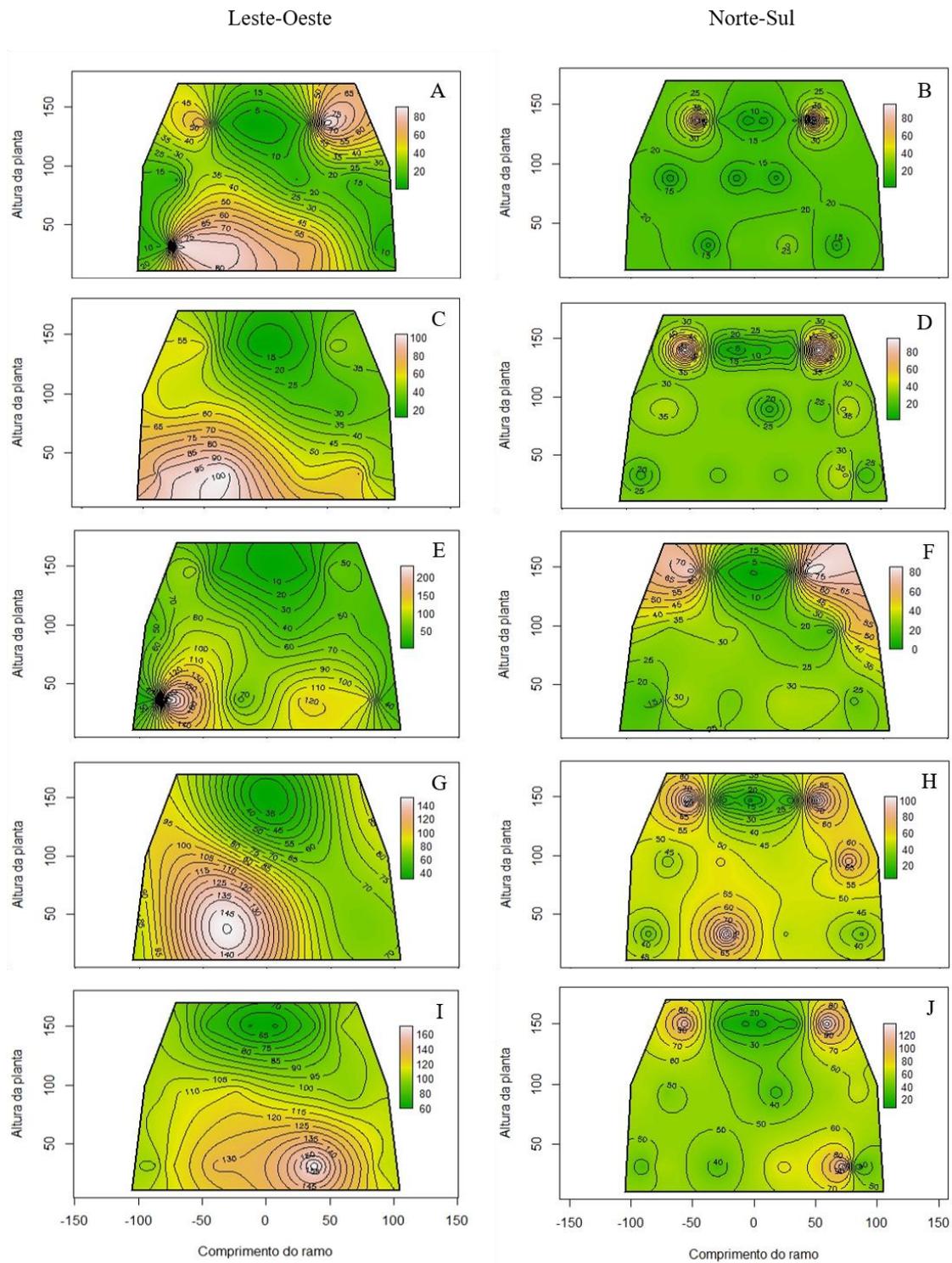
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

Após a colheita dos frutos no mês de junho, o cafeeiro iniciou a sua recuperação vegetativa. A partir do mês de outubro de 2017 ao mês de fevereiro de 2018 (FIGURA 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I e 8J) observou-se um crescente aumento do número de folhas. Em geral, a face leste-oeste mostrou valores maiores no número de folhas quando comparados com a face norte-sul nos mesmos meses (FIGURA 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I e 8J).

Nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017, e janeiro e fevereiro de 2018 na face leste-oeste e norte-sul (FIGURA 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I e 8J), nas porções superior e média, a dinâmica foi de aumento do número de folhas conforme se distancia do ramo ortotrópico. Na porção inferior, o número de folhas em geral aumentou do ramo proximal ao intermediário e posteriormente reduziu do ramo intermediário ao distal em todos os meses e ambas as faces (FIGURA 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I e 8J).

Na face norte-sul, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017, a dinâmica foi similar. O número de folhas aumentou em ambos os lados na porção superior do ramo proximal ao distal, mas nas porções médio e inferior pouca diferença entre as partes da planta foi observada (FIGURA 8A, 8B, 8C, 8D, 8E e 8F). Em relação aos meses de janeiro e fevereiro de 2018, a dinâmica na porção superior foi similar em ambos os lados dos meses anteriores, enquanto que na porção médio, no lado norte, o número de folhas decresceu do ramo intermediário ao distal no mês de janeiro e em fevereiro manteve-se constante, e, no lado sul ocorreu decréscimo no ramo proximal ao distal. Na porção inferior, no mês de janeiro, no lado norte ocorreu redução do ramo intermediário ao distal e, no mês de fevereiro manteve-se constante, assim como ocorrido na porção médio. Ocorreu decréscimo do número de folhas no lado sul do ramo intermediário ao distal. Enquanto que em outubro, novembro e dezembro de 2017, e, janeiro e fevereiro de 2018, os maiores valores de número de folhas em geral foram encontrados na porção inferior do ramo proximal e intermediário da face leste-oeste, na face norte-sul, os maiores valores foram encontrados na porção superior do ramo distal (FIGURA 8G, 8H, 8I e 8J).

Figura 8 – Isolinhas referente ao número de folhas do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) e fevereiro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



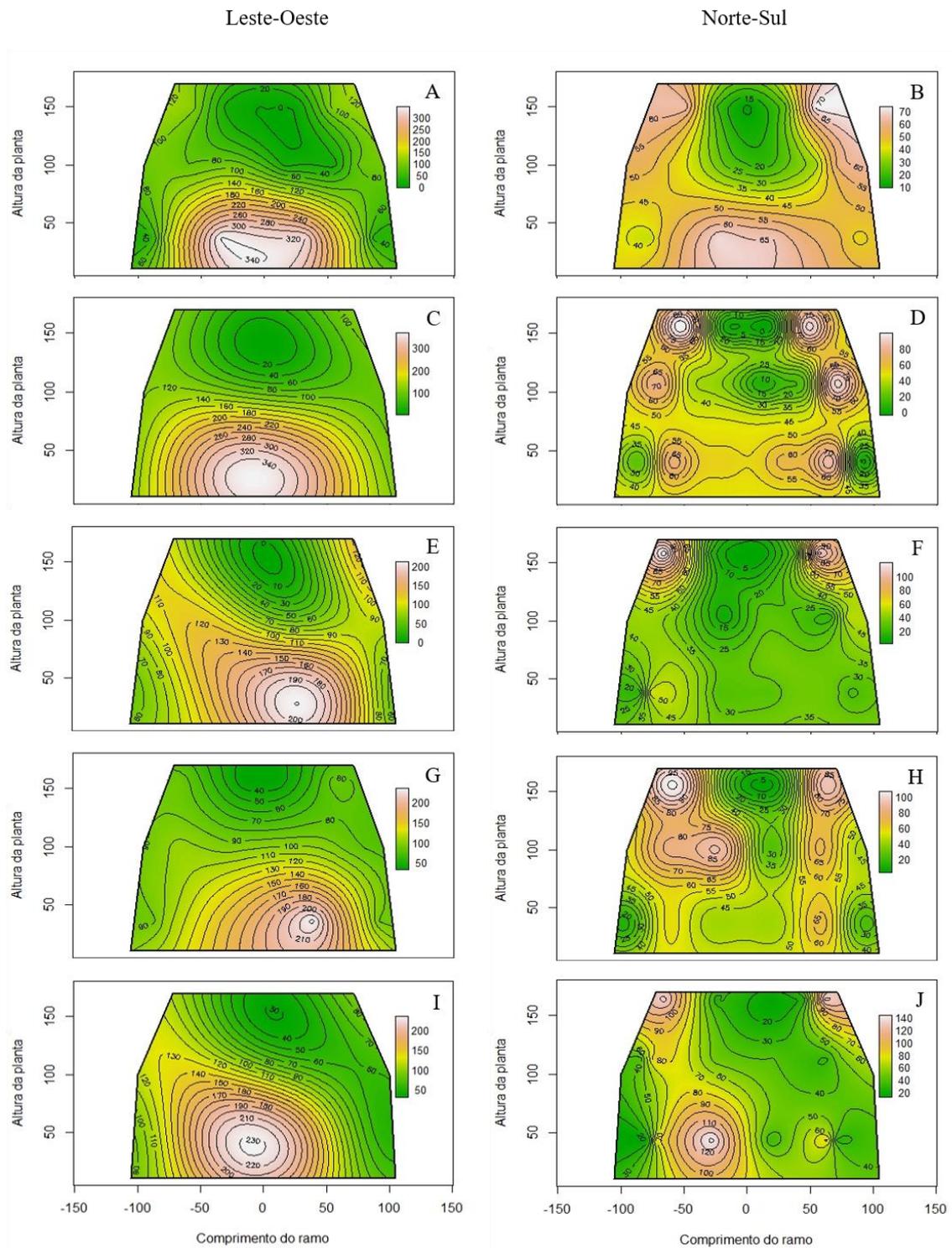
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

O número de folhas continuou aumentando na face leste-oeste até o mês de março de 2018 (FIGURA 9A), e, se manteve constante no mês de abril de 2018 (FIGURA 9C). Apresentou uma queda no mês de maio de 2018 que se manteve até o mês de outubro de 2018 (FIGURA 9E, 9G e 9I). O oposto ocorreu na face norte-sul, em que houve uma queda no mês de março de 2018 e posteriormente foi aumentando até o mês de outubro de 2018 (FIGURA 9B, 9D, 9F, 9H e 9J). A face leste-oeste apresentou maior número de folhas quando comparado mês a mês com a face norte-sul (FIGURA 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F, 9G, 9H, 9I, 9J).

O cafeeiro apresentou tanto na face leste-oeste como na face norte-sul aumento do número de folhas nas porções superior e médio do ramo proximal ao distal nos meses de março, abril, maio, junho e outubro de 2018, com exceção do lado sul no mês de outubro de 2018 o qual não apresentou diferença ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico na porção média. Ainda no mês de outubro de 2018, o lado norte apresentou uma queda no ramo distal (FIGURA 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F, 9G, 9H, 9I e 9J). Na porção inferior, a tendência em todos os meses e em ambas faces foi de que houve redução do proximal ao distal (FIGURA 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F, 9G, 9H, 9I e 9J).

Na face leste-oeste, o maior número de folhas observado no mês de março de 2018 foi na porção inferior do ramo proximal, e, na face norte-sul tanto na porção superior do ramo distal como na porção inferior do ramo proximal (FIGURA 9A e 9B). No mês de abril de 2018, a face leste-oeste apresentou a mesma dinâmica do mês de março de 2018, no entanto, na face norte-sul, os maiores valores observados foram na porção superior do ramo distal e no lado sul na porção médio do ramo distal (FIGURA 9C e 9D). Nos meses de maio e junho de 2018, o maior valor de número de folhas da face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo proximal, e, na face norte-sul na porção superior do ramo distal (FIGURA 9E, 9F, 9G e 9H), já no mês de outubro de 2018, na face leste-oeste foi observado no lado leste do ramo proximal, e, na face norte-sul, no lado norte na porção inferior do ramo proximal, seguido da porção superior do ramo distal, em ambas as faces (FIGURA 9I e 9J).

Figura 9 - Isolinhas referente ao número de folhas do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de março (A e B), abril (C e D), maio (E e F), junho (G e H) e outubro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



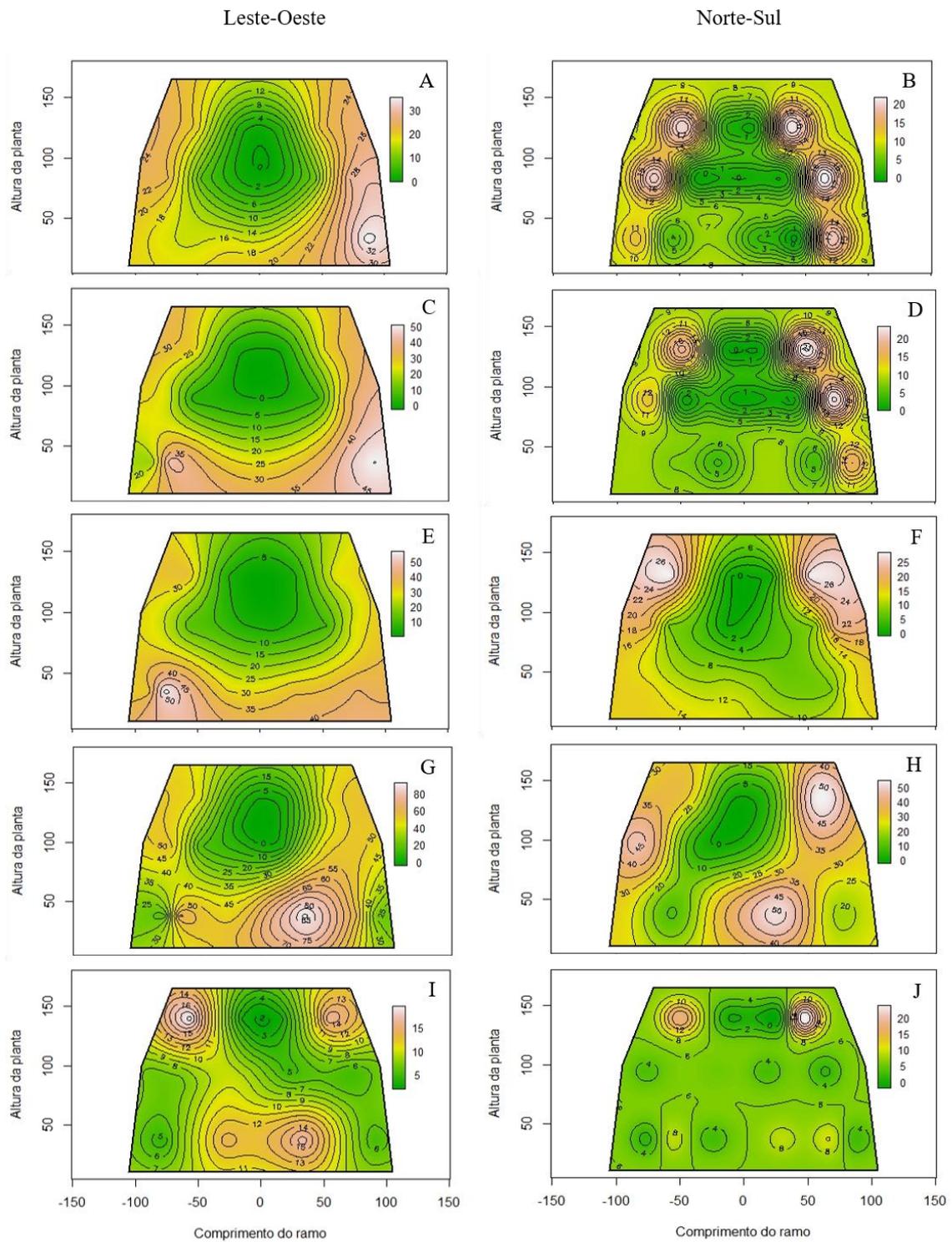
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

Nos meses de fevereiro, março, abril e junho de 2017 nas faces leste-oeste e norte-sul (FIGURA 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G e 10H), ocorreu aumento progressivo da massa seca de folhas do ramo proximal para o distal nas porções superior e média. Na porção inferior, a massa seca de folhas diminuiu no ramo distal no mês de março no lado leste e, no mês de junho em ambas os lados (FIGURA 10C e 10G). Nos demais meses e faces, na porção inferior, a massa seca de folhas aumentou do ramo intermediário para o distal. Em geral, a face leste-oeste apresentou valores maiores de massa seca de folhas quando comparados o mesmo mês com a face norte-sul (FIGURA 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G e 10H). Houve um aumento progressivo da massa seca de folhas nos meses de fevereiro a junho de 2017 tanto na face leste-oeste quanto na face norte-sul (FIGURA 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G e 10H).

O maior valor de massa seca de folhas encontrado em fevereiro de 2017, na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo distal (FIGURA 10A). Observando a face norte-sul, os maiores valores estão nas porções superior e médio do ramo distal, assim como na porção inferior do lado sul do ramo distal (FIGURA 10B). Nos meses de março e abril de 2017, os maiores valores foram observados no lado leste do ramo intermediário apresentando uma queda no ramo distal e maiores valores no lado oeste da porção inferior do ramo distal (FIGURA 10C e 10E). Na face norte-sul, os maiores valores encontrados foram na porção superior do ramo distal, e na porção média do lado sul do ramo distal (FIGURA 10D e 10F). No mês de junho de 2017, a face leste-oeste e norte-sul indicaram dinâmica parecida, em que o maior valor encontrado foi no lado oeste da porção inferior do ramo proximal e, o lado sul na porção superior do ramo distal e porção inferior do ramo proximal (FIGURA 10G e 10H).

Ao se comparar o mês de setembro de 2017 com os meses anteriores, este é o mês com menor massa seca folhas na face leste-oeste e face norte-sul (FIGURA 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G, 10H, 10I e 10J). Ainda assim, os valores da face leste-oeste foram superiores aos valores da face norte-sul (FIGURA 10I e 10J). Na face leste-oeste os maiores valores encontrados foram na porção superior do ramo distal e porção inferior do ramo proximal. Já na face norte-sul, apenas nas porções superior do ramo distal (FIGURA 10I e 10J).

Figura 10 - Isolinhas referente à massa seca de folhas (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Norte-Sul e Leste-Oeste.



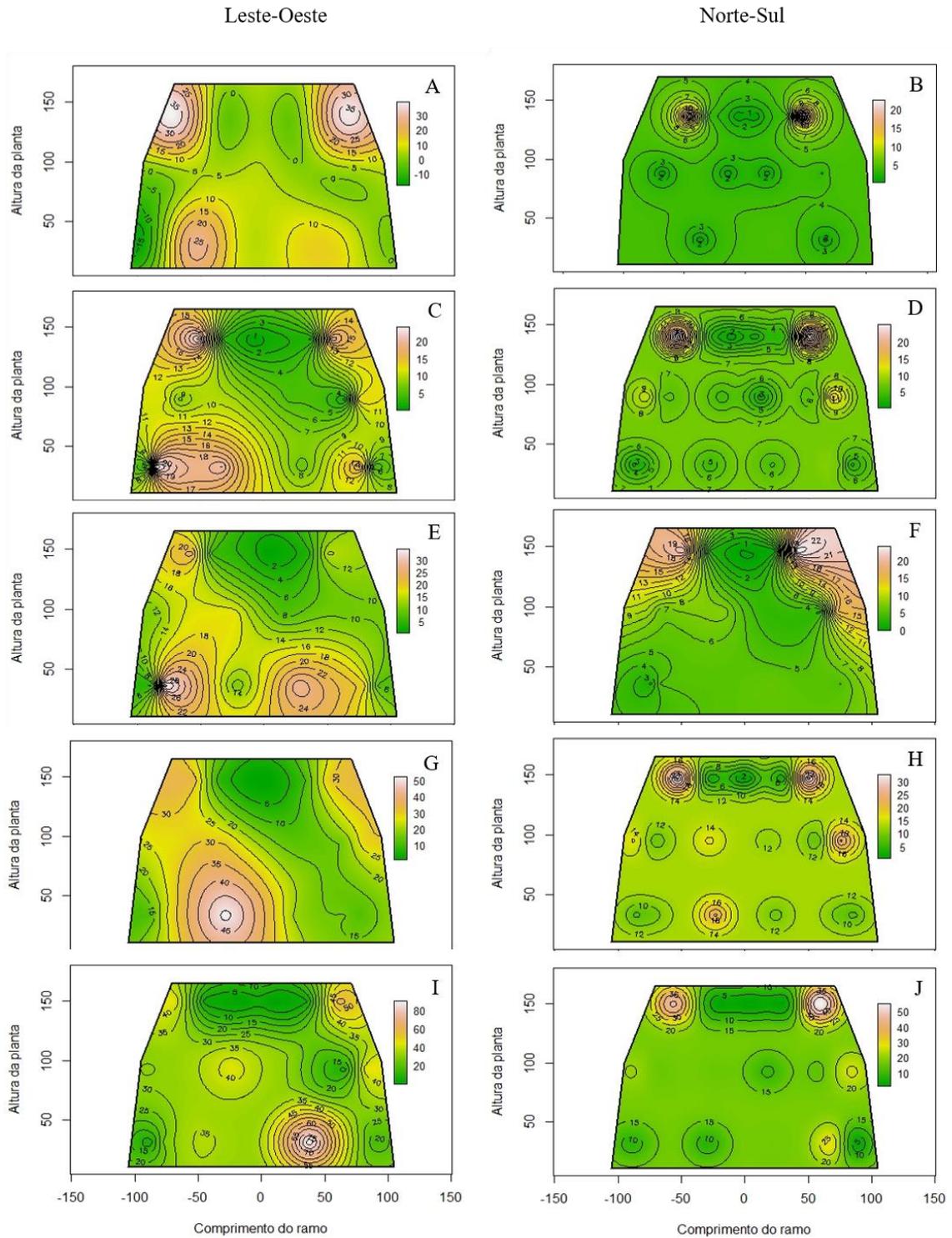
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

Para a massa seca de folhas nos meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (FIGURA 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11I e 11J), observou-se um crescente aumento ao longo dos meses, exceto na face leste-oeste do mês de novembro de 2017. Em geral, a face leste-oeste apresentou valores maiores quando comparados com a face norte-sul de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (FIGURA 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11I e 11J).

Nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017, e janeiro e fevereiro de 2018 na face leste-oeste e norte-sul (FIGURA 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11I e 11J), na porção superior e média, a dinâmica foi de aumento da massa seca de folhas do ramo proximal ao distal. Na porção inferior, a massa seca de folhas em geral aumentou do ramo proximal ao intermediário e posteriormente reduziu do ramo intermediário ao distal em todos os meses na face leste-oeste, mas na face norte-sul não foram encontradas alterações ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico (FIGURA 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11I e 11J).

Os maiores valores de massa seca de folhas em geral foram encontrados na porção inferior dos ramos proximal e intermediário do lado leste nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018 e no lado oeste no mês de fevereiro de 2018. Na face norte-sul, os maiores valores foram encontrados na porção superior do ramo distal nos meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (FIGURA 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11I e 11J).

Figura 11 - Isolinhas referente à massa seca de folhas (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) e fevereiro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



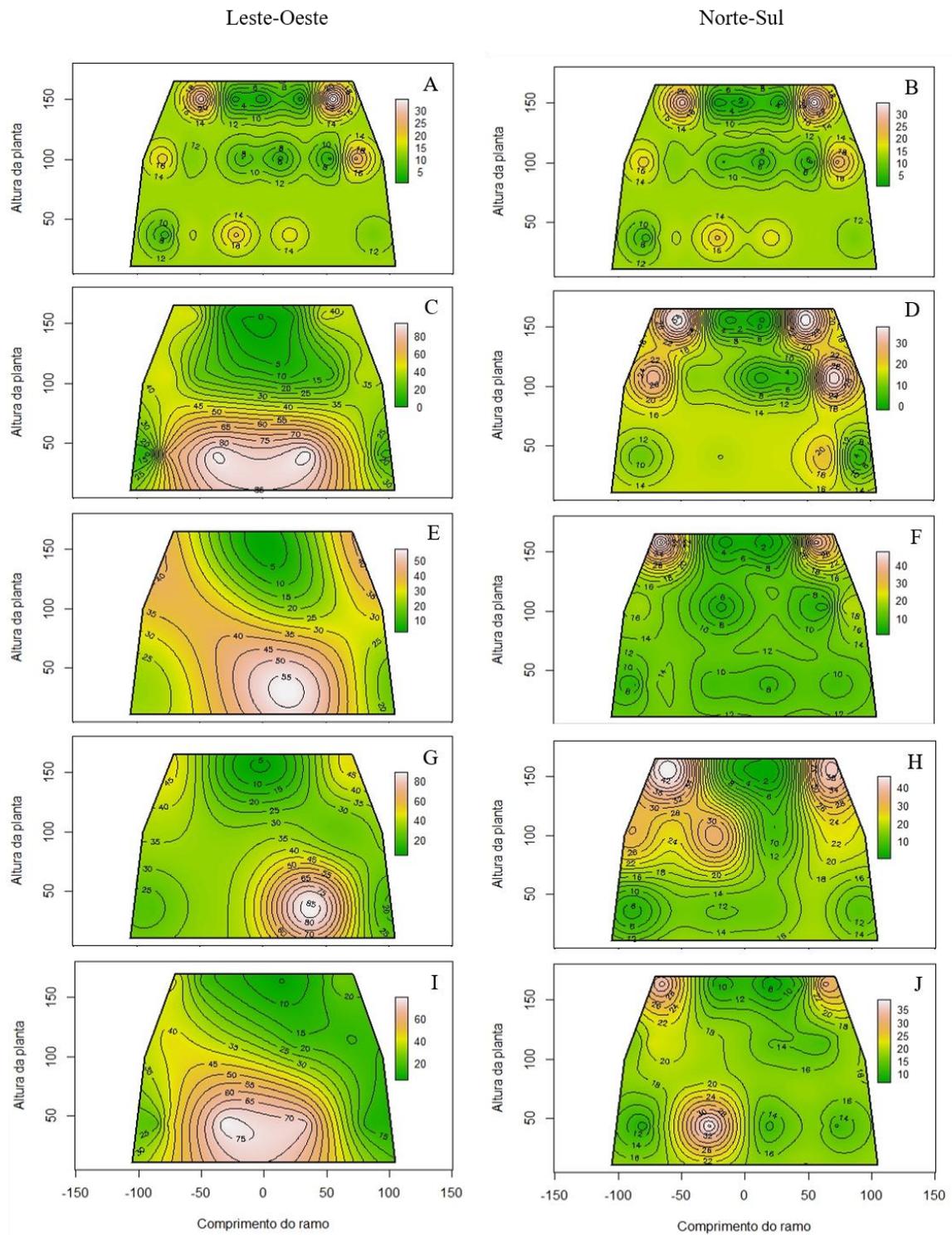
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

A massa seca de folhas apresentou uma queda no mês de março de 2018 tanto na face leste-oeste como na face norte-sul (FIGURA 12A e 12B). Até o mês de junho de 2018, observou-se um aumento em ambas as faces, exceto no mês de maio de 2018, na face leste-oeste. No mês de outubro houve uma queda na massa seca de folhas após a colheita do ano de 2018 (FIGURA 12C, 12D, 12E, 12F, 12G, 12H, 12I, 12J). Assim como nos outros meses, a face leste-oeste possui maior massa seca de folhas quando comparado mês a mês com a face norte-sul (FIGURA 12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 12F, 12G, 12H, 12I, 12J).

O cafeeiro apresentou tanto na face leste-oeste como na face norte-sul aumento da massa seca de folhas nas porções superior e médio do ramo proximal ao distal nos meses de março, abril, maio, junho e outubro de 2018, com exceção do lado sul no mês de outubro de 2018, o qual não apresentou diferença ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico na porção média e também, a face norte apresentou uma queda no ramo distal (FIGURA 12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 12F, 12G, 12H, 12I e 12J). Na porção inferior, a tendência em todos os meses e em ambas as faces foi de redução do ramo proximal ao distal, exceto para os meses de maio e junho na face norte-sul, em que não houve diferença na massa seca de folhas ao longo do ramo plagiotrópico (FIGURA 12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 12F, 12G, 12H, 12I e 12J).

Os maiores valores de massa seca de folhas observado no mês de março de 2018, na face leste-oeste e norte-sul foram na porção superior do ramo distal (FIGURA 12A e 12B). No mês de abril de 2018, na face leste-oeste, os maiores valores obtidos foram na porção inferior do ramo proximal, já na face norte-sul, na porção superior do ramo distal (FIGURA 12C e 12D). A dinâmica foi similar nos meses de maio e junho de 2018, e os maiores valores de massa seca de folhas, na face leste-oeste foram encontrados no lado oeste da porção inferior do ramo proximal, e na face norte-sul, na porção superior do ramo distal (FIGURA 12E, 12F, 12G e 12H). No mês de outubro de 2018, a maior massa seca de folhas na face leste-oeste foi observada na porção inferior do ramo proximal, e, na face norte-sul, apenas no lado norte da porção inferior do ramo intermediário (FIGURA 12I e 12J).

Figura 12 - Isolinhas referente à massa seca de folhas (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de março (A e B), abril (C e D), maio (E e F), junho (G e H) e outubro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



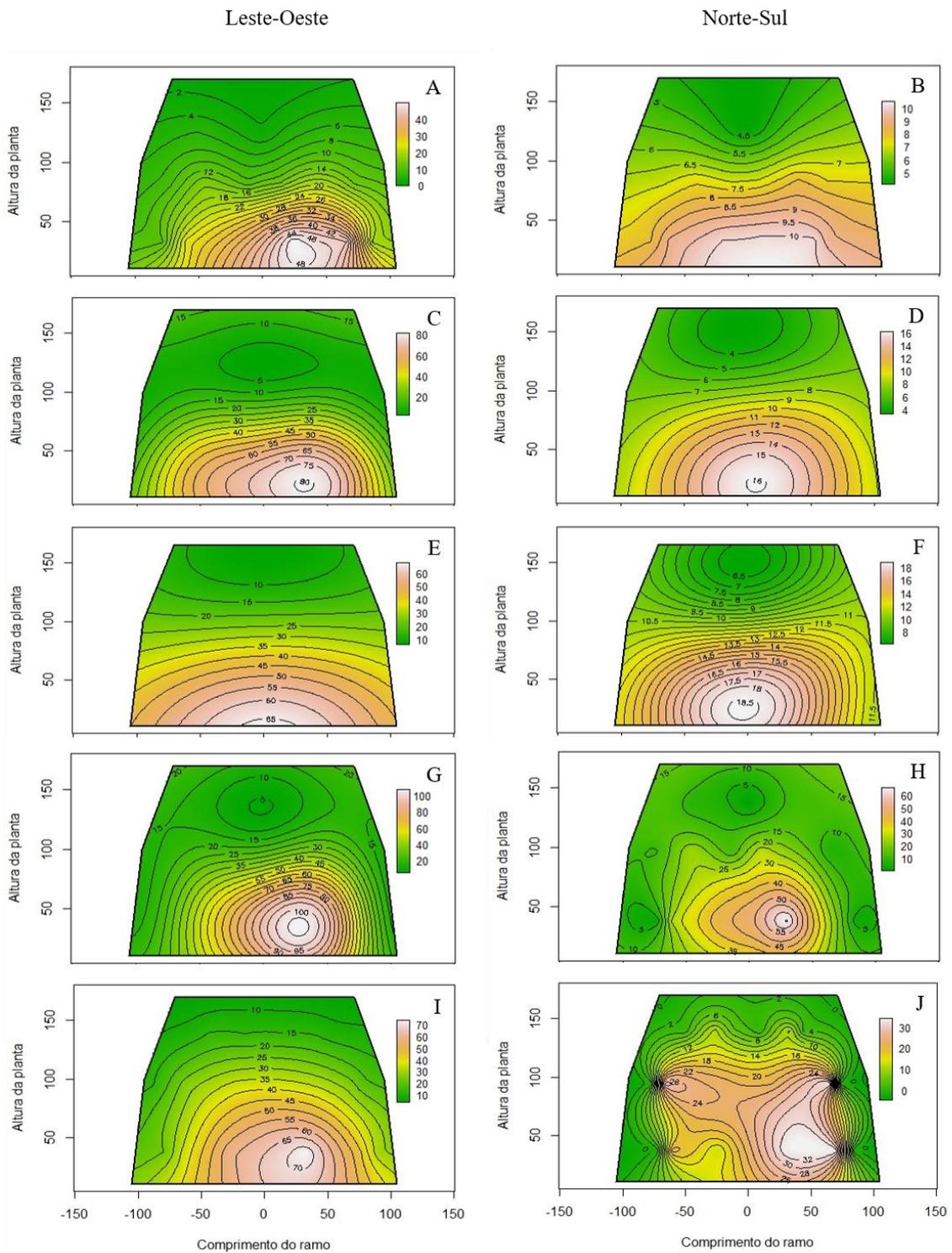
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
 Fonte: Do autor (2019).

A massa seca de ramos aumentou tanto na face leste-oeste como na face norte-sul dos meses de fevereiro até junho de 2017 (FIGURA 13A, 13B, 13C, 13D, 13E, 13F, 13G e 13H). Após a colheita realizada no mês de junho, os valores encontrados no mês de setembro apresentaram redução na massa seca de ramos (FIGURA 13I e 13J). A face leste-oeste sempre exibiu a massa seca de ramos superior quando comparada com a face norte-sul em cada mês (FIGURA 13A, 13B, 13C, 13D, 13E, 13F, 13G, 13H, 13I e 13J).

A dinâmica da massa seca de ramos no cafeeiro cultivar Arara ao longo dos meses é similar, na porção superior tanto na face leste-oeste como na face norte-sul, se mostrou constante ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico (FIGURA 13A, 13B, 13C, 13D, 13E, 13F, 13G, 13H, 13I e 13J). Na porção média, os valores se mantiveram constante ao longo do ramo plagiotrópico em ambas as faces nos meses de fevereiro, março e abril de 2017 (FIGURA 13A, 13B, 13C, 13D, 13E e 13F). Já nos meses de junho e setembro de 2017, a porção média tem uma redução na massa seca ramos do ramo intermediário ao distal (FIGURA 13G, 13H, 13I, 13J). E, na porção inferior, foi observado em todos os meses e em ambas as faces uma redução no ramo proximal ao distal (FIGURA 13A, 13B, 13C, 13D, 13E, 13F, 13G, 13H, 13I e 13J).

O maior valor de massa seca de ramos obtido no mês de fevereiro na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 13A), e o mesmo ocorreu para os meses de março, junho e setembro de 2017 (FIGURA 13C, 13G e 13I). No mês de abril, o maior valor foi observado na face leste-oeste da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 13E). Na face norte-sul, os maiores valores obtidos nos meses de fevereiro, março e abril de 2017 foram na porção inferior do ramo proximal (FIGURA 13B, 13D e 13F). Nos meses de junho e outubro, foi apenas no lado sul do ramo proximal (FIGURA 13H e 13J).

Figura 13 - Isolinhas referente à massa seca de ramos (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



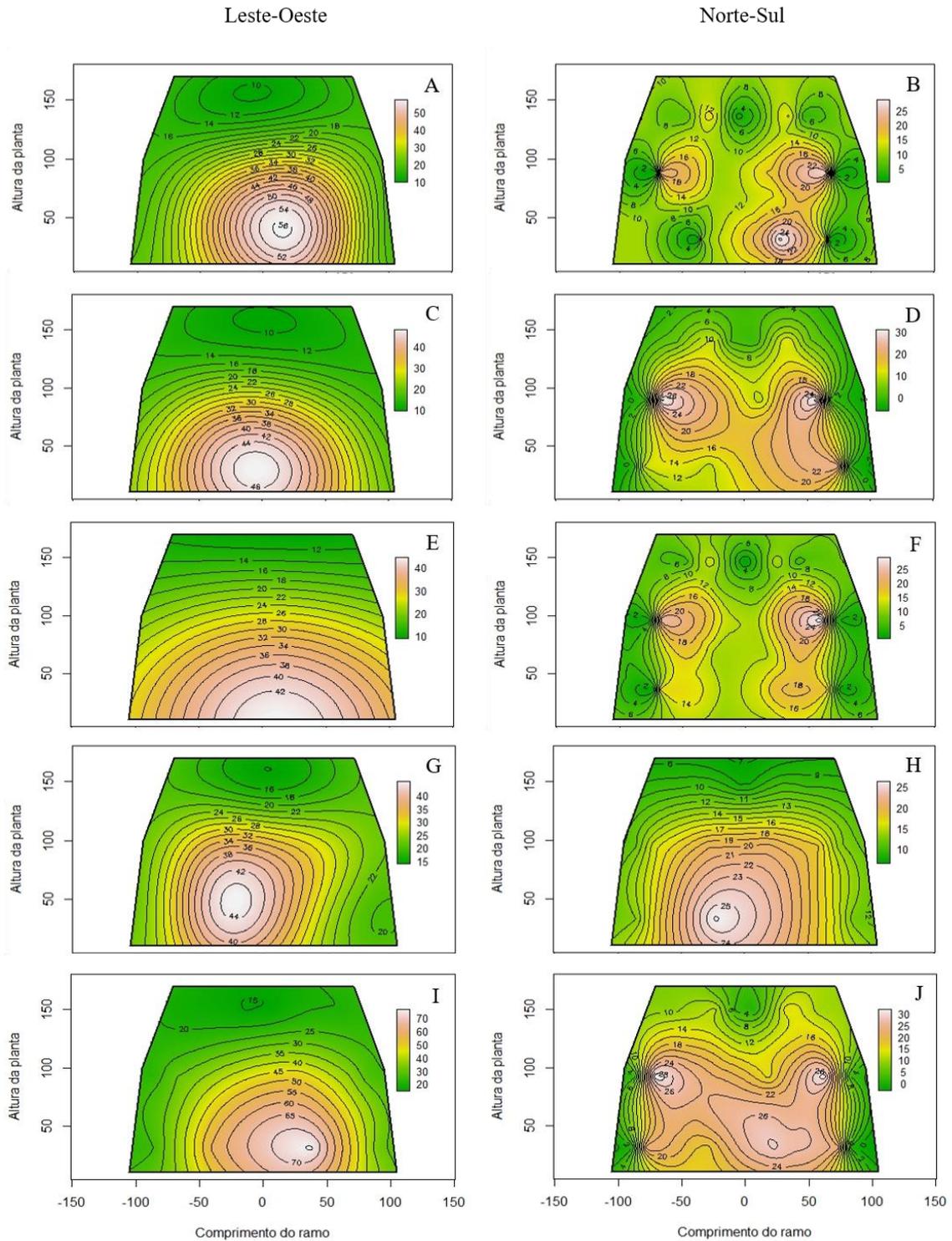
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
Fonte: Do autor (2019).

No mês de outubro de 2017, a massa seca de ramos apresentou uma queda e se manteve constante até o mês de janeiro de 2018 (FIGURA 14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 14G, 14H, 14I e 14J). O mês de fevereiro apresentou um aumento para o mesmo valor do mês de setembro de 2017 tanto na face leste-oeste como na face norte-sul (FIGURA 13I, 13J, 14I e 14J). Os valores obtidos no mês fevereiro de 2018 foram superiores aos valores do mês de fevereiro de 2017. A face leste-oeste sempre apresentou a massa seca de ramos superior quando comparada com a face norte-sul em cada mês (FIGURA 14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 14G, 14H, 14I e 14J).

Na porção superior da face leste-oeste, a massa seca de ramos foi constante ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico (FIGURA 14A, 14C, 14E, 14G e 14I). Nas porções médio e inferior, em ambos os lados, ocorreu decréscimo da massa seca de ramos do ramo proximal ao distal. Já na face norte-sul, em todas as porções, houve aumento do ramo proximal para intermediário e redução do ramo intermediário para distal (FIGURA 14B, 14D, 14F, 14H e 14J).

O maior valor de massa seca de ramos no mês de outubro de 2017, na face leste-oeste foi no lado oeste da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 14A). Na face norte-sul, o maior valor foi no lado sul da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 14B). Nos meses de novembro e dezembro de 2017, o maior valor de massa seca de ramos em cada mês da face leste-oeste foi na porção inferior do ramo proximal (FIGURA 14C e 14E), e na face norte-sul foi na porção médio do ramo intermediário (FIGURA 14D e 14F). Além disso, no mês de janeiro de 2018, a maior massa seca de ramos da face leste-oeste foi obtida no lado leste da porção inferior do ramo proximal, e, na face norte-sul, foi no lado norte da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 14G e 14H). No mês de fevereiro de 2018, na face leste-oeste foi observada no lado oeste da porção inferior do ramo proximal e, na face norte-sul, na porção médio do ramo intermediário (FIGURA 14I e 14J).

Figura 14 - Isolinhas referente à massa seca de ramos (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) e fevereiro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

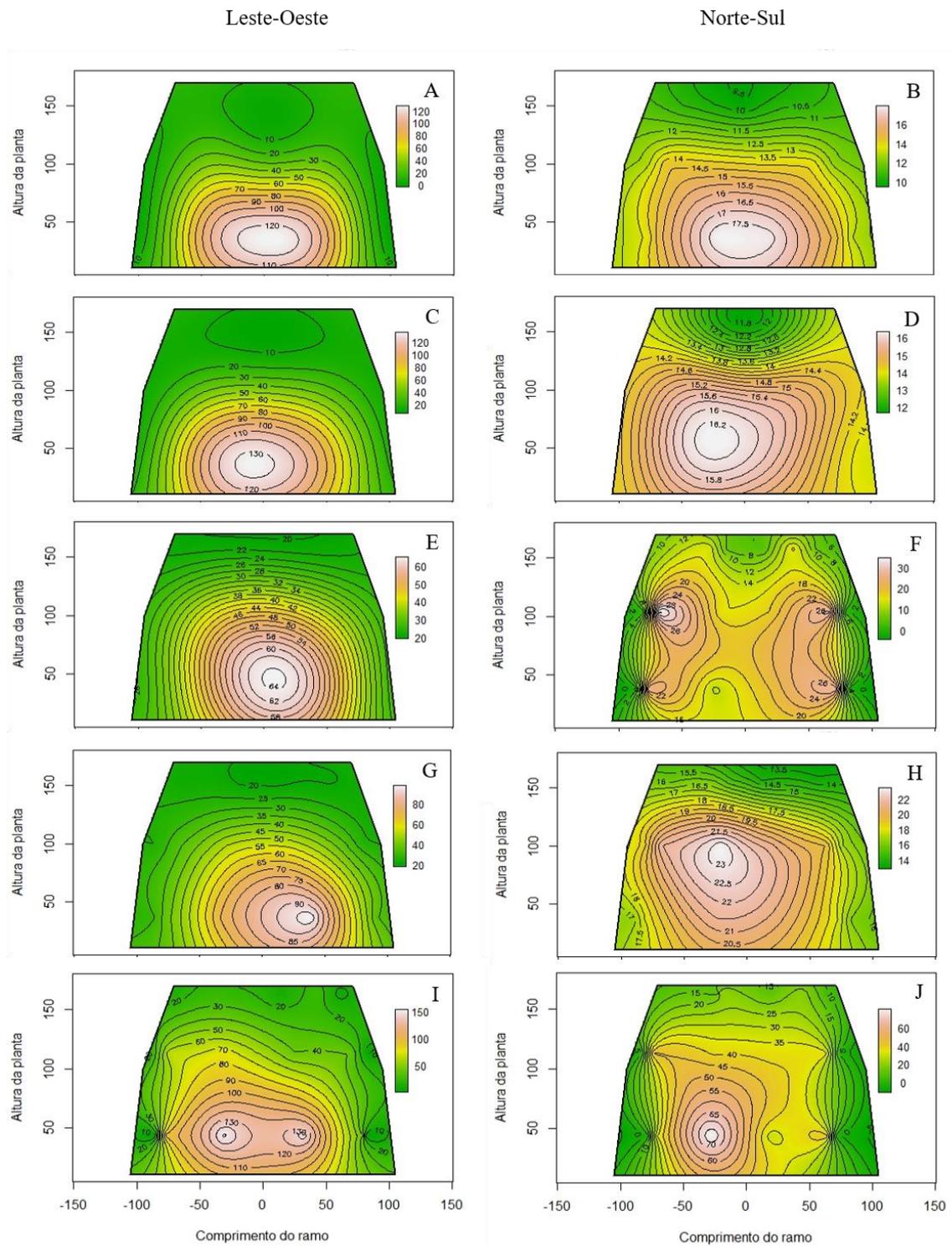
Na face leste-oeste, a massa seca de ramos apresentou um aumento no mês de março de 2018 e se manteve constante no mês de abril de 2018, quando então obteve decaimento no mês de maio de 2018 e sucessivos aumentos nos meses de junho e outubro de 2018 (FIGURA 15A, 15C, 15E, 15G e 15I). Já, na face norte-sul, ocorreu inicialmente uma queda no mês de março de 2018 e se manteve constante no mês de abril de 2018, quando em seguida ocorreram novos aumentos até o mês de outubro de 2018 (FIGURA 15B, 15D, 15F, 15H, 15J).

Os valores apresentados no mês de junho de 2018 foram inferiores aos de junho de 2017, mas os valores observados no mês de outubro de 2018 foram superiores aos valores apresentados em outubro de 2017 (FIGURA 13G, 13H, 14A, 14B, 15G, 15H, 15I, 15J). Na face leste-oeste foram apresentados valores de massa seca de ramos superior quando comparada com a face norte-sul em cada mês (FIGURA 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G, 15H, 15I e 15J).

Na porção superior na face leste-oeste, a massa seca de ramos foi constante ao longo do comprimento do ramo plagiotrópico (FIGURA 15A, 15C, 15E, 15G e 15I). Já na face norte-sul, na porção superior, houve aumento do ramo proximal para distal nos meses de março e abril, redução do ramo intermediário para distal no mês de maio e manteve-se constante nos meses de junho e outubro (FIGURA 15B, 15D, 15F, 15H e 15J). Na porção média e inferior, em ambas as faces, a massa seca de ramos teve redução do ramo intermediário para distal (FIGURA 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G, 15H, 15I e 15J).

Na face leste-oeste, os maiores valores de massa seca de ramos foram observados na porção inferior do ramo proximal, nos meses de março, abril, maio e outubro de 2018 (FIGURA 15A, 15C, 15E e 15I). No mês de junho, a maior massa seca de ramos foi observada apenas no lado oeste da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 15G). Na face norte-sul, nos meses de março e abril de 2018, a maior massa seca de ramos foi constatada nas porções médio e inferior do ramo proximal (FIGURA 15B e 15D), no mês de maio de 2018, nas porções médio e inferior do ramo intermediário (FIGURA 15F), no mês de junho de 2018, na porção médio do ramo proximal (FIGURA 15H), e no mês de outubro de 2018, no lado norte da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 15J).

Figura 15 - Isolinhas referente à massa seca de ramos (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de março (A e B), abril (C e D), maio (E e F), junho (G e H) e outubro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

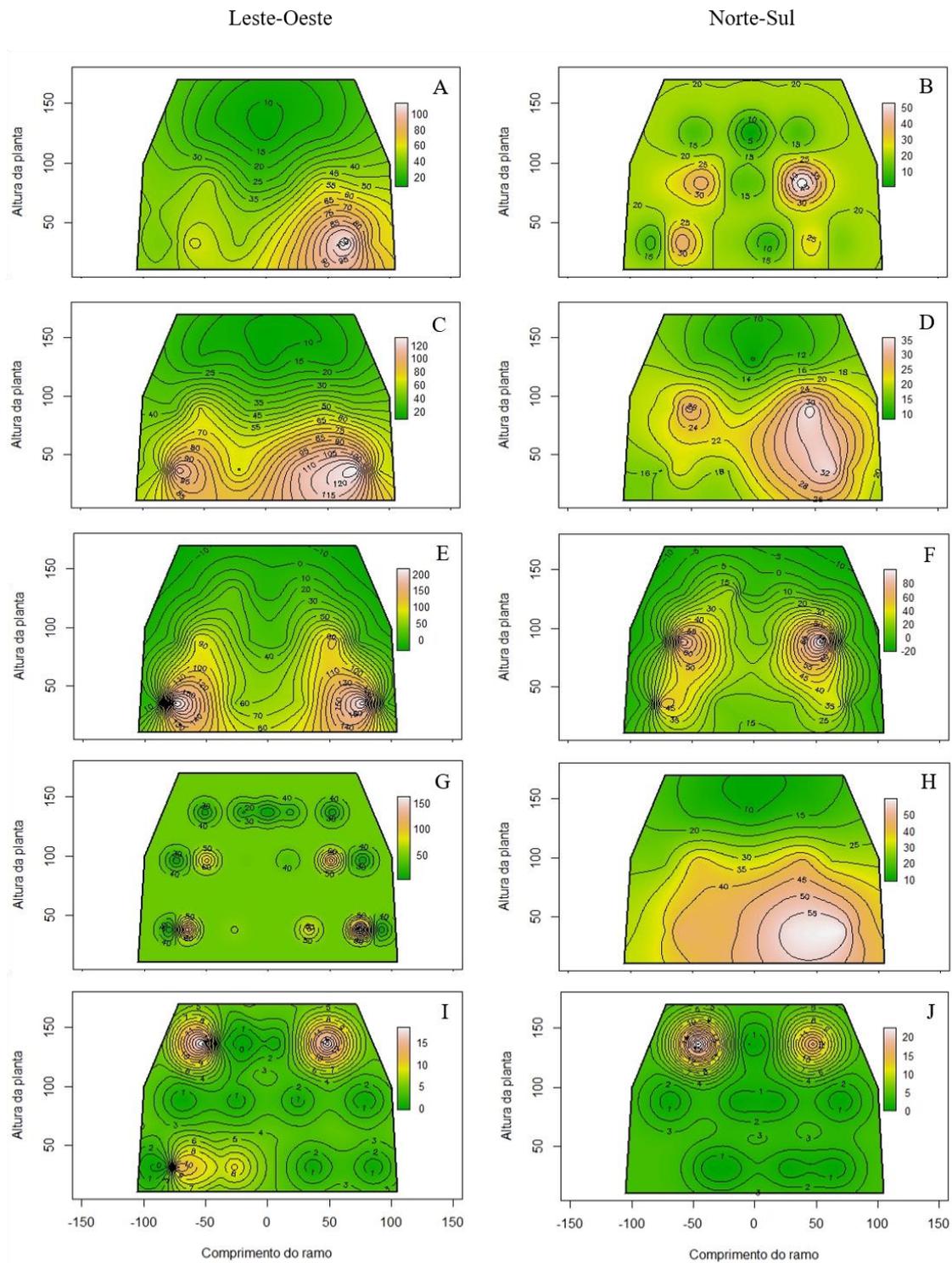


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

Ao avaliar o número de rosetas nos meses de fevereiro de 2017 até abril de 2017, foi possível constatar um aumento tanto na face leste-oeste quanto na face norte-sul, exceto no mês de março na face norte-sul, o qual apresentou um pequeno decréscimo (FIGURA 16A, 16B, 16C, 16D, 16E e 16F). No mês de junho há uma queda no número de rosetas em ambas as faces (FIGURA 16G e 16H). Finalizado esse ano de produção, o próximo se iniciou, e foi possível observar que é um ano de baixa produção, uma vez que as plantas de café apresentaram baixo número de rosetas no mês de outubro de 2017 nas faces leste-oeste e norte-sul (FIGURA 16I e 16J).

O número de rosetas foi maior na face leste-oeste quando comparado com a face norte-sul nos meses de fevereiro a junho de 2017, mês a mês, e igual no mês de outubro de 2017 (FIGURA 16A, 16B, 16C, 16D, 16E, 16F, 16G, 16H, 16I e 16J). Os maiores valores de número de rosetas foram encontrados nas porções média e inferior do ramo intermediário em ambas as faces dos meses de fevereiro a junho de 2017 e, houve uma tendência de aumento do número de rosetas da porção superior para a inferior. Esse padrão apresentou alteração no mês de outubro de 2017, após nova florada, e os maiores valores de número de rosetas foram encontrados na porção superior do ramo intermediário em ambas as faces (FIGURA 16A, 16B, 16C, 16D, 16E, 16F, 16G, 16H, 16I e 16J).

Figura 16 - Isolinhas referente ao número de rosetas do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e outubro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



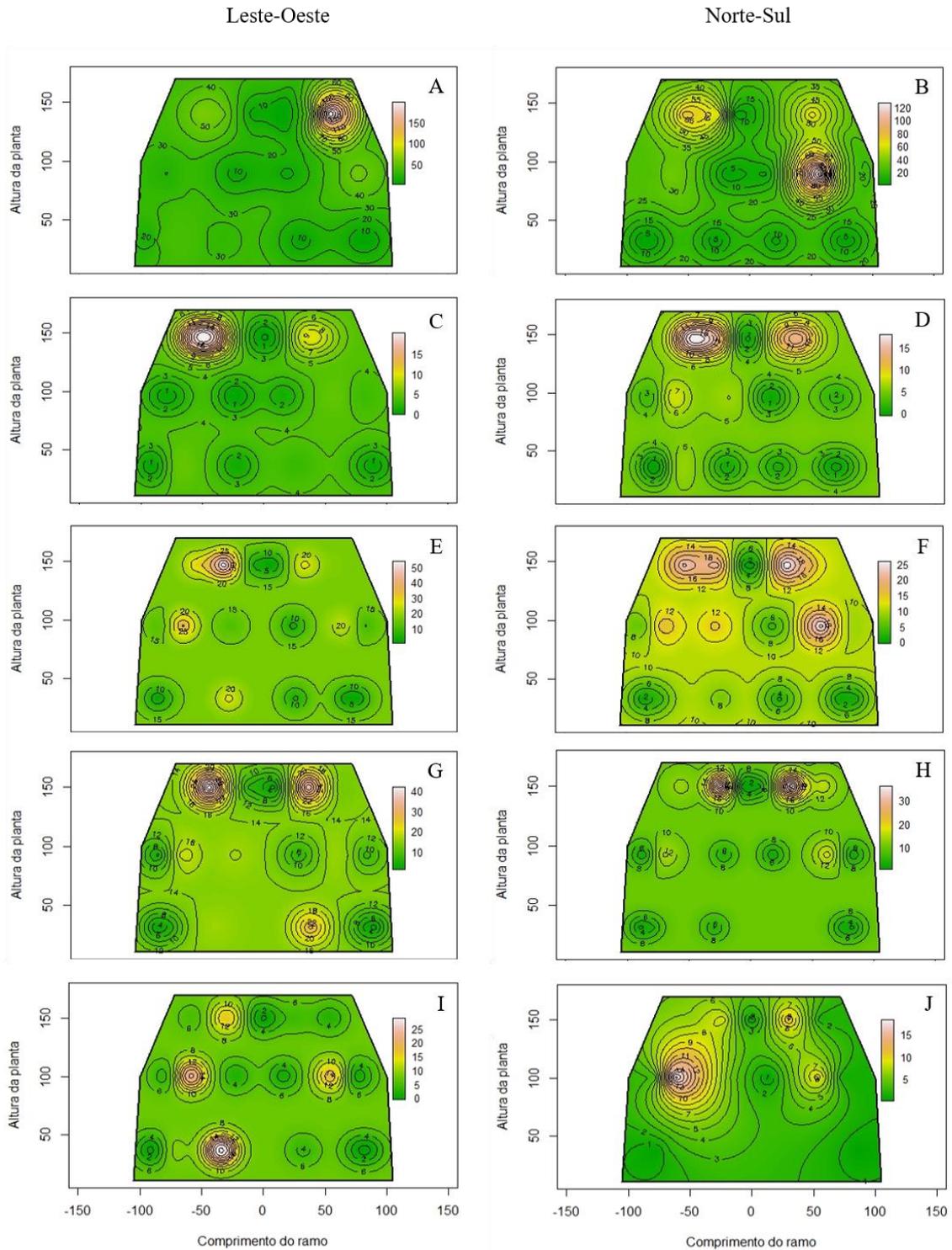
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.

Fonte: Do autor (2019).

No mês de novembro de 2017, o número de rosetas aumentou, no entanto apenas no lado oeste da porção superior do ramo intermediário, no lado norte da porção superior do ramo intermediário e no lado sul das porções superior e médio do ramo intermediário (FIGURA 17A e 17B). O cafeeiro tem várias floradas e essas plantas tiveram alta carga de frutos em junho de 2017, dessa forma, ocorreu uma oscilação no número de rosetas ao longo do tempo com quedas e aumentos em ambas as faces (FIGURA 17C, 17D, 17E, 17F, 17G, 17H, 17I e 17J).

Em geral, a face leste-oeste apresentou maior número de rosetas quando comparado mês a mês com a face norte-sul, com exceção do mês de dezembro de 2017 (FIGURA 17C, 17D, 17E, 17F, 17G, 17H, 17I e 17J). O número de rosetas foi similar em várias partes da planta, e, quando ele diferiu, foi maior nas partes intermediárias dos ramos plagiotrópicos e aumentaram da porção inferior em direção ao superior (FIGURA 17C, 17D, 17E, 17F, 17G, 17H, 17I e 17J).

Figura 17 - Isolinhas referente ao número de rosetas do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de novembro (A e B) e dezembro (C e D) de 2017 e janeiro (E e F), fevereiro (G e H) e março (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



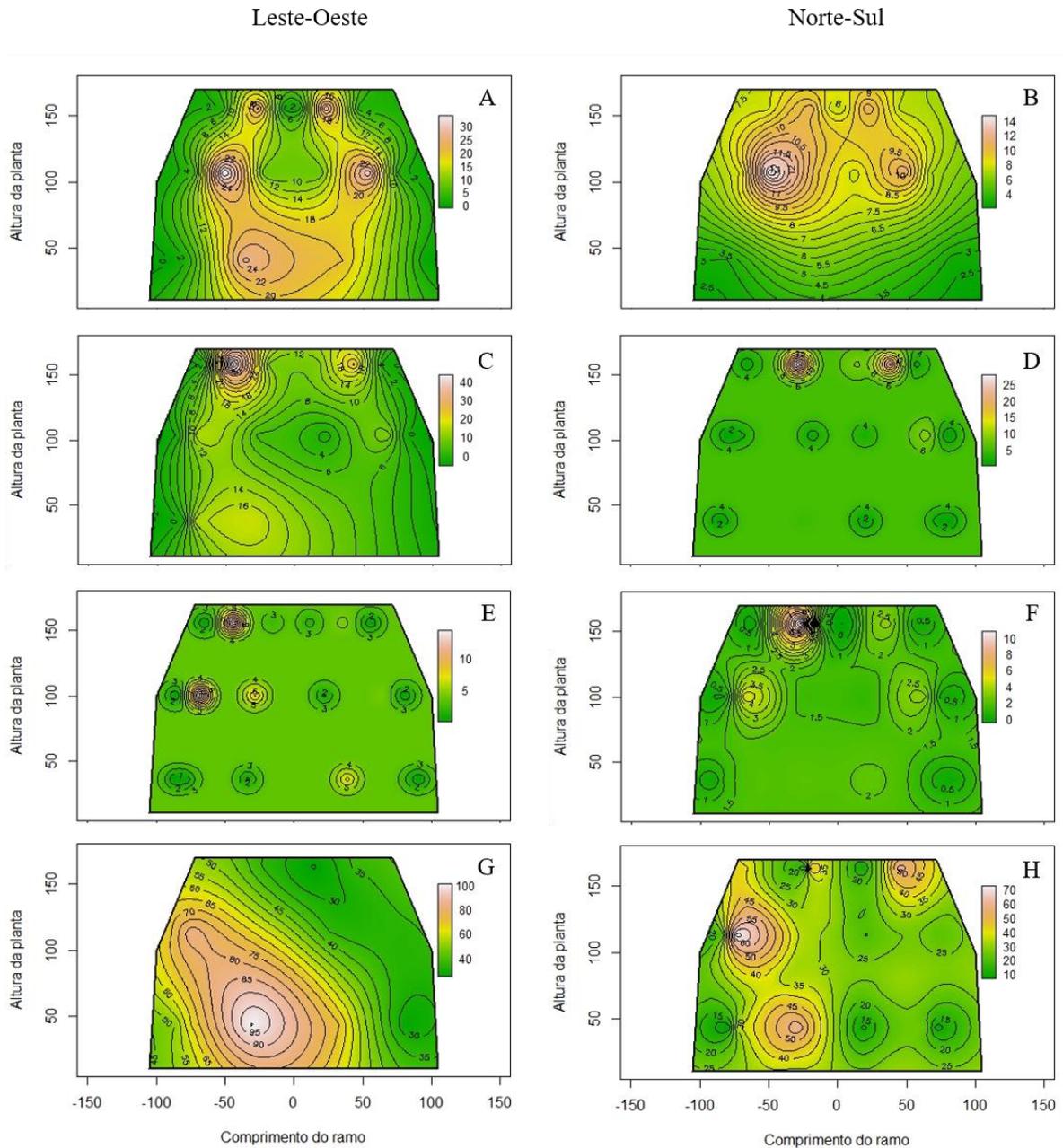
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

O número de rosetas aumentou nos meses de abril e maio de 2018 em ambas as faces (FIGURA 18A, 18B, 18C e 18D). Assim como ocorreu no mês de junho de 2017, em junho de 2018 também houve redução do número de rosetas e para ambas as faces foi possível observar valores similares nesse mês (FIGURA 18E e 18F). No mês de outubro de 2018, com uma nova florada, diferentemente de outubro de 2017, o número de rosetas foi elevado (FIGURA 18G e 18H). Em geral, a face leste-oeste apresentou maior número de rosetas quando comparado mês a mês com a face norte-sul, com exceção do mês de junho de 2018 (FIGURA 18A, 18B, 18C, 18D, 18E, 18F, 18G e 18H).

Houve uma tendência de que os maiores números de rosetas foram encontrados no ramo intermediário nos meses de abril, maio, junho e outubro de 2018 (FIGURA 18A, 18B, 18C, 18D, 18E, 18F, 18G e 18H). Sendo que, no mês de abril de 2018 estavam na face leste-oeste e norte-sul nas porções superior e médio (FIGURA 18A e 18B), no mês de maio de 2018, principalmente nos lados leste e norte da porção superior (FIGURA 18C e 18D), no mês de junho, no lado leste das porções superior e médio e lado norte da porção superior (FIGURA 18E e 18F). No mês de outubro, a dinâmica foi alterada devido nova florada, e, o maior número de rosetas passou a se concentrar nos lados leste e norte nas porções médio e inferior do ramo intermediário (FIGURA 18G e 18H).

No mês de abril de 2018, o maior número de rosetas foi observado na face leste-oeste nas porções superior e médio do ramo intermediário e da porção inferior do ramo proximal. Já na face norte-sul, os maiores valores encontrados foram nas porções superior e médio do ramo intermediário (FIGURA 18A e 18B). A dinâmica foi alterada no mês de maio de 2018 e, apenas na porção superior em ambas as faces foram obtidos os maiores números de rosetas (FIGURA 18C e 18D). O mês de junho de 2018 apresentou maiores valores no número de rosetas nos lados leste e norte das porções superior e médio do ramo intermediário. Não foram encontradas diferenças entre as demais partes da planta (FIGURA 18E e 18F). Já no mês de outubro de 2018, os lados leste e norte obtiveram maiores números de rosetas nas porções médio e inferior do ramo intermediário, e o lado sul obteve maior valor na porção superior do ramo intermediário (FIGURA 18G e 18H).

Figura 18 - Isolinhas referente ao número de rosetas do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de abril (A e B), maio (C e D), junho (E e F), e outubro (G e H) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

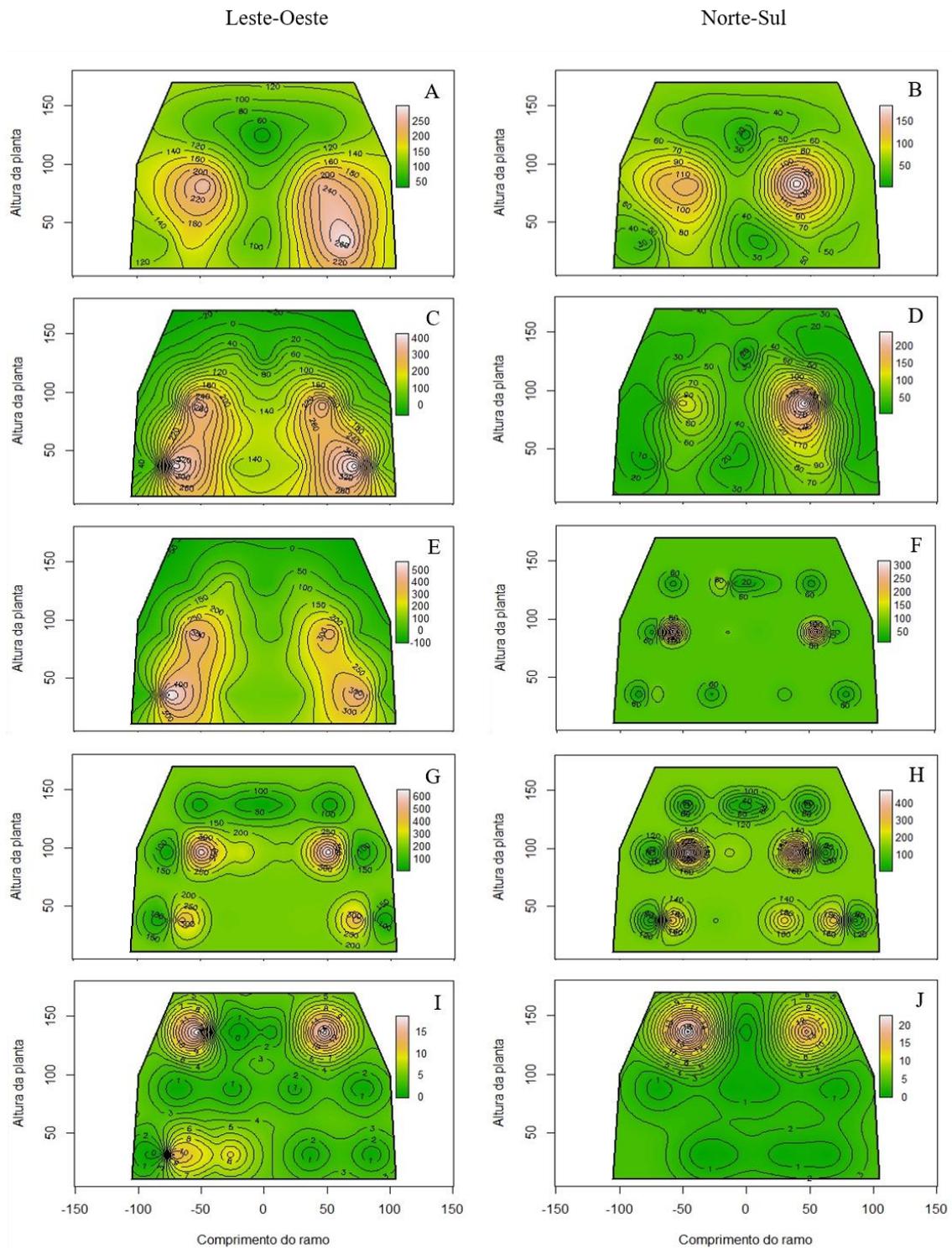


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
Fonte: Do autor (2019).

O número de frutos aumentou dos meses de fevereiro de 2017 até junho de 2017 tanto na face leste-oeste quanto na face norte-sul (FIGURA 19A, 19B, 19C, 19D, 19E, 19F, 19G e 19H). Assim como o número de rosetas, as plantas de café apresentaram número de frutos baixo no mês de outubro de 2017 nas faces leste-oeste e norte-sul (FIGURA 19I e 19J). O número de frutos foi maior na face leste-oeste quando comparado mês a mês com a face norte-sul nos meses de fevereiro a junho de 2017, já no mês de outubro o número de frutos foi igual (FIGURA 19A, 19B, 19C, 19D, 19E, 19F, 19G, 19H, 19I e 19J).

Os maiores valores de número de frutos foram encontrados nas porções média e inferior do ramo intermediário em ambas as faces dos meses de fevereiro a junho de 2017 e houve uma tendência de aumento do número de frutos da porção superior para a inferior, exceto nos meses de março e abril de 2017, na face norte-sul, o qual se concentraram apenas na porção média. Esse padrão foi alterado no mês de outubro de 2017, após nova florada, e os maiores valores de número de frutos foram encontrados na porção superior do ramo intermediário em ambas as faces, e, no lado leste, também na porção inferior do ramo proximal e intermediário (FIGURA 19A, 19B, 19C, 19D, 19E, 19F, 19G, 19H, 19I e 19J).

Figura 19 - Isolinhas referente ao número de frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e outubro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

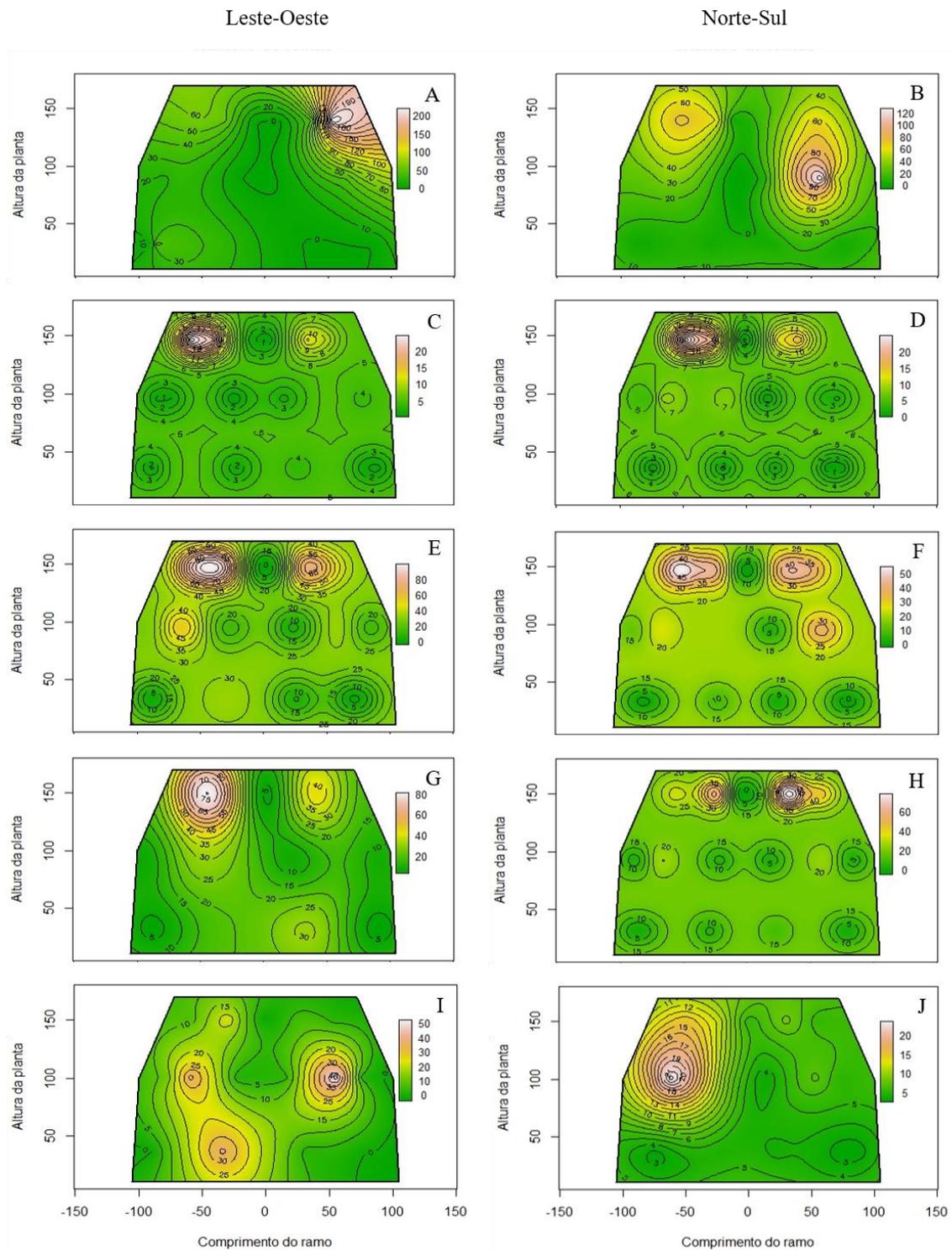


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

No mês de novembro de 2017, o número de frutos aumentou apenas nos lados oeste e norte, na porção superior do ramo intermediário, e no lado sul nas porções superior e médio do ramo intermediário (FIGURA 20A e 20B). Devido essas plantas terem tido alta carga de frutos no mês de junho de 2017, ocorreu uma nova queda do número de frutos no mês de dezembro de 2017 e posterior aumento gradual até o mês de fevereiro de 2018, seguido de outra queda no mês de março de 2018 em ambas as faces (FIGURA 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 20I e 20J).

Em geral, a face leste-oeste apresentou maior número de frutos quando comparado mês a mês com a face norte-sul, com exceção do mês de dezembro de 2017 (FIGURA 20A, 20B, 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 20I e 20J). O número de frutos foi similar em várias partes da planta ao longo dos meses, e, quando ele diferiu, foi maior nas porções intermediárias dos ramos plagiotrópicos e aumentaram da porção inferior em direção a superior, exceto para os lados leste e norte do mês de março de 2018, o qual cresceu inversamente ao anterior, da porção superior a inferior no lado leste e apenas até a porção média no lado norte (FIGURA 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 20I e 20J).

Figura 20 - Isolinhas referente ao número de frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de novembro (A e B) e dezembro (C e D) de 2017 e janeiro (E e F), fevereiro (G e H) e março (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

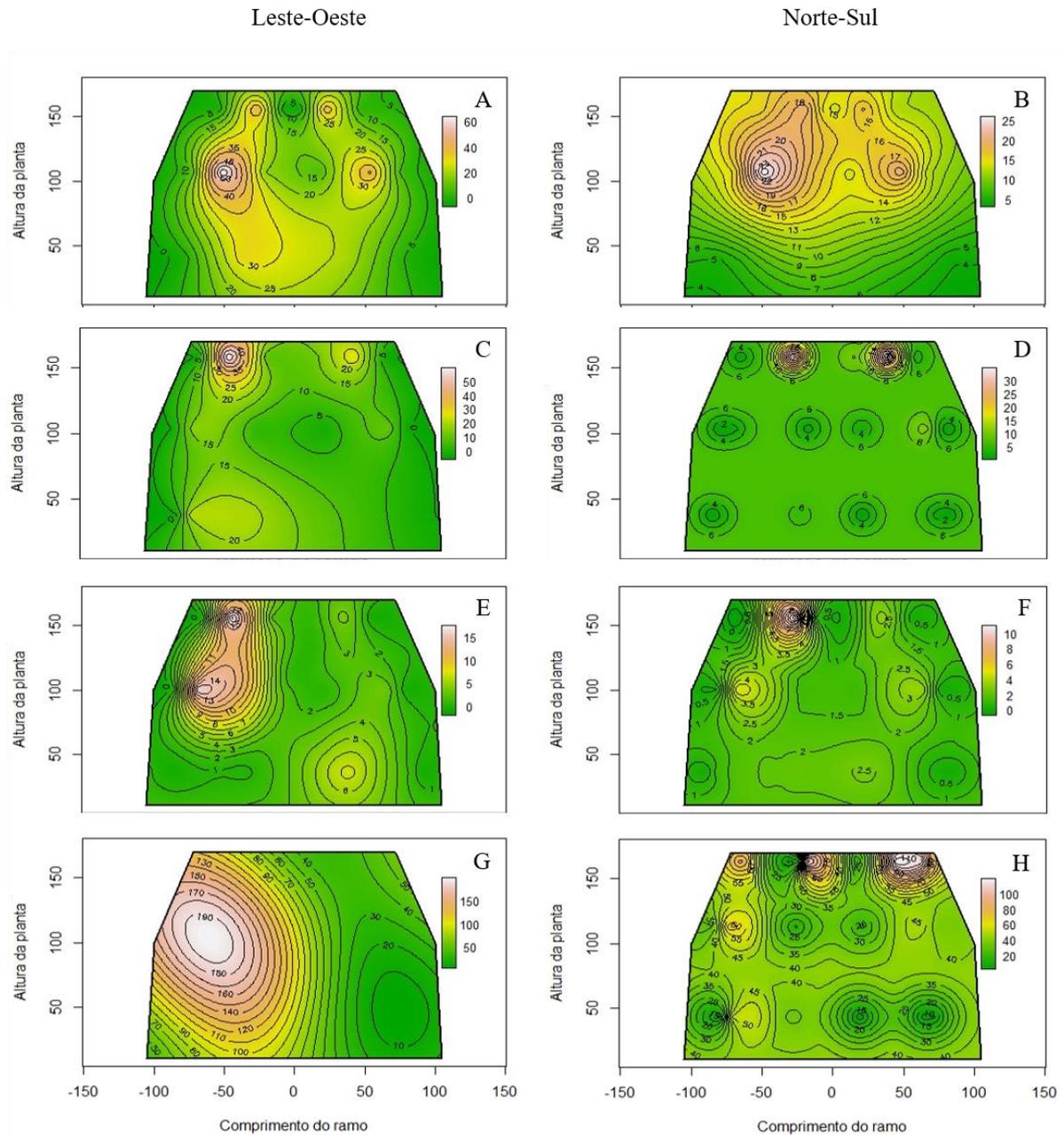


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
 Fonte: Do autor (2019).

O número de frutos aumentou no mês de abril de 2018 em ambas as faces (FIGURA 21A e 21B), e, posteriormente diminuiu no mês de maio de 2018 e mais acentuadamente no mês de junho de 2018 (FIGURA 21C, 21D, 21E e 21F). No mês de outubro de 2018, com uma nova florada, diferentemente do mês de outubro de 2017, o número de frutos foi elevado (FIGURA 21G e 21H). A face leste-oeste apresentou maior número de frutos quando comparado mês a mês com a face norte-sul (FIGURA 21A, 21B, 21C, 21D, 21E, 21F, 21G e 21H).

No mês de abril de 2018, o maior número de frutos da face leste-oeste foi observado nas porções superior e médio do ramo intermediário e porção inferior do ramo proximal. Já na face norte-sul, os maiores valores observados foram nas porções superior e médio do ramo intermediário (FIGURA 21A e 21B). A dinâmica foi alterada obtendo maiores números de frutos no mês de maio de 2018, apenas na porção superior do ramo intermediário, em ambas as faces (FIGURA 21C e 21D). O maior número de frutos obtido no mês de junho de 2018 foi nos lados leste e norte das porções superior e médio do ramo intermediário. Não foram encontradas diferenças entre as demais partes da planta (FIGURA 21E e 21F). Já no mês de outubro de 2018, dentre a face leste-oeste, o lado leste obteve maiores números de frutos na porção médio. Dentre a face norte-sul, no lado norte, os maiores números de frutos foram observados na porção superior dos ramos proximal e distal e nas porções média e inferior do ramo intermediário. O lado sul obteve maior valor na porção superior do ramo intermediário (FIGURA 21G e 21H).

Figura 21 - Isolinhas referente ao número de frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de abril (A e B), maio (C e D), junho (E e F), e outubro (G e H) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



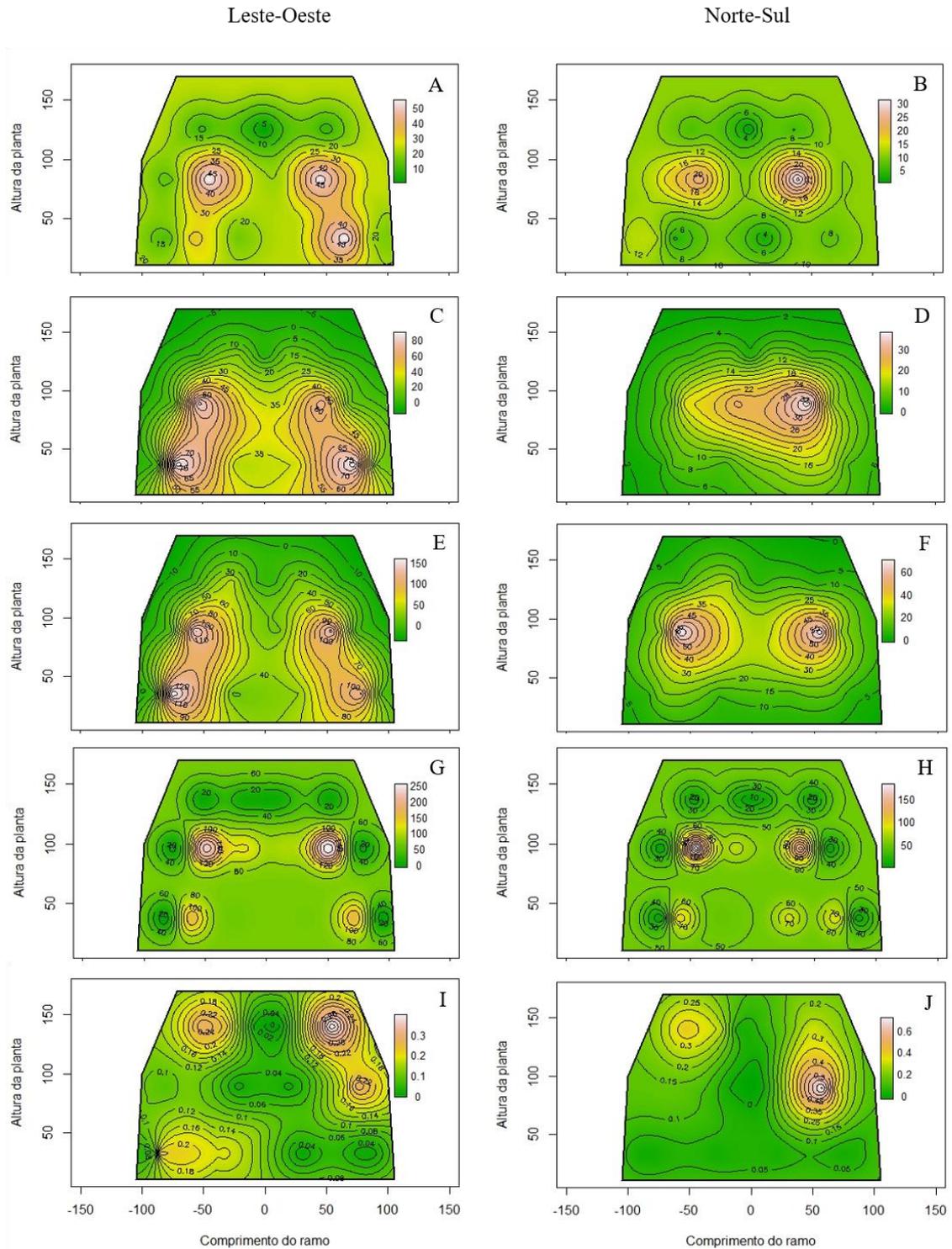
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular. Fonte: Do autor (2019).

A massa seca de frutos aumentou dos meses de fevereiro até junho de 2017 tanto na face leste-oeste quanto na face norte-sul (FIGURA 22A, 22B, 22C, 22D, 22E, 22F, 22G e 22H). Assim como o número de rosetas e número de frutos, as plantas de café apresentaram baixa massa seca de frutos no mês de novembro de 2017 nas faces leste-oeste e norte-sul (FIGURA 22I e 22J).

Na face leste-oeste, a massa seca de frutos foi maior quando comparado mês a mês com a face norte-sul nos meses de fevereiro a junho de 2017. Já no mês de outubro a massa seca de frutos foi similar, uma vez que a face leste-oeste obteve mais partes da planta com menor massa seca, porém a face norte-sul, apresentou menos partes da planta com maior massa seca (FIGURA 22A, 22B, 22C, 22D, 22E, 22F, 22G, 22H, 22I e 22J).

Os maiores valores de massa seca de frutos em cada mês e face foram encontrados nas porções média e inferior do ramo intermediário nos meses de fevereiro a junho de 2017, e houve uma tendência de aumento da massa seca de frutos da porção inferior para a porção superior, exceto para os meses de março e abril, em que na face leste-oeste o padrão foi o contrário, e, na face norte-sul, o qual se concentraram apenas na porção média do ramo intermediário. Esse padrão foi alterado no mês de novembro de 2017, após nova florada, e os maiores valores foram encontrados na porção superior do ramo intermediário em ambas as faces, e, no lado leste, também na porção inferior dos ramos proximal e intermediário (FIGURA 22A, 22B, 22C, 22D, 22E, 22F, 22G, 22H, 22I e 22J).

Figura 22 - Isolinhas referente à massa seca de frutos (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e novembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

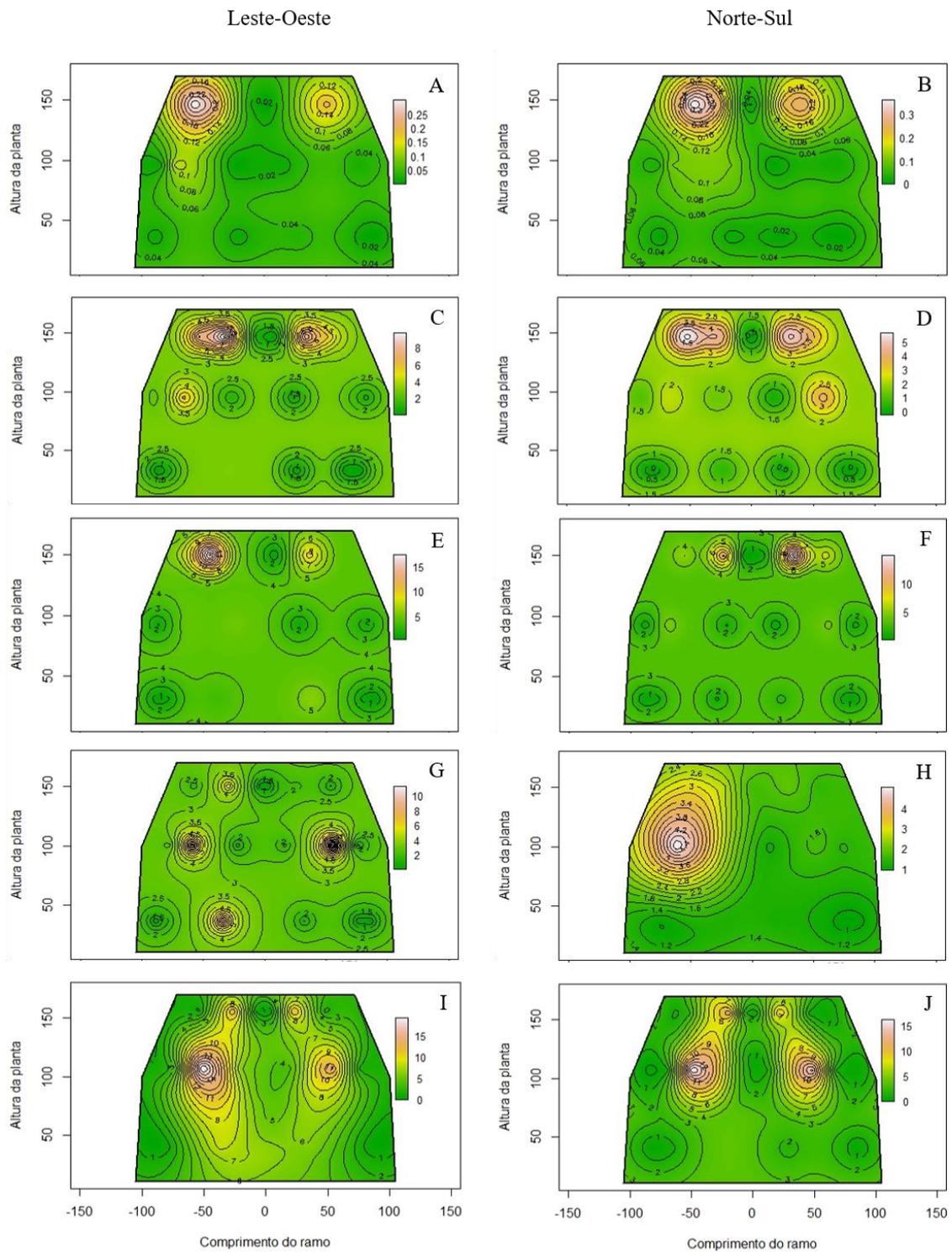


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

O mês de dezembro de 2017 apresentou uma queda na massa seca de frutos nas faces leste-oeste e norte-sul e foi observado o maior valor apenas na porção superior do ramo intermediário em ambas as faces (FIGURA 23A e 23B). Ocorreu um aumento nos meses de janeiro e fevereiro de 2018 e uma queda da massa seca de frutos no mês de março de 2018, e, posteriormente aumentou no mês de abril de 2018 em ambas as faces (FIGURA 23C, 23D, 23E, 23F, 23G, 23H, 23I e 23J).

A face leste-oeste apresentou maior massa seca de frutos quando comparado mês a mês com a face norte-sul, com exceção dos meses de dezembro de 2017 e abril de 2018, os quais tiveram valores similares (FIGURA 23A, 23B, 23C, 23D, 23E, 23F, 23G, 23H, 23I e 23J). A massa seca de frutos foi semelhante em várias partes da planta ao longo dos meses, e, quando ela diferiu, foi maior nas partes intermediárias dos ramos plagiotrópicos e aumentou da porção inferior em direção a superior, exceto para os lados leste e norte dos meses de março e abril de 2018, o qual cresceu inversamente ao anterior, da porção superior ao médio (FIGURA 23C, 23D, 23E, 23F, 23G, 23H, 23I e 23J).

Figura 23 - Isolinhas referente à massa seca de frutos (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de dezembro (A e B) de 2017 e janeiro (C e D), fevereiro (E e F), março (G e H) e abril (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

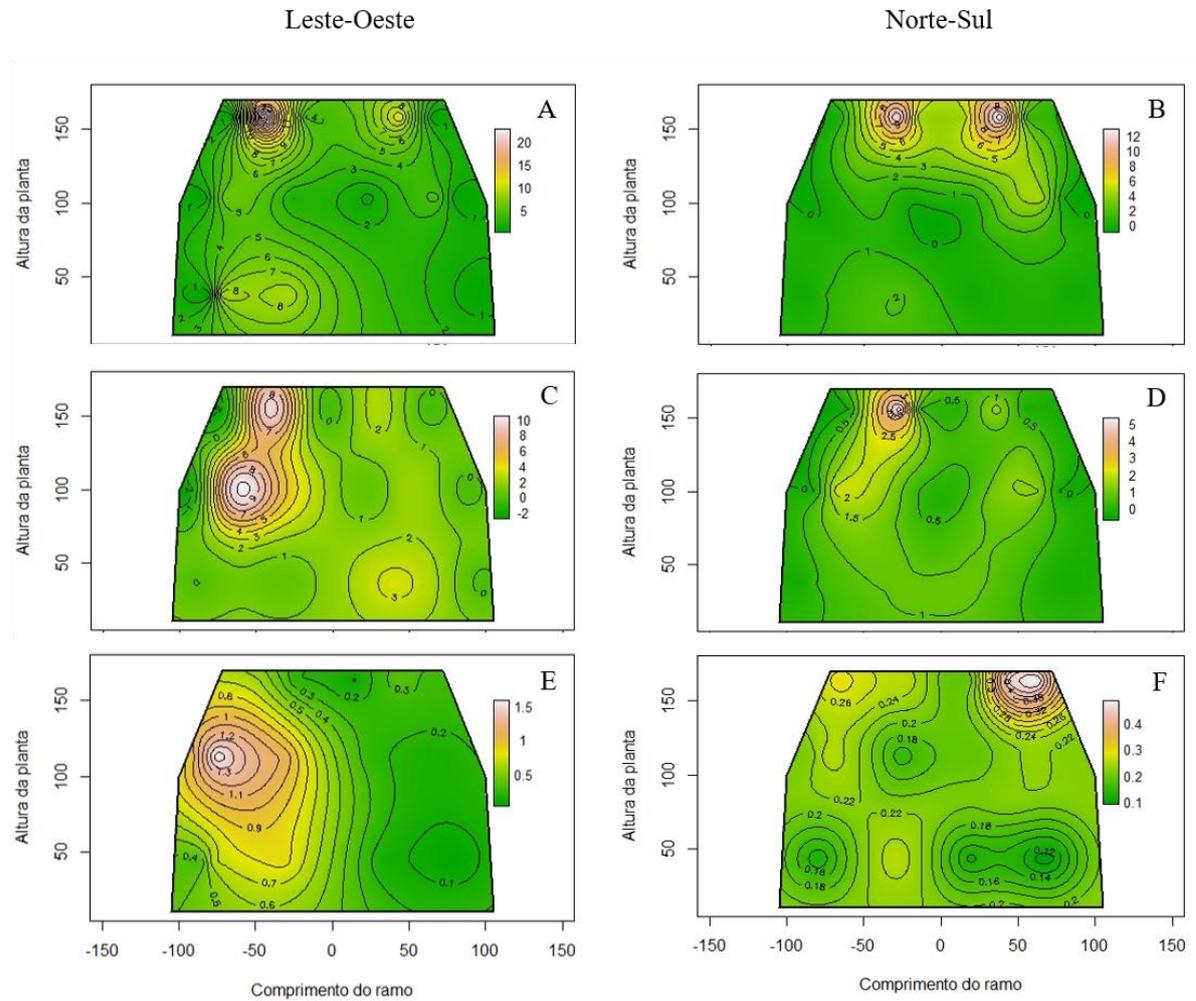


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

A massa seca de frutos aumentou no mês de maio de 2018 na face leste-oeste e teve um decaimento na face norte-sul (FIGURA 24A e 24B), e, posteriormente diminuiu no mês de junho de 2018 em ambas as faces (FIGURA 24C e 24D). No mês de outubro de 2018, a massa seca de frutos foi maior do que no mês de novembro de 2017, uma vez que a massa seca de frutos no mês de outubro de 2017 não foi mensurada devido ter sido muito baixa a ponto de não ser pesado mesmo em balança de precisão (FIGURA 24G e 24H). A face leste-oeste possuiu maior massa seca de frutos quando comparado mês a mês com a face norte-sul (FIGURA 24A, 24B, 24C, 24D, 24E e 24F).

No mês de maio de 2018, apenas na porção superior do ramo intermediário em ambas as faces foram obtidos os maiores valores para massas seca de frutos (FIGURA 24A e 24B). Os maiores valores obtidos no mês de junho de 2018 foi no lado leste e norte das porções superior e médio do ramo intermediário. Não foi encontrada diferença entre as demais partes da planta (FIGURA 24C e 24D). Já no mês de outubro de 2018, o lado leste obteve maior massa seca de frutos na porção médio dos ramos intermediário e distal, e no lado sul, o maior valor foi observado na porção superior dos ramos intermediário e distal (FIGURA 24E e 24F).

Figura 24 - Isolinhas referente à massa seca de frutos (g) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de maio (A e B), junho (C e D) e outubro (E e F) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



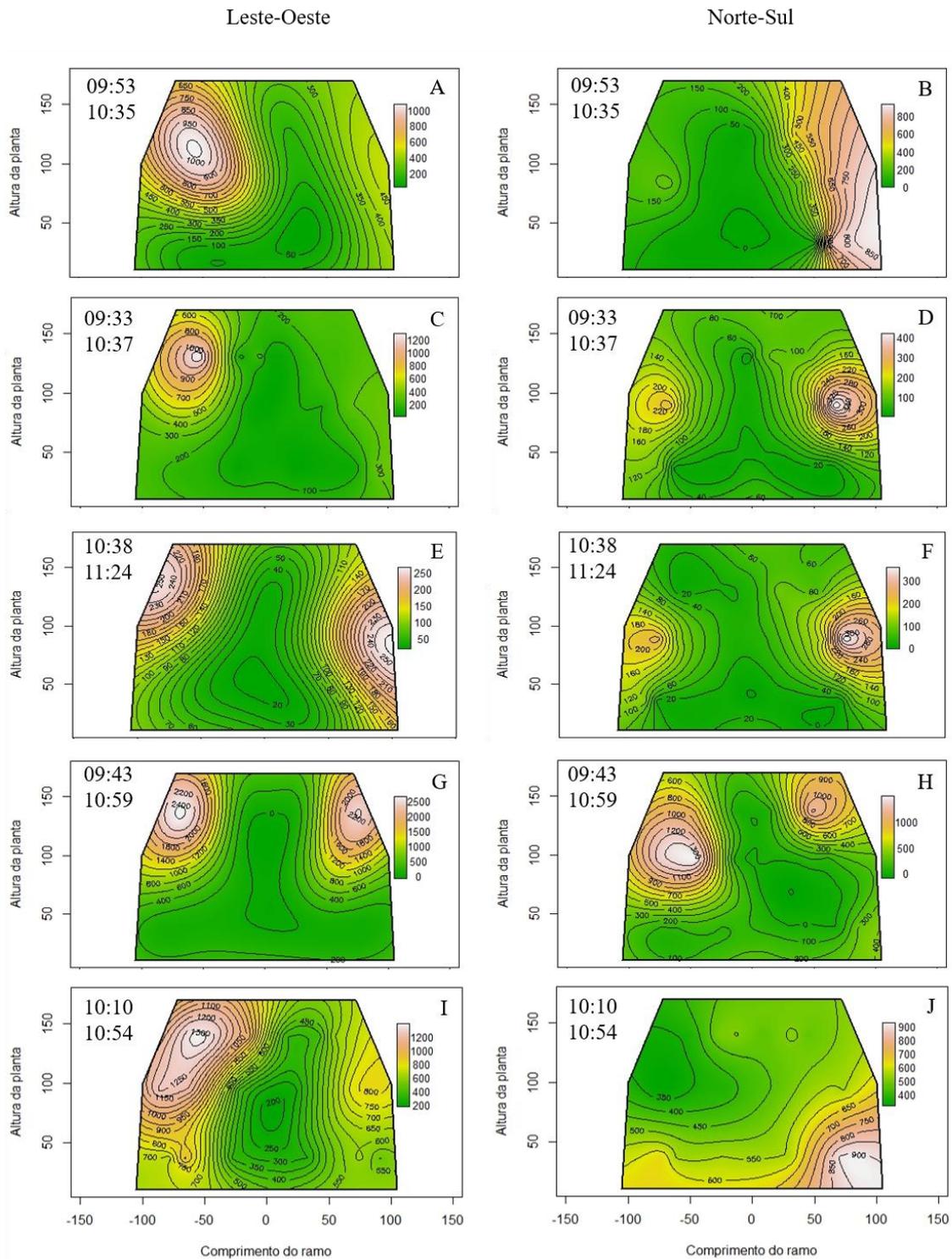
Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
 Fonte: Do autor (2019).

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi maior na face leste-oeste quando comparada com a face norte-sul, nos meses de fevereiro a setembro de 2017, exceto no mês de abril de 2017 (FIGURA 25A, 25B, 25C, 25D, 25E, 25F, 25G, 25H, 25I e 25J). Comparando o lado leste com o lado oeste, leste recebeu maior radiação até aproximadamente 11 horas da manhã (FIGURA 25A, 25C, 25E, 25G e 25I). Com relação a face norte-sul, um padrão semelhante ao anterior foi observado, no qual até aproximadamente 11 horas da manhã o lado sul recebeu maior radiação (FIGURA 25B, 25D, 25F, 25H e 25J).

Junho de 2017 foi o mês em que maior radiação foi observada no horário da análise uma vez que, foi um mês de seca e os dias, apesar de mais frios, foram ensolarados. O contrário foi observado nos meses mais quentes, no qual, os dias foram mais quentes e nuvens eventualmente foram formadas reduzindo a radiação que interceptou a planta (FIGURA 25A, 25B, 25C, 25D, 25E, 25F, 25G, 25H, 25I e 25J).

O padrão na planta na face leste-oeste se repetiu ao longo dos meses, e foi tal qual, a RFA aumentou do ramo proximal para o distal e da porção inferior para o superior (FIGURA 25A, 25C, 25E, 25G e 25I). Já na face norte-sul, a RFA alcançou diferentes partes na planta dependendo do horário do dia, da declinação solar e também da arquitetura da planta, por isso, em alguns meses foi maior a RFA na porção inferior como nos meses de fevereiro e setembro e em outros casos foi maior a RFA na porção média da planta. Como as análises foram realizadas no período da manhã, o lado sul, em geral, recebeu maior radiação quando comparado ao lado norte (FIGURA 25B, 25D, 25F, 25H e 25J).

Figura 25 - Isolinhas referente à radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.

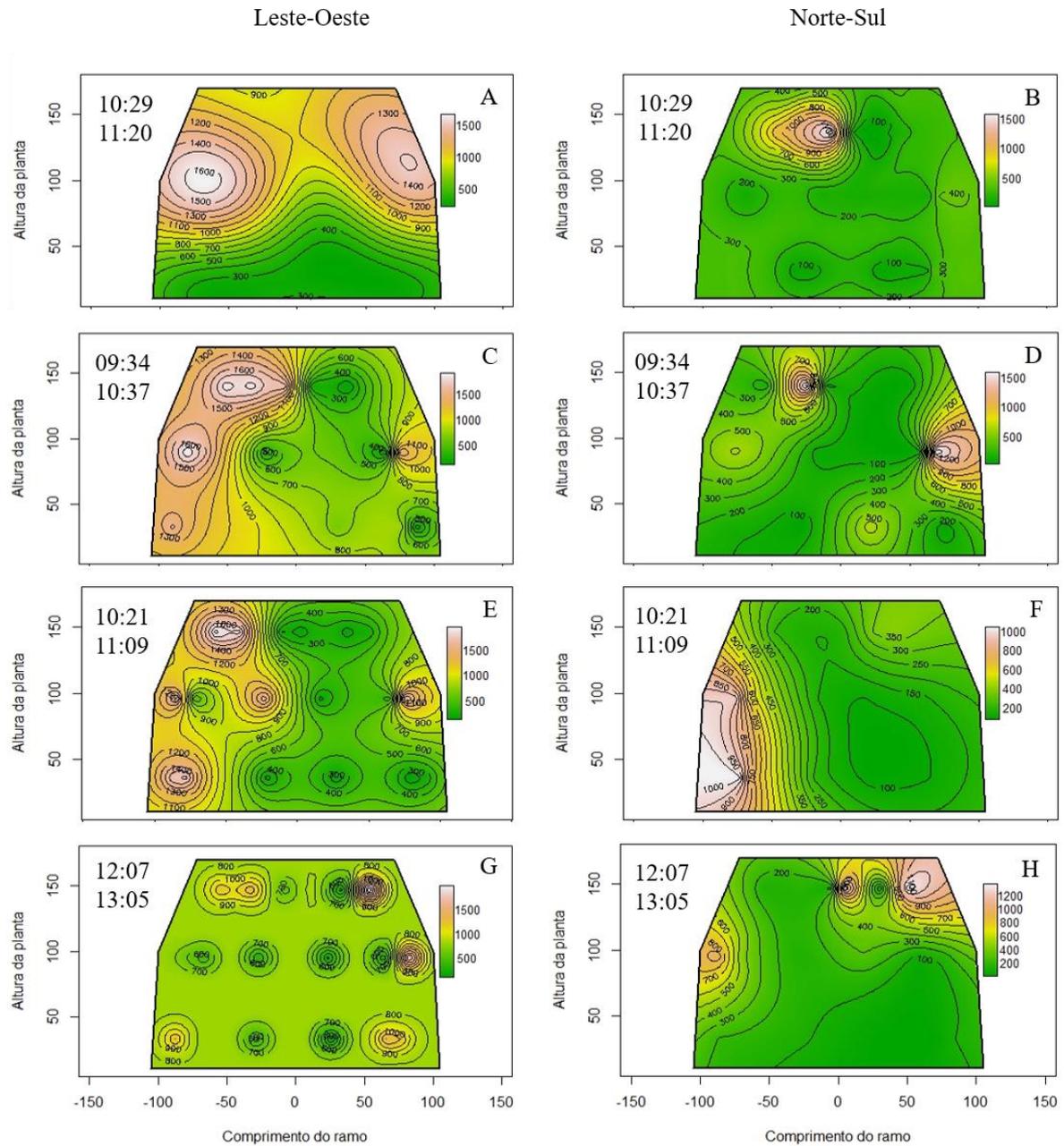


Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

Na face leste-oeste, a RFA foi maior na face leste-oeste quando comparada com a face norte-sul, dos meses de outubro de 2017 a janeiro de 2018 (FIGURA 26A, 26B, 26C, 26D, 26E, 26F, 26G e 26H). Comparando o lado leste com o lado oeste, leste recebeu maior radiação até aproximadamente 11 horas da manhã, principalmente nas porções superior, médio e inferior dos ramos intermediário e distal. No mês de janeiro de 2018, como a análise foi realizada entre 12 horas e 13 horas, a maior radiação incidente foi observada no lado oeste (FIGURA 26A, 26C, 26E e 26G).

Comparando o lado norte com o lado sul, em geral, norte da porção superior do ramo intermediário em outubro de 2017 recebeu maior RFA. No mês de novembro de 2017, o lado norte da porção superior do ramo intermediário e o lado sul da porção médio do ramo distal receberam maior RFA. No mês de dezembro de 2017, foi o lado norte das porções médio e inferior do ramo distal, já no mês de janeiro de 2018, a porção que recebeu a maior RFA no momento da análise foi o lado sul da porção superior do ramo distal. Como os ramos plagiotrópicos da face norte-sul estavam na linha de plantio, eventualmente eles receberam maior radiação devido à mudança de posição do sol conjuntamente com a arquitetura da planta. Após as 11 horas da manhã, desconsiderando-se a porção superior, a qual recebeu radiação facilmente, o lado norte começou a receber maior radiação quando comparado com o lado sul (FIGURA 26B, 26D, 26F e 26H).

Figura 26 – Isolinhas referente à Radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os n\u00fameros nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotr\u00f3pico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de in\u00edcio do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

A taxa fotossintética líquida teve a dinâmica diferenciada de acordo com a face da planta, a qual poderia estar diretamente relacionada com a exposição de determinada parte da planta à radiação solar e horário do dia. Dos meses de fevereiro a setembro de 2017, a taxa fotossintética da face leste-oeste foi superior à da face norte-sul (27A, 27B, 27C, 27D, 27E, 27F, 27G, 27H, 27I e 27J).

No mês de fevereiro de 2017, a taxa fotossintética aumentou nas faces leste-oeste e norte-sul nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal. Os maiores valores de taxa fotossintética na face leste-oeste foram observados no lado leste das porções superior e médio do ramo distal, lado oeste da porção médio do ramo distal, e, na face norte-sul, no lado sul da porção médio do ramo distal (FIGURA 27A e 27B).

Nas faces leste-oeste e norte-sul no mês de março de 2017, a taxa fotossintética aumentou nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal. Os valores de fotossíntese observados foram maiores do que os observados no mês de fevereiro de 2017 tanto na face leste-oeste como na face norte-sul. Os maiores valores da face leste-oeste foram observados no lado leste das porções superior, médio e inferior do ramo distal, no lado oeste das porções superior e médio do ramo distal, e, da face norte-sul, foram no lado sul das porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 27C e 27D).

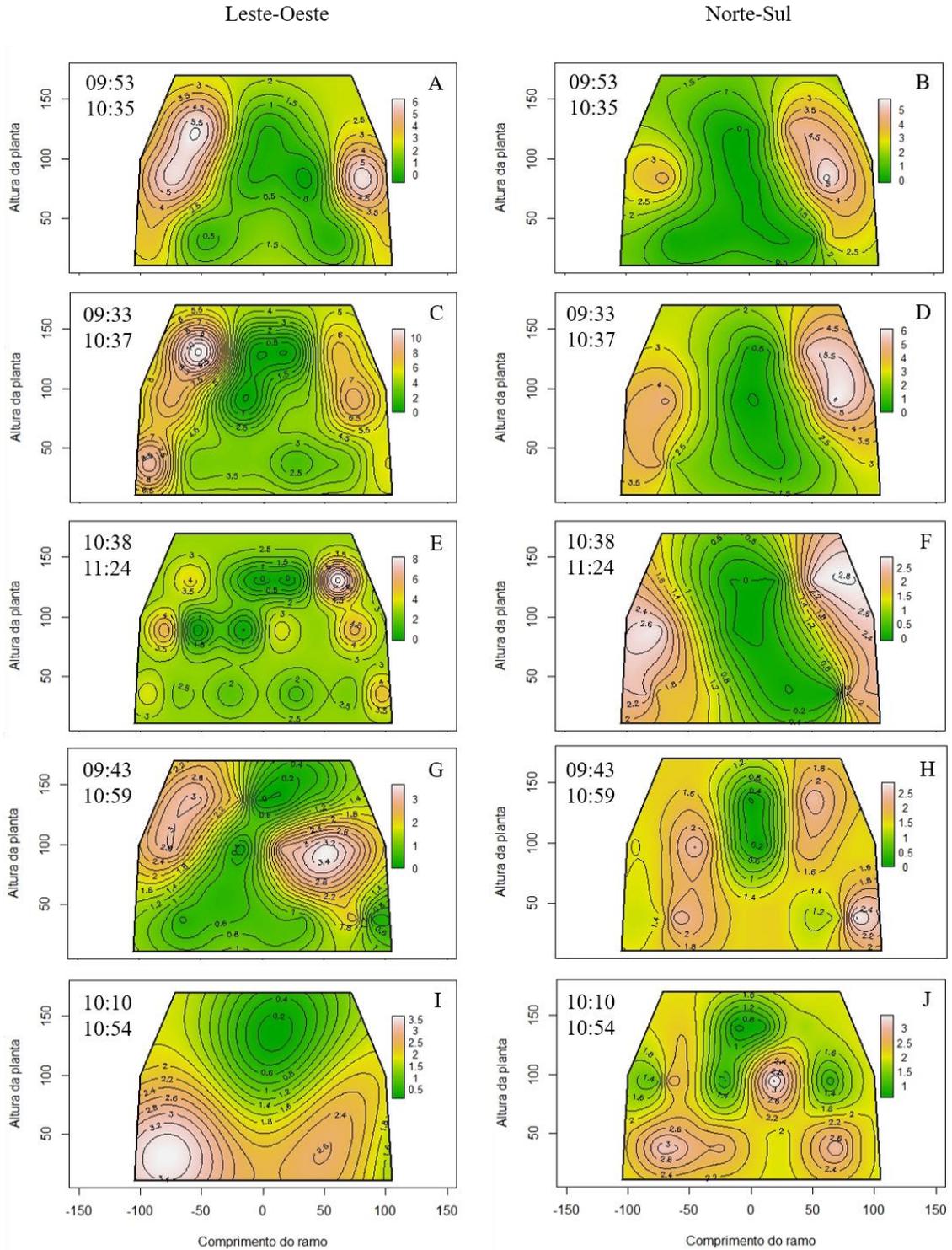
A fotossíntese no mês de abril de 2017, teve uma queda quando comparada ao mês anterior tanto na face leste-oeste quanto na face norte-sul. A taxa fotossintética aumentou em ambas as faces nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal. O maior valor da face leste-oeste observado foi no lado oeste da porção superior do ramo distal, e, na face norte-sul, foi no lado norte da porção médio do ramo distal e no lado sul da porção superior do ramo distal (FIGURA 27E e 27F).

Houve um decréscimo da taxa fotossintética no mês de junho de 2017, apenas na face leste-oeste quando comparada ao mês anterior, em que os frutos estavam completamente maduros. Nesse mês, na face leste-oeste, houve aumento da taxa fotossintética nas porções superior e médio do ramo proximal ao distal. No entanto, na porção inferior, ocorreu uma queda da taxa fotossintética no ramo distal. Na face norte-sul, no lado norte, houve um aumento nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao intermediário, e, redução do ramo intermediário ao distal. Já no lado sul ocorreu aumento gradativo da taxa fotossintética nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao distal (FIGURA 27G e 27H).

Após a colheita, no mês de setembro de 2017, houve uma mudança com relação à dinâmica da taxa fotossintética, uma vez que, continuou aumentando do ramo proximal ao distal

no lado leste, no entanto, o maior valor observado foi no lado leste da porção inferior dos ramos intermediário e distal. Na face norte-sul, houve queda da taxa fotossintética nas porções superior e médio do ramo distal e também, os maiores valores observados foram em folhas provavelmente maduras, pois, estavam localizadas em partes mais velhas da planta, no lado sul da porção médio do ramo proximal e na face norte-sul da porção inferior do ramo intermediário FIGURA 27I e 27J).

Figura 27 - Isolinhas referente à taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

Dos meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018, a taxa fotossintética da face leste-oeste foi superior à da face norte-sul, exceto no mês de fevereiro de 2018, a qual foi similar. Em geral, a taxa fotossintética teve uma tendência de aumentar do ramo proximal ao distal, com exceção do mês de outubro de 2017 na face norte-sul nas porções médio e inferior (FIGURA 28A, 28B, 28C, 28D, 28E, 28F, 28G, 28H, 28I e 28J).

Os maiores valores de taxa fotossintética no mês de outubro de 2017, na face leste-oeste foram observados no lado leste das porções médio e inferior dos ramos intermediário e distal. Na face norte-sul, as maiores taxas fotossintéticas foram observadas no lado norte da porção médio do ramo proximal e na porção inferior do ramo intermediário (FIGURA 28A e 28B).

Na face leste-oeste no mês de novembro de 2017, os maiores valores de taxa fotossintética foram observados no lado leste das porções médio e inferior do ramo distal. Na face norte-sul, os maiores valores foram no lado sul das porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 28C e 28D).

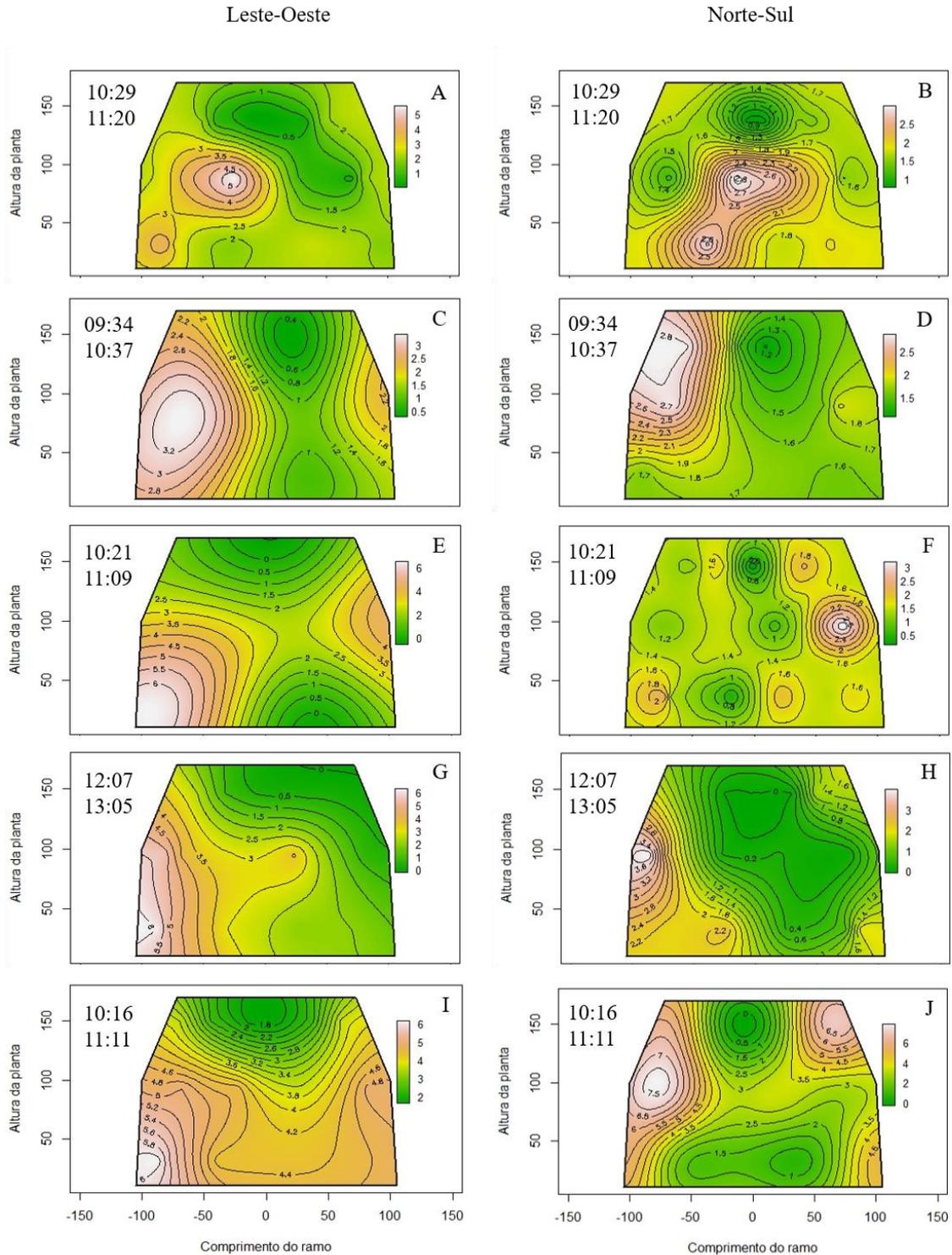
No mês de dezembro de 2017, a fotossíntese teve um aumento e se igualou à fotossíntese do mês de fevereiro de 2017 apenas no lado leste, demonstrando a recuperação fotossintética desse lado após a colheita. O maior valor observado da face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior do ramo distal e, da face norte-sul, foi no lado sul da porção médio do ramo distal (FIGURA 28E e 28F).

Houve manutenção da taxa fotossintética no mês de janeiro de 2018, tanto na face leste-oeste como na face norte-sul quando comparada ao mês anterior. O maior valor de fotossíntese observado na face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior distal e, na face norte-sul, foi no lado norte da porção médio do ramo distal (FIGURA 28G e 28H).

No lado leste ocorreu a manutenção da fotossíntese no mês de fevereiro de 2018, com alguns valores do lado oeste maiores quando comparados ao mês anterior. A face norte-sul também apresentou aumento da taxa fotossintética quando comparada ao mês anterior, demonstrando que na face norte-sul houve recuperação da taxa fotossintética dois meses após a da face leste-oeste (FIGURA 28I e 28J).

Os valores do mês de fevereiro de 2018 foram similares aos valores do mês de fevereiro de 2017, no entanto, se apresentaram em partes diferentes da planta. Nesse mês, o maior valor observado na face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior do ramo distal, já na face norte-sul, foi no lado norte da porção médio do ramo distal e no lado sul da porção superior do ramo distal (FIGURA 28I e 28J).

Figura 28 - Isolinhas referente à taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) e fevereiro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar.
Fonte: Do autor (2019).

Dos meses de março a junho de 2018, a taxa fotossintética da face leste-oeste foi superior à da face norte-sul. Em geral, a taxa fotossintética teve uma tendência de aumentar do ramo proximal ao distal, com exceção do mês de abril de 2018 na face norte-sul das porções médio e inferior (FIGURA 29A, 29B, 29C, 29D, 29E, 29F, 29G, 29H, 29I e 29J).

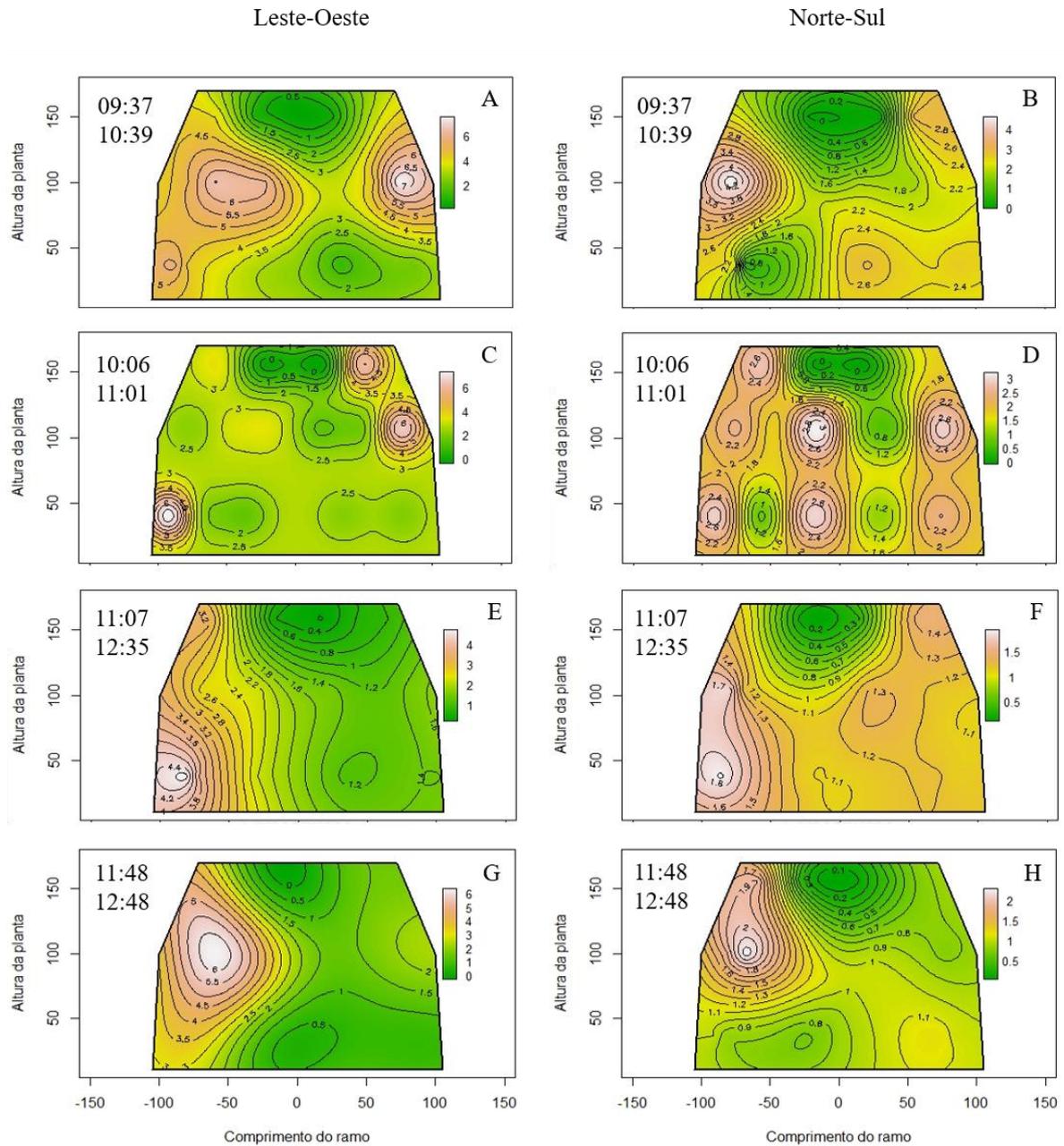
Os maiores valores de taxa fotossintética na face leste-oeste no mês de março de 2018, foram observados no lado leste das porções médio e inferior dos ramos intermediário e distal e lado oeste da porção médio do ramo distal. O maior valor da face norte-sul foi no lado norte da porção médio do ramo distal (FIGURA 29A e 29B).

No mês de abril de 2018, a taxa fotossintética aumentou nas faces leste-oeste e norte-sul nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal, exceto na face norte-sul das porções médio e inferior, o qual apresentou redução do ramo proximal para intermediário e aumento do ramo intermediário para o distal. Os maiores valores de taxa fotossintética da face leste-oeste foram observados no lado leste da porção inferior do ramo distal e no lado oeste das porções superior e médio do ramo distal. Já na face norte-sul, os maiores valores foram encontrados no lado norte das porções médio e inferior do ramo proximal e no lado sul da porção médio do ramo distal (FIGURA 29C e 29D).

A fotossíntese teve uma redução, no mês de maio de 2018, quando comparada com as taxas fotossintéticas do mês anterior. O maior valor observado na face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior do ramo distal e face norte-sul, foi no lado norte das porções médio e inferior do ramo distal (FIGURA 29E e 29F).

Houve aumento da taxa fotossintética na face leste-oeste no mês de junho de 2018, e manutenção da taxa fotossintética na face norte-sul quando comparada ao mês anterior. O maior valor de fotossíntese observado na face leste-oeste foi no lado leste das porções superior e médio dos ramos intermediário e distal, e, na face norte-sul foi no lado norte das porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 29G e 29H).

Figura 29 - Isolinhas referente à taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de março (A e B), abril (C e D), maio (E e F) e junho (G e H) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
Fonte: Do autor (2019).

A condutância estomática (g_s) da face leste-oeste foi superior quando comparada com a da face norte-sul em cada mês, exceto nos meses de fevereiro e junho de 2017, no qual esse padrão foi invertido. Em geral, a g_s aumentou nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao distal, exceto no mês de junho de 2017, o qual teve um decréscimo do ramo proximal ao intermediário e aumento do ramo intermediário ao distal (FIGURA 30A, 30B, 30C, 30D, 30E, 30F, 30G, 30H, 30I e 30J).

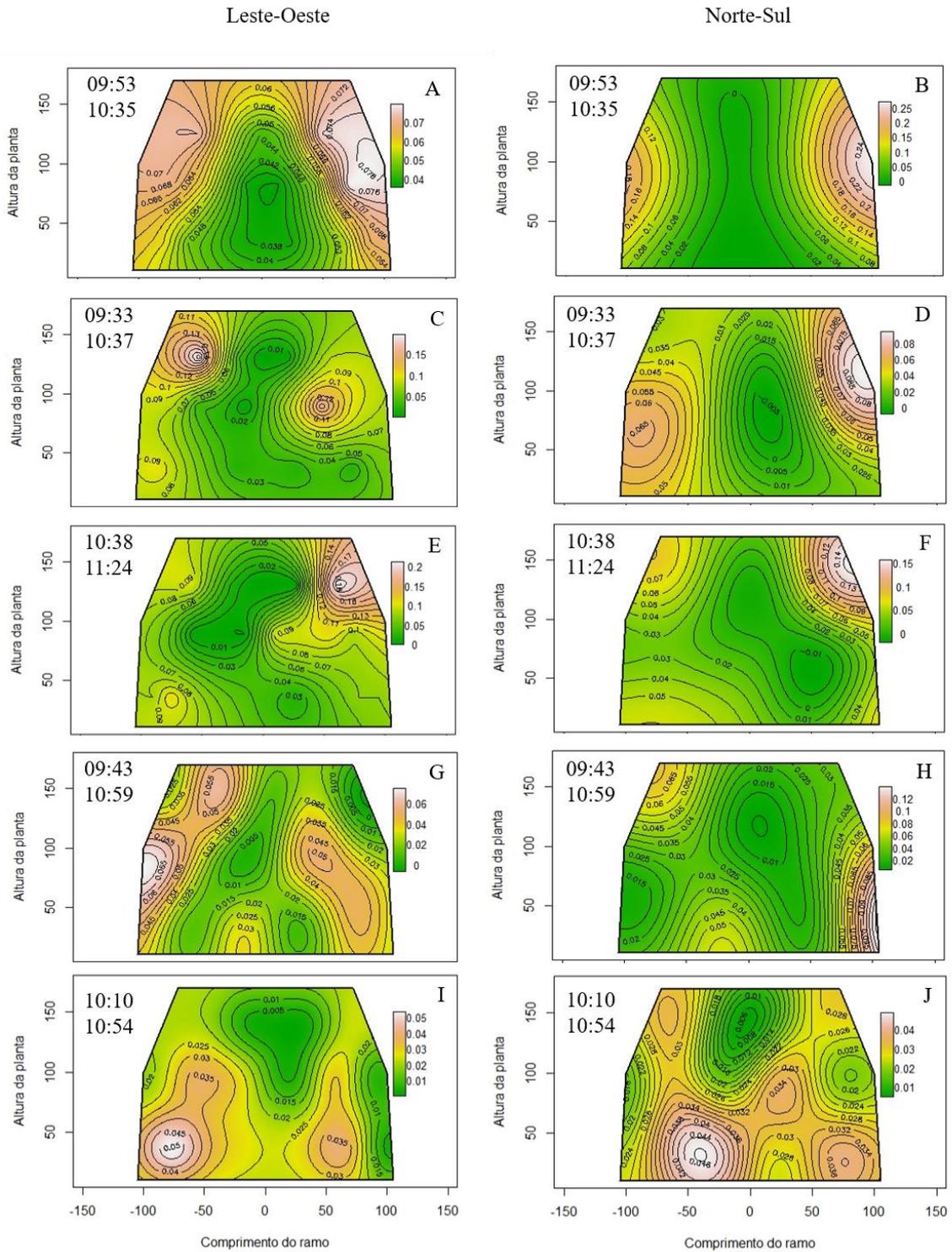
No mês de fevereiro de 2017, os maiores valores de g_s da face leste-oeste foram observados no lado leste das porções superior e médio do ramo distal e no lado oeste das porções superior e médio do ramo distal. Já na face norte-sul, o maior valor foi no lado sul da porção médio do ramo distal (FIGURA 30A e 30B).

Os maiores valores de g_s da face leste-oeste no mês de março de 2017, foram observados no lado leste da porção superior do ramo distal e lado oeste da porção médio do ramo distal. Na face norte-sul, os maiores valores foram no lado sul das porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 30C e 30D). No mês de abril de 2017, na face leste-oeste, o maior valor observado de g_s foi no lado oeste da porção superior do ramo distal, e o maior valor de g_s da face norte-sul foi no lado sul da porção superior do ramo distal (FIGURA 30E e 30F).

Houve um decréscimo da g_s nas faces leste-oeste e norte-sul no mês de junho de 2017, quando os frutos estavam completamente maduros em comparação ao mês anterior. Nesse mês, na face leste-oeste, ocorreu aumento da g_s nas porções superior e médio do ramo proximal ao distal. No entanto, na porção inferior, ocorreu uma queda da g_s no ramo distal. Na face norte-sul, no lado norte, houve aumento de g_s na porção superior do ramo proximal ao distal e houve uma redução na porção inferior do ramo proximal ao distal. Já no lado sul ocorreu aumento da g_s na porção inferior do ramo proximal ao distal (FIGURA 30G e 30H).

Após a colheita, no mês de setembro de 2017, houve uma mudança com relação à dinâmica da g_s , uma vez que, apesar de ter continuado aumentando do ramo proximal ao distal na face leste-oeste, exceto no lado oeste das porções médio e inferior do ramo distal, o maior valor observado foi no lado leste da porção inferior dos ramos intermediário e distal. Na face norte-sul, os maiores valores encontrados foram em folhas provavelmente maduras pois estavam localizadas em partes mais velhas da planta, na face norte-sul da porção inferior do ramo intermediário e lado sul da porção médio do ramo proximal (FIGURA 30I e 30J).

Figura 30 - Isolinhas referente à condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.

Fonte: Do autor (2019).

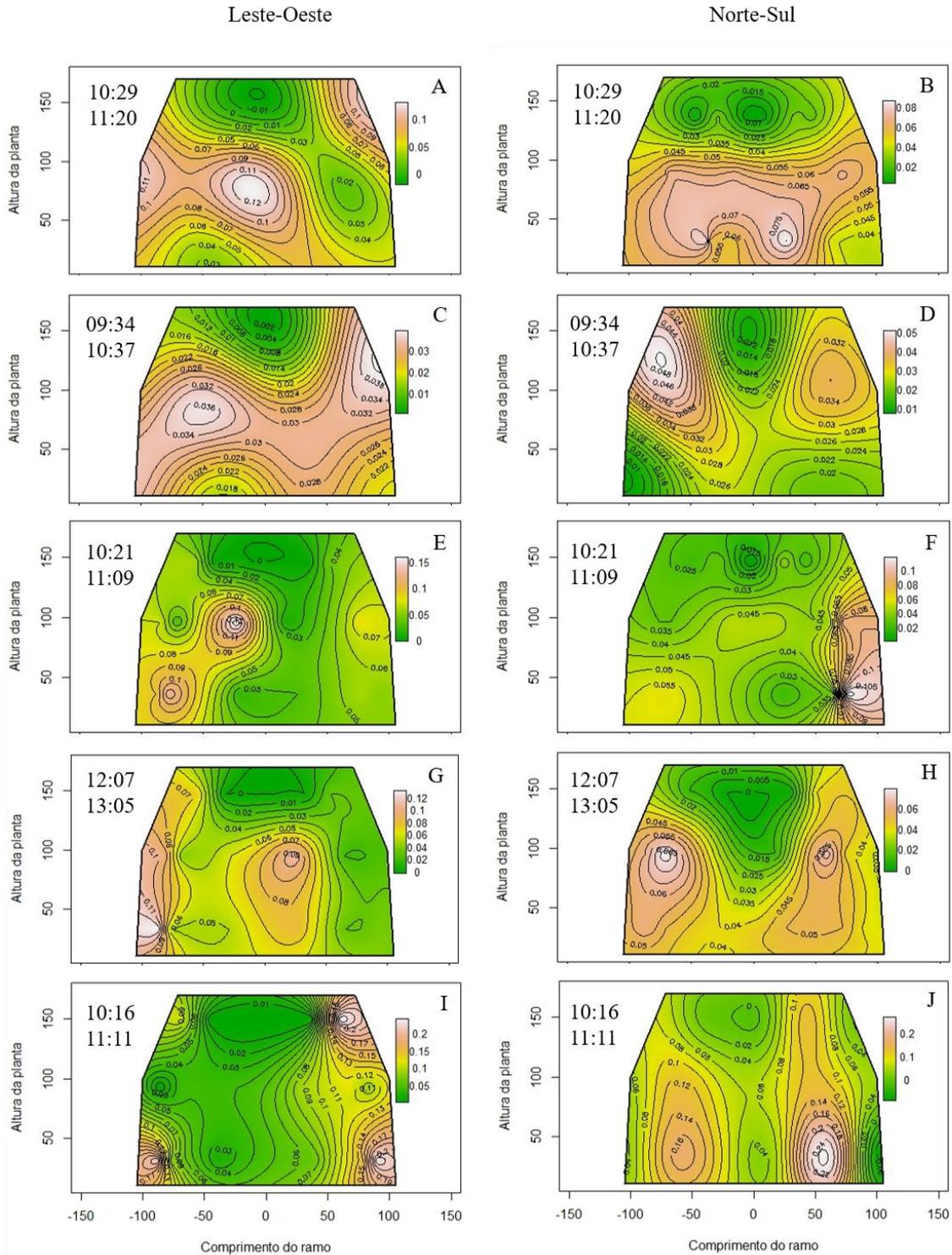
Dos meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018, a g_s da face leste-oeste foi superior à da face norte-sul, exceto no mês de novembro de 2017 e fevereiro de 2018. Em geral, a g_s apresentou uma tendência de aumento do ramo proximal ao distal, com exceção do mês de novembro de 2017 no lado norte da porção inferior (FIGURA 31A, 31B, 31C, 31D, 31E, 31F, 31G, 31H, 31I e 31J).

Os maiores valores de g_s no mês de outubro de 2017, na face leste-oeste foram observados no lado leste da porção médio dos ramos intermediário e distal, e na face norte-sul, o maior valor foi na porção inferior do ramo intermediário em ambas faces (FIGURA 31A e 31B). No mês de novembro de 2017, os maiores valores observados de g_s na face leste-oeste foram no lado leste da porção médio dos ramos intermediário e distal e porção inferior do ramo distal, no lado oeste da porção superior do ramo distal e na porção médio dos ramos intermediário e distal. Na face norte-sul, os maiores valores foram no lado norte das porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 31C e 31D).

Na face leste-oeste, no mês de dezembro de 2017, os maiores valores observados de g_s foram no lado leste da porção médio dos ramos intermediário e distal e porção inferior do ramo distal, e na face norte-sul, foram no lado sul das porções médio e inferior do ramo distal (FIGURA 31E e 31F). No mês de janeiro de 2018, a g_s aumentou em ambas as faces nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal exceto no lado oeste das porções superior, médio e inferior o qual decaiu para o ramo distal. O maior valor de g_s observado na face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior do ramo distal e na face norte-sul foi no lado norte da porção médio do ramo distal (FIGURA 31G e 31H).

No mês de fevereiro de 2018, os valores de g_s na face leste-oeste foram maiores que no mês de fevereiro de 2017 e na face norte-sul foram similares aos valores do mês de fevereiro de 2017, no entanto, se apresentaram em partes diferentes da planta. Nesse mês, o maior valor observado na face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior do ramo distal e também no lado oeste das porções superior e inferior do ramo distal, já na face norte-sul, foi no lado sul da porção inferior do ramo intermediário (FIGURA 31I e 31J).

Figura 31 - Isolinhas referente à condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) e fevereiro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.

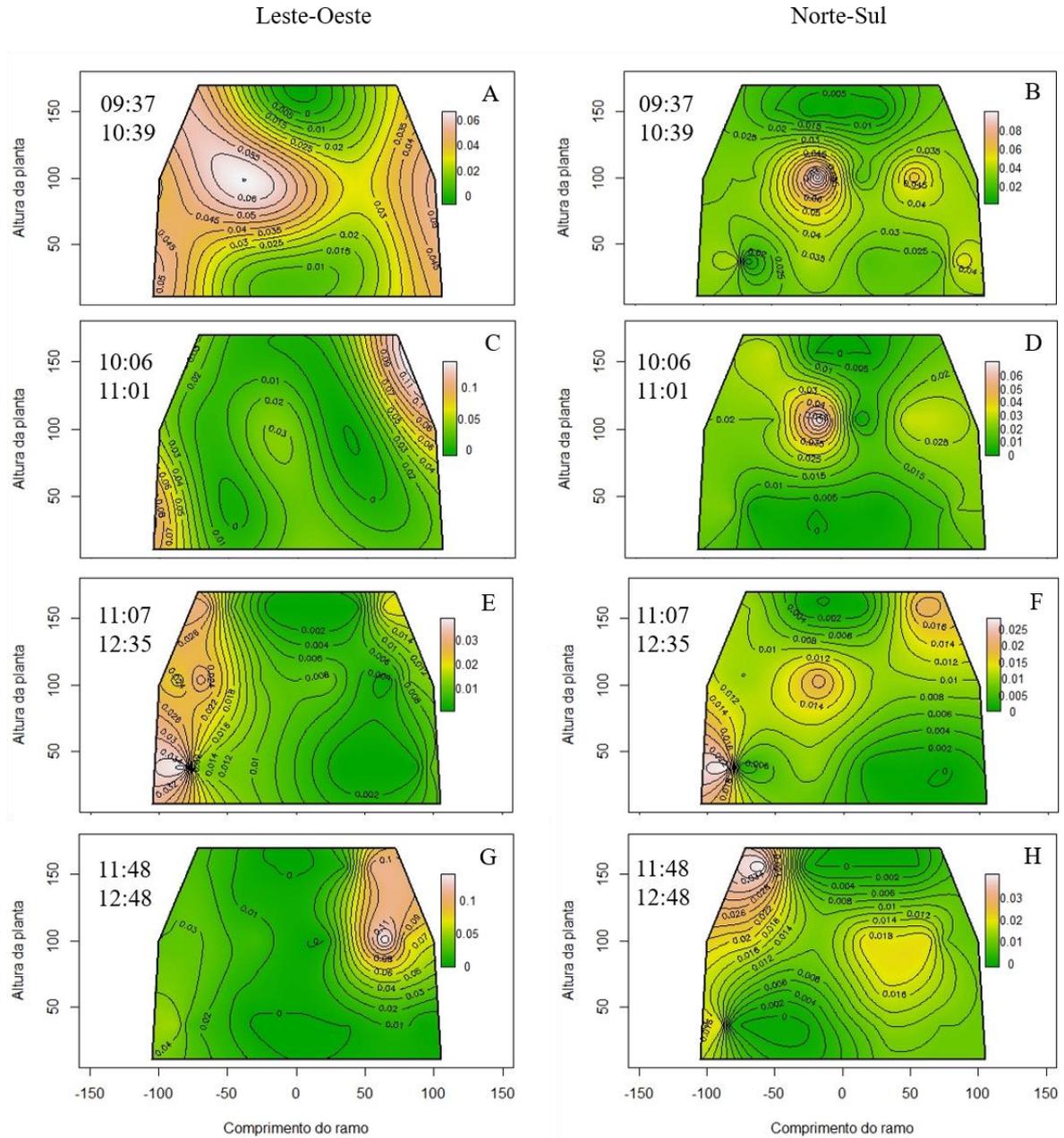
Fonte: Do autor (2019).

A g_s da face leste-oeste, dos meses de março a junho de 2018, foi superior ao da face norte-sul. Em geral, g_s teve uma tendência de aumentar do ramo proximal ao distal, com exceção dos meses de março e abril de 2018 na face norte-sul (FIGURA 32A, 32B, 32C, 32D, 32E, 32F, 32G, 32H, 32I e 32J). No mês de março de 2018, os maiores valores de g_s da face leste-oeste foram observados no lado leste das porções superior, médio e inferior dos ramos intermediário e distal e, lado oeste da porção médio do ramo distal. E, na face norte-sul, o maior valor observado foi no lado norte da porção médio do ramo intermediário (FIGURA 32A e 32B).

No mês de abril de 2018, a g_s aumentou nas faces leste-oeste e norte-sul nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal exceto no lado norte da porção médio, o qual apresentou aumento do ramo proximal para intermediário e redução do ramo intermediário para o distal. Os maiores valores de g_s da face leste-oeste foram observados no lado leste da porção inferior do ramo distal e lado oeste das porções superior e médio do ramo distal. Na face norte-sul, o maior valor foi no lado norte da porção médio do ramo intermediário (FIGURA 32C e 32D).

Houve uma redução da g_s no mês de maio de 2018, quando comparada com o mês anterior. O maior valor observado de g_s na face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior do ramo distal, e na face norte-sul, foi no lado norte da porção inferior do ramo distal (FIGURA 32E e 32F). No mês de junho de 2018, juntamente com o aumento da taxa fotossintética, houve aumento da g_s na face leste-oeste e manutenção na face norte-sul quando comparada ao mês anterior. O maior valor de g_s observado na face leste-oeste foi no lado oeste nas porções superior e médio do ramo distal, e, na face norte-sul foi no lado norte nas porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 32G e 32H).

Figura 32 - Isolinhas referente à condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de março (A e B), abril (C e D), maio (E e F) e junho (G e H) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular. Fonte: Do autor (2019).

A transpiração (E), em geral, foi maior nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao distal (FIGURA 33A, 33B, 33C, 33D, 33E, 33F, 33G, 33H, 33I e 33J). Na face leste-oeste, os maiores valores de E foram iguais durante três meses consecutivos, fevereiro, março e abril de 2017. No mês de junho de 2017, houve uma queda e o maior valor caiu pela metade, já no mês de setembro de 2017, houve um aumento novamente, no entanto, enquanto que nos meses anteriores o maior valor se encontrava em geral na porção superior da planta, agora, ele se encontrou na porção inferior. (FIGURA 33A, 33C, 33E, 33G e 33I). Na face norte-sul, diferentemente da face leste-oeste, houve uma queda já no mês de março de 2017, e, posteriormente consecutivos aumentos da transpiração até o mês de setembro de 2017 (FIGURA 33B, 33D, 33F, 33H e 33J).

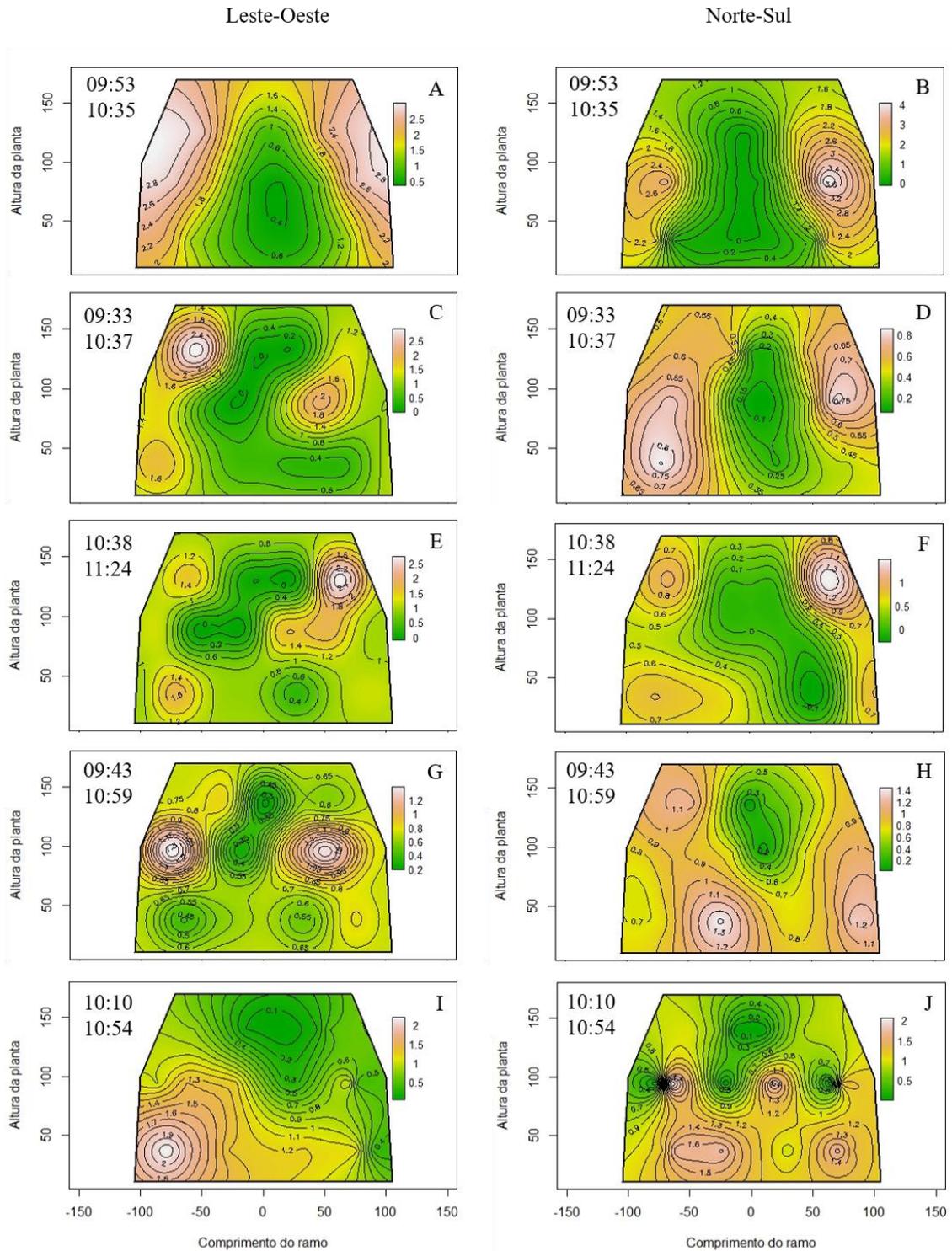
No mês de fevereiro de 2017, os maiores valores de E na face leste-oeste foram observados nas porções superior e médio do ramo distal, e, na face norte-sul, foi no lado sul na porção médio do ramo distal (FIGURA 33A e 33B). Já no mês de março de 2017, os maiores valores de E na face leste-oeste foram observados no lado leste da porção superior do ramo distal e lado oeste da porção médio do ramo distal, e, na face norte-sul, no lado norte nas porções médio e inferior do ramo distal e lado sul nas porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 33C e 33D).

O maior valor observado na face leste-oeste, no mês de abril de 2017, foi no lado oeste da porção superior do ramo distal, e, na face norte-sul, foi no lado sul da porção superior do ramo distal (FIGURA 33E e 33F). No mês de junho de 2017, na face leste-oeste, houve aumento da E nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao distal, e na face norte-sul, no lado norte, da porção superior do ramo proximal ao distal e houve uma redução nas porções médio e inferior do ramo distal. Já no lado sul ocorreu aumento da E nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao distal (FIGURA 33G e 33H). Os maiores valores de E da face leste-oeste foram obtidos no lado leste da porção médio do ramo distal e lado oeste da porção médio do ramo intermediário, e, na face norte-sul, foi no lado norte da porção inferior do ramo proximal (FIGURA 33G e 33H).

Após a colheita, no mês de setembro de 2017, houve uma mudança com relação à dinâmica da E, uma vez que, mesmo que a E continuasse aumentando do ramo proximal ao distal no lado leste, o maior valor observado foi na porção inferior dos ramos intermediário e distal. Os maiores valores observados foram em folhas provavelmente maduras pois estavam localizadas em partes mais velhas da planta. Nos lados oeste, norte e sul, houve um aumento de

E na porção superior do ramo proximal ao distal, mas os valores eram inferiores aos observados nas porções médio e inferior e reduziu do ramo intermediário para o distal (FIGURA 33I, 33J).

Figura 33 - Isolinhas referente à transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A e B), março (C e D), abril (E e F), junho (G e H) e setembro (I e J) de 2017 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

Nos meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018, a E da face leste-oeste apresentou maiores valores quando comparada à face norte-sul, exceto no mês de janeiro de 2018. Em geral, a E teve uma tendência de aumentar do ramo proximal ao distal (FIGURA 34A, 34B, 34C, 34D, 34E, 34F, 34G, 34H, 34I e 34J). No mês de outubro de 2017, a E aumentou na face leste-oeste nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal, mas na face norte-sul houve uma queda no lado sul na porção inferior do ramo distal. Os maiores valores de E da face leste-oeste foram observados no lado leste na porção médio dos ramos intermediário e distal. Na face norte-sul, os maiores valores foram no lado norte nas porções médio e inferior dos ramos intermediário e distal (FIGURA 34A e 34B).

Na face leste-oeste e norte-sul, no mês de novembro de 2017, a E aumentou na porção superior do ramo proximal ao distal, exceto no lado sul da porção superior do ramo distal, o qual, ocorreu uma queda. A E aumentou nas porções médio e inferior do ramo proximal para o intermediário e reduziu para o ramo distal, exceto no lado sul, o qual teve aumento até o ramo distal. O maior valor observado na face leste-oeste foi no lado leste na porção médio do ramo intermediário e porção inferior do ramo distal. Já na face norte-sul, foi no lado norte das porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 34C e 34D).

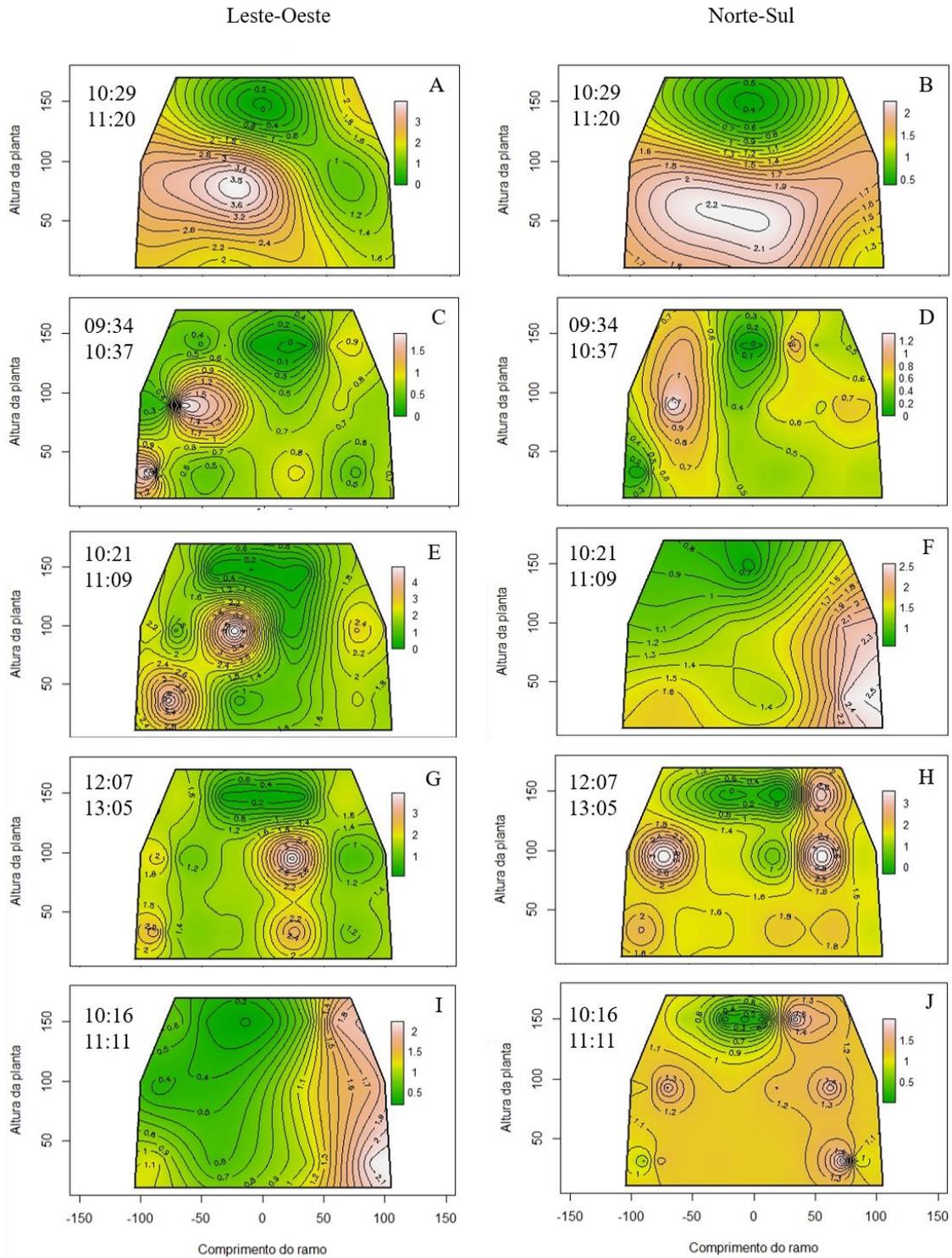
A transpiração no mês de dezembro de 2017, aumentou em ambas as faces nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal, exceto no lado leste da porção médio do ramo intermediário, o qual teve uma queda e no ramo distal aumentou. O maior valor observado na face leste-oeste foi no lado leste da porção médio do ramo proximal e porção inferior do ramo distal. Na face norte-sul, o maior valor foi no lado sul das porções médio e inferior do ramo distal (FIGURA 34E e 34F).

No mês de janeiro de 2018, a E aumentou em ambas as faces na porção superior do ramo proximal ao distal. Nas porções médio e inferior o aumento ocorreu apenas nos lados leste e norte. Nos lados oeste e sul ocorreu decréscimo do ramo intermediário para o distal. O maior valor de E observado na face leste-oeste foi no lado oeste da porção médio do ramo proximal e, na face norte-sul, foi no lado norte da porção médio do ramo distal e lado sul da porção superior do ramo distal e porção médio do ramo intermediário (FIGURA 34G e 34H).

Ocorreu aumento no mês de fevereiro de 2018, na face leste-oeste nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao distal. Já na face norte-sul, ocorreu aumento nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal ao intermediário e redução do ramo intermediário ao distal. O maior valor observado na face leste-oeste foi no lado oeste das porções superior,

médio e inferior do ramo distal, já na face norte-sul, foi no lado sul das porções superior, médio e inferior do ramo intermediário (FIGURA 34I e 34J).

Figura 34 - Isolinhas referente à transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D) e dezembro (E e F) de 2017 e janeiro (G e H) e fevereiro (I e J) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caular.
 Fonte: Do autor (2019).

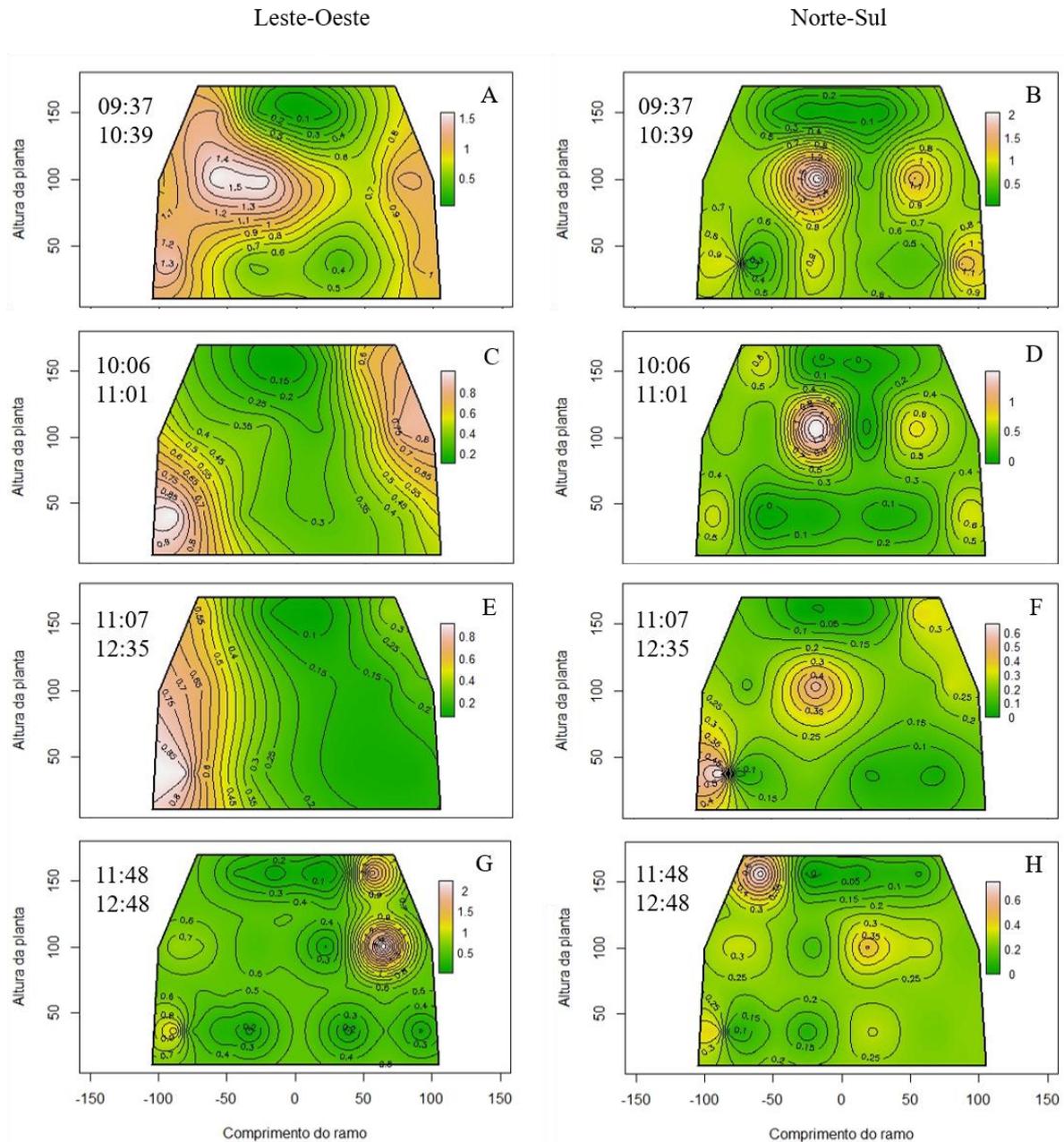
Dos meses de março a junho de 2018, a E teve uma tendência de aumentar do ramo proximal ao distal tanto na face leste-oeste como na face norte-sul. O maior valor observado na face leste-oeste ao longo desses meses foi no mês de junho de 2018 no lado oeste das porções superior e médio. Já na face norte-sul, foi no mês de março de 2018 no lado norte na porção médio do ramo proximal (FIGURA 35A, 35B, 35C, 35D, 35E, 35F, 35G, 35H, 35I e 35J).

Na face leste-oeste no mês de março de 2018, a E aumentou nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal. Na face norte-sul, ocorreu aumento na porção superior do ramo proximal ao distal. Nas porções médio e inferior, ocorreu decréscimo do ramo intermediário para o distal em ambas as faces. Os maiores valores de E observados na face leste-oeste foram no lado leste das porções superior, médio e inferior dos ramos intermediário e distal e na face norte-sul, o maior valor foi no lado norte da porção médio do ramo intermediário (FIGURA 35A e 35B).

A transpiração aumentou no mês de abril de 2018, na face leste-oeste e norte-sul nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal exceto no lado norte da porção médio, o qual apresentou aumento do ramo proximal para intermediário e redução do ramo intermediário para o distal. Os maiores valores de E observados na face leste-oeste foram no lado leste da porção inferior do ramo distal e lado oeste das porções superior e médio do ramo distal. Na face norte-sul, o maior valor foi no lado norte da porção médio do ramo intermediário (FIGURA 35C e 35D).

Houve uma redução da E, no mês de maio de 2018, quando comparada com a do mês anterior tanto na face leste-oeste como em norte-sul. A E aumentou em ambas as faces nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal, exceto no lado norte da porção médio, o qual houve um decréscimo para o ramo distal. O maior valor observado na face leste-oeste foi no lado leste da porção inferior do ramo distal e na face norte-sul, foi no lado norte da porção inferior do ramo distal (FIGURA 35E e 35F). No mês de junho de 2018, a E aumentou em ambas as faces nas porções superior, médio e inferior do ramo proximal para o distal, exceto no lado sul da porção médio, o qual, teve um decréscimo para o ramo distal. Os maiores valores de E observados na face leste-oeste foram no lado oeste das porções superior e médio do ramo distal, e, na face norte-sul, foram no lado norte nas porções superior e médio do ramo distal (FIGURA 35G e 35H).

Figura 35 - Isolinhas referente à transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de março (A e B), abril (C e D), maio (E e F) e junho (G e H) de 2018 nas faces Leste-Oeste e Norte-Sul.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam a altura da planta (cm) e nas abscissas o comprimento do ramo plagiotrópico (cm) considerando as coordenadas 0/0 como o ponto de início do sistema caulinar. Fonte: Do autor (2019).

O cafeeiro possui uma arquitetura de ramos e folhas, que afeta a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no interior de sua copa (RAKOCEVIC et al., 2018; RODRIGUES et al., 2016; RONCHI et al., 2015). De maneira geral, a RFA diminuiu, da porção superior em direção a porção inferior e do ramo distal ao proximal. A interceptação da RFA

também foi afetada quanto a direção dos ramos, como foi observado, que a maior RFA interceptou a face leste-oeste quando comparada com a face norte-sul (FIGURA 25A, 25B, 25C, 25D, 25E, 25F, 25G e 25H). Como os ramos plagiotrópicos da face norte-sul estavam na linha de plantio, eventualmente eles receberam maior ou menor radiação devido à mudança de posição do sol conjuntamente com a arquitetura da planta (ELLI et al., 2016; RODRIGUES et al., 2016).

A interceptação da RFA afetou alguns parâmetros avaliados como por exemplo a área foliar, número de folhas, massa seca de folhas que são parâmetros relacionados entre si, assim como taxa fotossintética líquida, condutância estomática e transpiração. Ou seja, maior número de folhas, leva a uma maior área foliar e maior massa seca de folhas. Assim como maior taxa fotossintética foi devido a maior condutância estomática, e, a maior condutância estomática foi devido maior transpiração. Esses parâmetros não foram maiores apenas pela maior incidência de RFA, mas também, devido ao aumento de temperatura provocado justamente pela maior incidência de RFA.

A taxa fotossintética líquida teve uma queda no mês de abril de 2017 na face norte-sul, e, dois meses depois, no mês de junho, a face leste-oeste apresentou uma queda (FIGURA 27F e 27G). A redução da temperatura média no mês de abril de 2017 (TABELA 1), juntamente ao microclima formado no interior da copa na linha de plantio, ou seja, face norte-sul, propiciou essa queda antecipada da taxa fotossintética. A fotossíntese aumentou novamente com o aumento da temperatura média e reestruturação da planta. No ano de 2018, ocorreu queda da taxa fotossintética em ambas as faces no mês de maio, juntamente com a queda da temperatura média.

É interessante ressaltar que a face norte-sul recuperou a taxa fotossintética líquida dois meses após a face leste-oeste (FIGURA 28E e 28J). Isso aconteceu devido a face leste-oeste ter recebido maior RFA por mais tempo durante o dia, o que provavelmente levou às folhas dessa face alcançarem a maturidade fisiológica antes das folhas da face norte-sul. Dessa forma, observa-se que a face norte-sul tem a sua assimilação mais prejudicada, uma vez que a taxa fotossintética caiu antes nessa face e recuperou-se depois, quando comparada a face leste-oeste, produzindo menos carboidratos. Logo, a face leste-oeste, sendo mais produtiva em fotoassimilados, apresentou maior número de folhas e de frutos quando comparado a face norte-sul (FIGURA 7B, 7C, 7E, 7H, 19B, 19D, 19F e 19H).

O número superior de frutos está relacionado com a exposição à maior radiação na face leste-oeste para esse estrato em relação a face norte-sul (FIGURA 19B, 19D, 19F e 19H), uma

vez que, o aumento na assimilação de carbono em resposta a maior interceptação de luz, culmina com maior indução reprodutiva, manutenção e crescimento de frutos. Dessa forma são formados mais nós por ramos e mais gemas florais (DAMATTA, 2004), além disso, a sobreposição entre ramos de plantas adjacentes na face norte-sul causam uma menor abundância de flores (CANNEL, 1985).

A superioridade no desenvolvimento dos ramos da face leste-oeste pode ser explicada pela maior disponibilidade de RFA neste estrato do dossel. A RFA desempenha um papel relevante na regulação da produção primária, contribuindo de forma efetiva para o crescimento das plantas (CASTRO LIMA et al., 2005). Deste modo, a eficácia e rapidez com que os padrões de alocação de biomassa e comportamento fisiológico são ajustados em resposta a exposição a maiores valores de radiação dessa porção da copa do cafeeiro, garantem maior eficiência na conversão da energia radiante em fotoassimilados e, conseqüentemente, maior crescimento (CAMPOS; UCHIDA, 2002).

A porção inferior da face leste-oeste em geral, foi maior em área foliar e demais variáveis dependentes (número de folhas e massa seca de folhas) e em massa seca de ramos. No entanto, deve ser ressaltado que o número de ramos plagiotrópicos nessas porções foi superior ao número de ramos das demais porções da planta principalmente no ano de 2017, o qual foi um ano de alta produção de frutos (FIGURA 1A, 1B, 1C, 1D, APÊNDICE A), e fez com que a porção inferior fosse maior nesses parâmetros. Além disso, foi observado que a porção inferior da planta possui muitas ramificações, contribuindo também para que a porção inferior supere as outras porções em área foliar, número de folhas, massa seca folhas e massa seca de ramos. No segundo ano avaliado, ano de recuperação vegetativa da planta, foi observado menores diferenças no número de ramos plagiotrópicos entre as partes da planta, uma vez que, são lançados novos ramos na porção superior do cafeeiro e os ramos da porção inferior não são repostos (FIGURA 1E, 1F, 1G, 1H, 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, APÊNDICE A).

Os maiores números de frutos, em geral, foram observados nas porções médio e inferior do ramo intermediário nos meses de fevereiro a junho de 2017 (19A, 19C, 19E e 19G). No entanto, a maior área foliar nos ramos plagiotrópicos de cada porção está localizada no ramo distal (FIGURA 4A, 4C, 4E e 4G), ou seja, porção a qual recebe maior RFA (FIGURA 25A, 25C, 25E e 25G). Essa maior RFA que atingiu as porções distal da face leste-oeste e por mais tempo ao longo do dia (SANTINI, 2015), favoreceu a maior produção de carboidratos durante

o dia para suprir os frutos em seus respectivos ramos, devido à uma provável translocação de fotoassimilados da parte distal do ramo às partes mais produtivas do ramo como intermediário.

O número de frutos, o número de rosetas e a massa seca de frutos foram altamente dependentes de partes da planta enfolhadas e que recebem maior RFA. Isso ocorre porque, o fruto é um dreno forte e é necessário que os carboidratos produzidos na folha sejam translocados para o fruto para que ocorra seu crescimento e maturação (BRAGANÇA et al., 2005; VAAST et al., 2006). Dessa forma, um maior número de folhas próximo da porção do ramo em produção deve ser necessário.

A massa seca de frutos aumentou significativamente ao longo dos meses do ano 2017, ano de alta produção, o qual o cafeeiro estava investindo no enchimento e manutenção dos frutos à planta (FIGURA 22A, 22C, 22E e 22G). Esse aumento na massa seca de frutos está diretamente relacionado com o aumento do grau de maturação do fruto segundo os estádios de desenvolvimento do fruto de café. Dessa forma, conforme passaram os meses, o número de frutos com grau de maturação mais avançado foi maior, aumentando assim a massa seca de frutos. Nas tabelas de 1 a 14, do Apêndice B, estão os dados obtidos de porcentagem de número de frutos em cada estágio de desenvolvimento ao longo dos meses. Essas tabelas mostram que com o passar dos meses, houve maior porcentagem de frutos com grau de maturação mais avançado, por isso houve um aumento tão grande da massa seca de frutos nos meses de fevereiro e junho de 2017.

A maior massa seca de frutos (FIGURA 22B, 22D, 22F e 22H), número de frutos (FIGURA 19A, 19C, 19E, 19G) e capacidade fotossintética do cafeeiro (Figura 27A, 27C, 27E e 27G) foram observadas na face leste-oeste quando comparada com a face norte-sul, favorecendo o enchimento desses frutos mais do que na face norte-sul. Esse fato foi observado dividindo o valor observado em massa seca de frutos pelo valor observado em número de frutos em cada região. Por exemplo, no mês de fevereiro de 2017 no lado leste da porção médio do ramo intermediário, obteve-se o valor de 0,22 gramas de massa seca por fruto derivados dos valores de 50 gramas de massa seca e 220 frutos. Já no lado norte, obteve-se 0,18 gramas de massa seca por fruto derivados dos valores 20 gramas de massa seca e 110 frutos. No mês de junho de 2017, observou-se um incremento de massa seca por fruto juntamente com o aumento do grau de maturação do fruto e foi encontrado o valor de 0,5 gramas de massa seca por fruto no lado leste da porção médio do ramo intermediário derivados dos valores 200 gramas de massa seca e 400 frutos e, no lado norte, o valor foi de 0,37 gramas de massa seca por fruto derivados dos valores 150 gramas e 400 frutos.

Com a colheita, sendo ela manual ou mecânica, ramos são quebrados e a desfolha é intensa (FIGURA 7I e 7J), sendo essa a principal causa da redução na produtividade do ano seguinte, uma vez que, as reservas foram usadas para repor a vegetação, e menor investimento em frutos é proporcionado (SILVA et al., 2010). A desfolha ocasionada pela colheita do de 2017 causou redução da área foliar, e, com isso, a planta foi capaz de interceptar menos radiação fotossinteticamente ativa.

Dessa forma, o padrão de relação fonte/dreno foi alterado e impactou a dinâmica do cafeeiro. No ano seguinte, classificado como ano de baixa produção, os poucos frutos produzidos foram localizados preferencialmente na porção superior (FIGURA 19I, 19J, 20A, 20B, 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 20I, 20J, 21A, 21B, 21C, 21D, 21E e 21F). Essa nova dinâmica ocorreu porque no ano de 2017, os ramos da porção superior apresentaram menor carga de frutos, sendo assim, os ramos e folhas dessa porção provavelmente foram menos desgastados energeticamente. Essa menor carga na porção superior no ano de 2017, pode ser explicada pelos ramos serem jovens e as gemas foliares ainda não apresentarem maturidade fisiológica para serem induzidas a gemas florais e conseqüentemente, ao florescimento (RAMÍREZ et al, 2010; RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010).

Devido ao cafeeiro ter várias floradas e essas plantas terem tido alta carga de frutos no mês de junho de 2017, ocorreu uma oscilação no número de rosetas ao longo do tempo com quedas e aumentos em ambas as faces no ano de 2018, e isso pode estar relacionado com a capacidade da planta de conseguir manter esse fruto. No mês de outubro de 2018, com uma nova florada, diferentemente do mês de outubro de 2017, o número de rosetas e número de frutos foram elevados, caracterizando que 2019 poderá ser ano de alta produção nessa lavoura.

Pode-se observar que a porção superior da planta em ambas as faces no mês de março de 2018 apresentou área foliar similar à do mês de março de 2017 (FIGURA 4C, 4D, 6A e 6B), o que caracteriza a recuperação vegetativa na planta. No entanto, o valor de área foliar disponível para cada fruto foi maior, em razão da menor carga de frutos no ano de 2018 quando comparado ao ano de 2017. A recuperação dos impactos fisiológicos causados no ano de alta produção bem como os danos advindos da colheita, envolvem o direcionamento do recurso armazenado em ramos, para a reestruturação da arquitetura da planta, competindo diretamente com o investimento em novos frutos, justificando a queda na produtividade no seguinte ao ano de alta produção (SILVA et al., 2010).

De fato, verificou-se que a partir do mês de outubro de 2017 iniciou-se uma rápida recuperação da área foliar, número de folhas e matéria seca de folhas tanto na face leste-oeste

como na face norte-sul (FIGURA 5C, 5D, 5E, 5F, 5G, 5H, 5I, 5J, 6A, 6B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I, 8J, 9A, 9B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11I, 11J, 12A e 12B). A recuperação do cafeeiro ocorreu após o período de déficit hídrico que finalizou no mês de outubro de 2017 com o aumento das precipitações típicas da estação (TABELA 1).

Após a completa recomposição do enfolhamento das plantas no mês de março de 2018, iniciou-se um período de déficit hídrico no mês de abril de 2018 (TABELA 1). Nos meses de junho e julho de 2018, o déficit aumentou e, juntamente com isso, houve a paralização da energia investida em folhas, uma vez que, quanto maior a área foliar, mais água pode ser perdida por evapotranspiração e, também pelo fato de que a área foliar já se apresentava tão alta quanto no mês de março de 2017. A paralização do investimento em folhas pode ter sido um mecanismo de economizar água presente no solo, e, foi lançado um segundo mecanismo para armazenar energia. Nesse período de restrição hídrica, pode-se observar que, enquanto a planta não investiu em área foliar, o carboidrato produzido, foi armazenado nos ramos proporcionando aumento da massa seca de ramos dos meses de junho até outubro de 2018 (FIGURA 15G, 15H, 15I e 15J).

A intensa desfolha durante a colheita pode estar relacionada com o impacto mecânico da máquina ou até mesmo da colheita manual, em que a maior força é aplicada no terço médio e inferior, onde se encontram a maior parte dos frutos. Pode-se observar esse fato nos dados de área foliar. Comparando o lado leste do mês de junho de 2017 com o mesmo lado do mês de setembro de 2017 (após a colheita), observou-se que a porcentagem de redução da área foliar foi menor na porção superior dos ramos intermediário e distal quando comparado com as porções médio e inferior dos ramos intermediário e distal, isso porque a porção superior é composta por folhas mais jovens do que as folhas que compõem as porções médio e inferior. As porcentagens de redução foram: na porção superior nos ramos intermediário e distal, 60% em ambos, porção médio do ramo intermediário, 76%, porção médio do ramo distal, 82%, porção inferior do ramo intermediário, 75%, e, porção inferior do ramo distal, 70%.

Com a desfolha no cafeeiro (FIGURA 7I e 7J) e a perda de ramos na porção inferior (FIGURA 1F, APÊNDICE A), maior RFA passou a interceptar as porções mais internas e inferiores da copa do cafeeiro (FIGURA 25I, 25J, 26A, 26B, 26C, 26D, 26E, 26F, 26G e 26H). Essa maior RFA favoreceu o aumento da taxa fotossintética líquida nas folhas remanescentes maduras (FIGURA 27I e 27J, 28A, 28B, 28C, 28D, 28E, 28F, 28G, 28H, 28I, 28J, 29A, 29B, 29C, 29D, 29E, 29F, 29G e 29H). As folhas maduras faziam parte das porções média e inferior do cafeeiro, uma vez que nos meses subsequentes à desfolha, as maiores taxas fotossintéticas

foram observadas nessas porções. Na porção superior, uma vez que, possuía folhas ainda não completamente maduras, as taxas fotossintéticas foram reduzidas após a colheita. Isso fez com que fosse alterado o padrão de taxas fotossintéticas do cafeeiro, e, conseqüentemente sua relação fonte-dreno.

A maior exposição dessas folhas a radiação, resultou no aumento da espessura, massa foliar específica, desenvolvimento da epiderme e parênquima (DICKISON, 2000; GONDIM et al., 2008), propiciando adaptações fisiológicas que favorecem o aumento das trocas gasosas (TERASHIMA; MIYAZAWA; HANBA, 2001). Essa resposta pode ser amparada tanto pela massa seca de folhas por unidade de folha como pela área foliar por unidade de folha. Como por exemplo, no mês de fevereiro de 2017 no lado leste da porção médio do ramo distal, o valor de massa seca de folhas por folha foi igual a 0,24 gramas por folha, enquanto que no lado leste da porção médio do ramo proximal, o valor foi de 0,20 gramas por folha. No lado norte da porção médio do ramo distal, o valor foi de 0,34 gramas por folha, no ramo proximal, o valor foi de 0,20 gramas por folha.

Na cidade de Varginha, a média anual se concentrou em torno de 21°C, no entanto, nos meses de inverno, as temperaturas médias mensais de maio a julho de 2017 e de maio a agosto de 2018 foram inferiores a 18°C. Nesses meses, as taxas fotossintéticas foram menores, assim como obtido nesse trabalho nos meses de junho de 2017 e 2018 (FIGURA 27G, 27H, 29G e 29H), o que não favoreceu o crescimento do cafeeiro. Observou-se que nos meses de junho a outubro de 2018, poucas diferenças foram observadas na área foliar (FIGURA 6G, 6H, 6I e 6J), número de folhas (FIGURA 9G, 9H, 9I e 9J), e massa seca de folhas (FIGURA 12G, 12H, 12I e 12J), período o qual foram observadas as menores taxas fotossintéticas (FIGURA 29G e 29H), e período o qual, o cafeeiro passou por um déficit hídrico moderado (TABELA 1) (FERNANDES et al., 2016). No entanto, observou-se que a massa seca de ramos cresceu nesse período. Isso mostra que os produtos da taxa fotossintética da planta foram armazenados nos ramos (FIGURA 15G, 15H, 15I e 15J), tanto como carboidratos estruturais como não estruturais. Assim, os carboidratos não estruturais poderão ser futuramente remobilizados e utilizados, como por exemplo, na indução da floração, crescimento e enchimento dos frutos (LIVRAMENTO et al., 2003).

A baixa RFA juntamente com o déficit de pressão de vapor (DPV) e baixas temperaturas noturnas são fatores limitantes para a abertura estomática e, conseqüentemente, para a taxa fotossintética do cafeeiro (CUNHA; VOLPE, 2010; DAMATTA et al. 2007, 2016; RODRIGUES et al., 2016; SHAMSHIRI, et al., 2018; SILVA et al., 2004). A condutância

estomática teve padrão similar ao da taxa fotossintética líquida e RFA, em que maiores taxas foram observadas nas porções mais externas e superiores da copa, exceto quando a desfolha ocorreu, e maiores taxas fotossintéticas foram observadas na porção inferior (FIGURA 27I e 27J).

No interior da copa do cafeeiro foram medidos valores de RFA suficientemente altos para a taxa fotossintética a partir do mês de setembro de 2017 (FIGURA 25I e 25J) juntamente com a desfolha e redução de ramos observada (FIGURA 7I e 7J, FIGURA 1F, APÊNDICE A), uma vez que, a fotossíntese do cafeeiro atinge seu máximo com baixos valores de RFA, conforme visto em Rakocevic et al. (2018), 300 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ são suficientes.

Para a etapa fotoquímica, a RFA que tem chegado no interior da copa após a desfolha é suficiente para estimular os fotossistemas e produzir ATP e NADPH em quantidades satisfatórias para a realização da etapa bioquímica. Além disso, a RFA ativa enzimas do ciclo de Calvin-Benson e também estimula a abertura estomática. Para a abertura estomática e manutenção dos estômatos abertos, é necessário que haja um DPV. E, nesse caso, porções mais internas da copa devem possuir um microclima mais ameno e esse DPV deve ser menor quando comparado ao do exterior da copa. O DPV aumenta com o aumento da temperatura em determinada porção da planta (ELLI, et al., 2016; PEZZOPANE et al., 2011; WILL et al., 2013), por isso, o DPV provavelmente deve ter o mesmo padrão obtido para RFA e trocas gasosas, uma vez que maior RFA culmina em maiores temperaturas.

Os resultados obtidos evidenciaram as diferenças de crescimento vegetativo e reprodutivo entre as diferentes porções da copa devido a diferenças na interceptação da RFA e na variação da relação fonte e dreno entre ano de alta produção e de baixa produção, fortemente influenciados pela colheita na cv. Arara. As alterações na interceptação da RFA, afetaram os padrões de trocas gasosas, os quais interferiram significativamente no crescimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a dinâmica da copa do cafeeiro é dependente da intensidade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada pelas folhas. As porções do cafeeiro que receberam maior RFA apresentaram maiores taxas fotossintéticas, condutância estomática e transpiração.

A superioridade dessas porções nas trocas gasosas potencializou o poder de crescimento vegetativo e reprodutivo das mesmas. Dessa forma, regiões que receberam maior RFA apresentaram maior área foliar, número de folhas, massa seca de folhas, massa seca de ramos, número de rosetas, número de frutos e massa seca de frutos. Assim, a face das plantas voltadas para a rua de plantio (leste-oeste) foi a que possuiu maiores valores de todas as variáveis estudadas.

Após a colheita do primeiro ano de estudo, houve uma acentuada desfolha e queda de ramos plagiotrópicos. Este fato favoreceu com que as porções mais internas da planta recebessem maior RFA e pudessem alavancar novamente o crescimento vegetativo, sem, no entanto, eliminar a bienalidade da lavoura. No segundo ano de estudo, o crescimento vegetativo foi totalmente recuperado ao nível do ano anterior, porém, com a carga de frutos bastante reduzida. No início do terceiro ano de estudo, verificou-se uma recuperação do crescimento reprodutivo com uma carga pendente de frutos próxima àquela verificada no primeiro ano. Desse modo, ficou claro neste estudo, uma relação espacial e temporal das relações fonte-dreno do cafeeiro governada pela RFA.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 35-56.
- ALVES, J. D.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Lavras: Ed. UFLA, 2010. p. 169-215.
- ANGELOCCI, L.R., et al. Radiation balance of coffee hedgerows. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 12, n. 3, p. 274-281, 2008.
- ARAÚJO, W. L. et al. Limitations to photosynthesis in coffee leaves from different canopy positions. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 46, n. 10, p. 884-890, 2008.
- BERMÚDEZ, L. et al. Silencing of the tomato Sugar Partitioning Affecting protein (SPA) modifies sink strength through a shift in leaf sugar metabolism. **The Plant Journal**, Oxford, v. 77, n. 5, p. 676–687, Mar. 2014.
- BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 2005. 99 p. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- CAMARGO, A.P. Zoneamento da aptidão climática para a cafeicultura de arábica e de robusta no Brasil. In: FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Recursos naturais, meio ambiente e poluição; contribuição de um ciclo de debates. Rio de Janeiro, SUPREN, 1977. p.68-76. (Recursos Naturais, 1).
- _____. Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.7, p. 831-839, 1985.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO M. D. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CAMARGO, A. P.; FRANCO, C.F. Clima e fenologia do cafeeiro. In: **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. 5.ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, Ministério da Indústria e Comércio, p.19-50, 1985.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influence of shade on the growth of seedlings of three Amazon species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CANNELL, M. G. R. Physiology of the coffee crop. In: **Coffee**. Springer US, p. 108-134, 1985.
- CARVALHO, C. H. S. de; et al. Relação entre produção, teores de N, P, K, Ca, Mg, amido e a seca de ramos do Catimor (*Coffea arabica* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.665-673, 1993.
- CASTRO LIMA, E. et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, 2005.

CHAVES, A. R. de M. et al. Varying leaf-to-fruit ratios affect branch growth and dieback, with little to no effect on photosynthesis, carbohydrate or mineral pools, in different canopy positions of field-grown coffee trees. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 77, p. 207-218, 2012.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café, primeiro levantamento, janeiro 2017: volume 4.** Brasília: Conab, 2017. 98 p.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café, terceiro levantamento, setembro 2018: volume 5.** Brasília: Conab, 2018. 76 p.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café, primeiro levantamento, janeiro 2019: volume 6.** Brasília: Conab, 2019. 62 p.

COSTA, J. C. et al. Field performance of coffee progenies and cultivars with specific resistance to rust. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 183-191, abr./jun. 2013.

CUNHA, A. R.; VOLPE, C. A. Relações radiométricas no terço superior da copa de cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 263-271, mar. 2010.

DAMATTA, F. M. et al. Actual and potential photosynthetic rates of tropical crop species. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 24-32, 2001.

_____. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v. 86, n. 2-3, p. 99-114, 2004.

_____. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian journal of plant physiology**, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

_____. Sustained enhancement of photosynthesis in coffee trees grown under free-air CO₂ enrichment conditions: disentangling the contributions of stomatal, mesophyll, and biochemical limitations. **Journal of Experimental Botany**, Oxford v. 67, n. 1, p. 341-352, 2016.

DICKISON, W. C. Integrative plant anatomy. San Diego: **Academic Press**. 533 p., 2000.

DRINNAN, J. E.; MENZEL, C. M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, v.70, p.25-34, 1995.

ELOY, E. et al. Influência do espaçamento na interceptação de radiação do dossel vegetativo de espécies arbóreas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 683-691, 2012.

ELLI, E. F. et al. Ecofisiologia da cana-de-açúcar no sub-bosque de canafístula em arranjos de sistema agroflorestal. **Comunicata Scientiae**. v. 7, n. 4, p. 464-472, 2017

FAHL, J. I. et al. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*Coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v. 69, n. 1, p. 161-169, 1994.

FERNANDES, A. L. T. et al. Technical and economic viability of drip irrigation of coffee in Araxá, MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 347 - 358, 2016.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. Disponível em: <http://fundacaoprocafe.com.br/estacao-e-avisos/sul-de-minas/boletim-de-aviso>

GONDIM, A. R. O. et al. Plasticidade anatômica da folha de taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. **Bragantia**, Campinas, v. 7, n. 4, p. 1037-1045, 2008.

GOUVEIA, N. M. **Estudo da diferenciação e crescimento das gemas florais de *Coffea arabica* L.: observações sobre antese e maturação dos frutos**. 1984. 237 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, 1984.

KOCH, K. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 7, n. 3, p. 235–246, June 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 531p. 2000.

LEONG, W. **Canopy modification and its effects on the growth and yield of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.** 1980. 283 p. Thesis (Ph.D.) - Faculty of Agriculture Sciences of Ghent, Ghent, 1980.

LIVRAMENTO, D. E. et al. Influência da produção nos níveis de carboidratos e recuperação de cafeeiros após recepagem. **Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 292, p. 737-752, 2003.

LONG, S. P.; MARSHALL-COLON, A.; ZHU, X. G. Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential. **Cell**, Cambridge, v. 161, n. 1, p. 56-66, 26, Mar. 2015.

MARTINS, E. et al. Influência das condições climáticas na produtividade e qualidade do cafeeiro produzido na região do Sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 499 - 506, out./dez. 2015

MARTINS, S. C. V. et al. Understanding the low photosynthetic rates of sun and shade coffee leaves: bridging the gap on the relative roles of hydraulic, diffusive and biochemical constraints to photosynthesis. **PLoS One**, San Francisco, v. 9, n. 4, p. e95571, Apr. 2014.

MARUR, C.; FARIA, R. T. Photosynthesis of individual leaves in a coffee plant. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 331-335, jul./set. 2006.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo. (Coleção do agricultor, Grãos). 320 p. 1991.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2005. 434 p.

MATIELLO, J. B. et al. Japi e Arara, duas novas cultivares de café com resistência à ferrugem e boa produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34., 2008, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2008. p. 4-5.

MENEZES-SILVA, P. E. et al. Photosynthetic and metabolic acclimation to repeated drought events play key roles in drought tolerance in coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 68, n. 15, p. 4309-4322, July 2017.

NIINEMETS, U. Photosynthesis and resource distribution through plant canopies. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 30, n. 9, p. 1052–1071, Sept. 2007.

PAIVA, R. N. **Comportamento agrônômico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha – MG.** 2009. 36 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro Arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Microclimate in coffee plantation grown under grevillea trees shading. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 201-206, 2011.

PILAU, F. G., ANGELOCCI, L. R. Padrões de interceptação de radiação solar por cafeeiros em função da área foliar. **Coffee Science**. v. 11, n. 1, p. 127-136, 2016.

PINTO, H. S. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Número especial Zoneamento Agrícola. v.9, p. 495-500, 2001.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena, Austria, 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org>

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) Flowering Physiology. **Scientia Horticulturae**, vol. 126, p. 65–72, 2010.

RAMÍREZ, F. et al. A. The Stem Age Required for Floral Induction of Synchronized Mango Trees in the Tropics. **Hortscience**, vol. 45, n.10, p. 1453–1458, 2010.

RAKOCEVIC, M. et al. Structural and functional changes in coffee trees after 4 years under free air CO₂ enrichment. **Annals of botany**, v. 121, n. 5, p. 1065-1078, 2018.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v.11, p.26-40, 1985.

RIBEIRO Jr, P. J.; DIGGLE, P. J. **geoR: Analysis of Geostatistical Data**. [S.l.], 2018. R package version 1.7-5.2.1. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=geoR>>

RIGHI, C. A. **Avaliação ecofisiológica de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sistema agroflorestal e em monocultivo.** 2005. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.

RODRIGUES, W. P. et al. Whole-canopy gas exchanges in *Coffea* sp. is affected by supra-optimal temperature and light distribution within the canopy: The insights from an improved multi-chamber system. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 211, p. 194–202, Nov. 2016.

RONCHI, C. P. et al. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 187-195, mar. 2015.

SANTINI, P. T. **Padrões espaço-temporais da fisiologia da copa do cafeeiro**. 2015. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SAVAGE, J. A. et al. Allocation, stress tolerance and carbon transport in plants: How does phloem physiology affect plant ecology? **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 709–725, Apr. 2016.

SEDIYAMA, G. C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 501-509, 2001.

SHAMSHIRI, R. R. et al. Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: a review. **International Agrophysics**. v. 32, p. 287-302, 2018.

SILVA, E. A. et al. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of arabica coffee trees. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 89, n. 2/3, p. 349–357, Oct. 2004.

SILVA, F. M. et al. Effects of manual harvesting on coffee (*Coffea arabica* L.) crop biannuality in Ijaci, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 34, n. 3, p. 625-632, 2010.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TERASHIMA, I.; MIYAZAWA, S.; HANBA, Y. T. Why are sun leaves thicker than shade leaves? Consideration based on analyses of CO₂ diffusion in the leaf. **Journal of Plant Research**, v. 114, n. 1, p. 93-105, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Coffee: World Markets and Trade 2018**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/coffee-world-markets-and-trade>>.

VAAST P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. V. 86, p. 197-204, 2006.

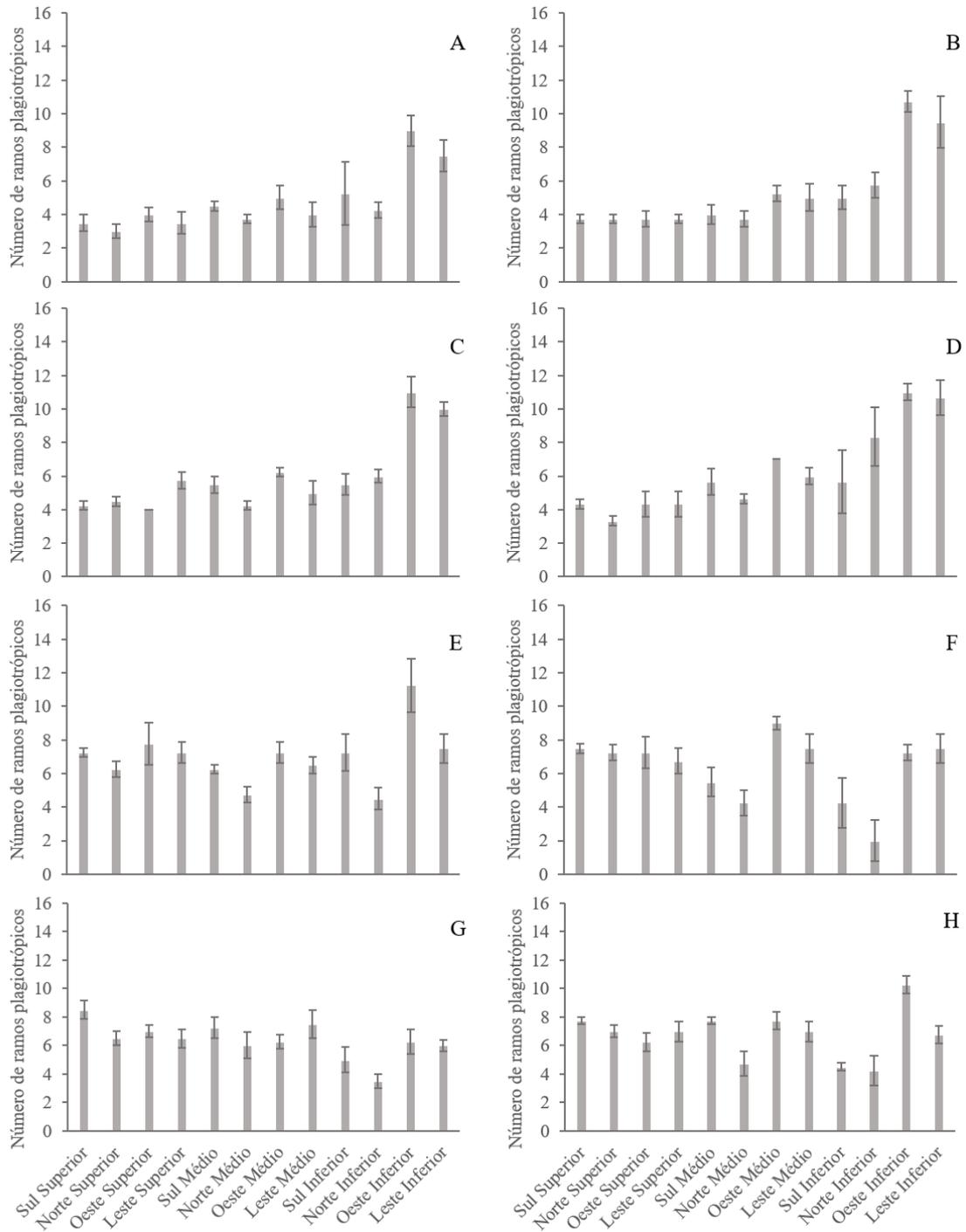
WILL, R. E. et al. Increased vapor pressure deficit due to higher temperature leads to greater transpiration and faster mortality during drought for tree seedlings common to the forest–grassland ecotone. **New Phytologist**, v. 200, n. 2, p. 366-374, 2013.

ZHU, X. G. et al. The slow reversibility of photosystem II thermal energy dissipation on transfer from high to low light may cause large losses in carbon gain by crop canopies: a theoretical analysis. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 400, p. 1167–1175, May 2004.

ZHU, X. G.; LONG, S. P.; ORT, D. R. Improving photosynthetic efficiency for greater yield. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 61, p. 235-261, 2010.

APÊNDICE A – Número de ramos plagiotrópicos nas frações do cafeeiro ao longo dos meses

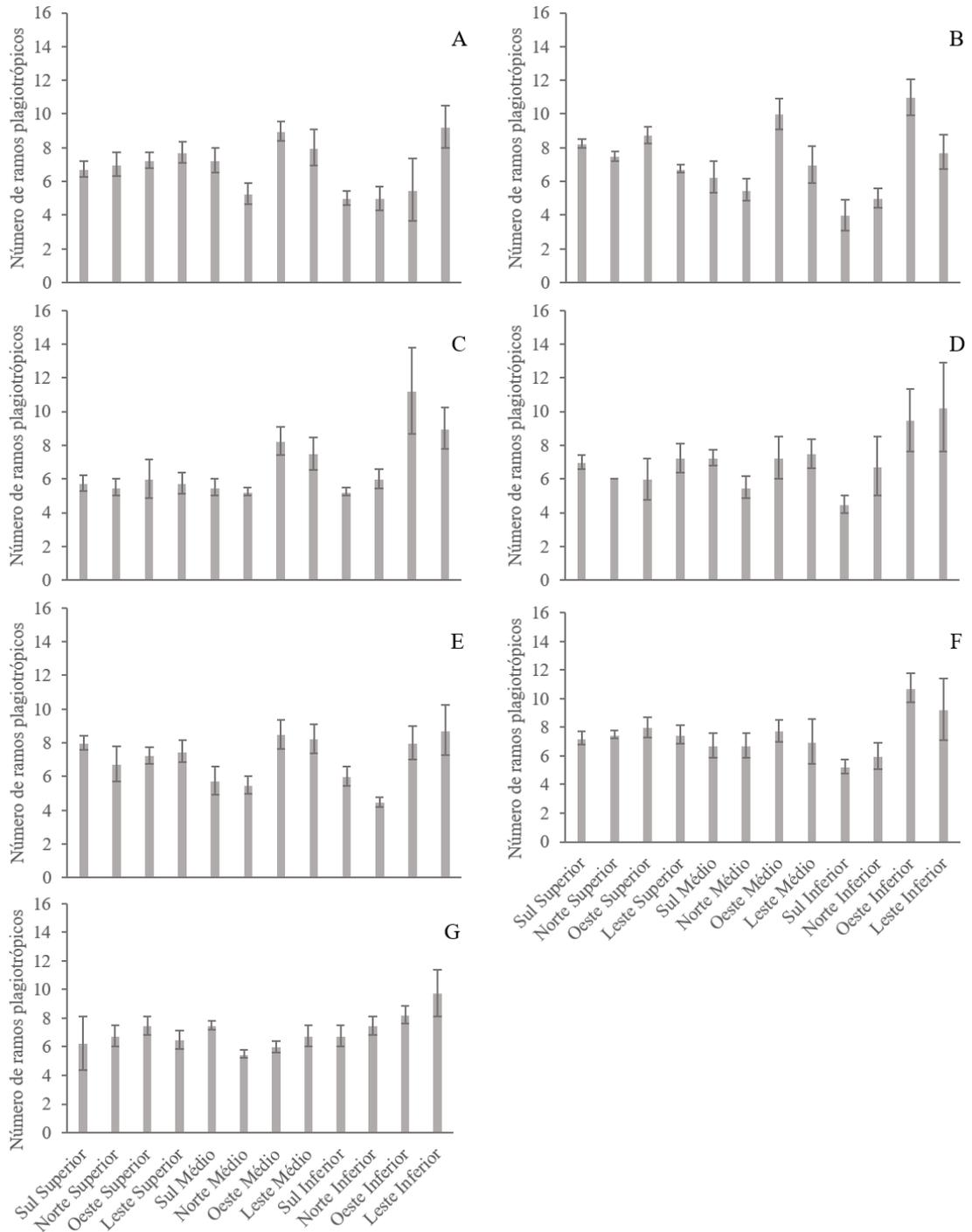
Figura 1 – Número de ramos plagiotrópicos do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de fevereiro (A), março (B), abril (C), junho (D), setembro (E), outubro (F), novembro (G) e dezembro (H) de 2017.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam o número de ramos plagiotrópicos e nas abscissas a fração da planta analisada.

Fonte: Do autor (2019).

Figura 2 – Número de ramos plagiotrópicos do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) nos meses de janeiro (A), fevereiro (B), março (C), abril (D), maio (E), junho (F) e outubro (G) de 2018.



Legenda: Os números nas ordenadas indicam o número de ramos plagiotrópicos e nas abscissas a fração da planta analisada.

Fonte: Do autor (2019).

**APÊNDICE B – Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento
ao longo dos meses**

Tabela 1 – Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em fevereiro de 2017 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Fevereiro/2017				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	3,43	85,14	11,43	0,00	0,00
Sul Sup D	5,36	70,83	23,81	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup I	6,59	63,74	29,67	0,00	0,00
Norte Sup D	0,00	81,70	18,30	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	2,50	83,93	13,57	0,00	0,00
Oeste Sup D	10,50	71,69	17,81	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup I	1,96	90,20	7,84	0,00	0,00
Leste Sup D	10,40	77,60	12,00	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	49,61	50,39	0,00	0,00
Sul Med I	1,94	76,32	21,75	0,00	0,00
Sul Med D	4,71	81,41	13,87	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	46,33	53,67	0,00	0,00
Norte Med I	0,79	69,31	29,90	0,00	0,00
Norte Med D	7,11	75,65	17,24	0,00	0,00
Oeste Med P	0,94	56,94	42,12	0,00	0,00
Oeste Med I	2,76	82,44	14,80	0,00	0,00
Oeste Med D	9,05	86,55	4,40	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	52,26	47,74	0,00	0,00
Leste Med I	4,30	68,91	26,79	0,00	0,00
Leste Med D	9,37	86,36	4,27	0,00	0,00
Sul Inf P	1,82	83,64	14,55	0,00	0,00
Sul Inf I	0,00	92,61	7,39	0,00	0,00
Sul Inf D	2,75	80,77	16,48	0,00	0,00
Norte Inf P	0,52	81,15	18,32	0,00	0,00
Norte Inf I	1,66	87,42	10,93	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	89,69	10,31	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,35	45,66	53,98	0,00	0,00
Oeste Inf I	4,03	82,64	13,33	0,00	0,00
Oeste Inf D	10,32	84,84	4,84	0,00	0,00
Leste Inf P	0,57	80,75	18,68	0,00	0,00
Leste Inf I	1,24	89,55	9,20	0,00	0,00
Leste Inf D	4,24	86,36	9,39	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 2 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em março de 2017 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Março/2017				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	93,33	6,67	0,00	0,00
Sul Sup I	2,10	83,61	10,50	3,78	0,00
Sul Sup D	1,06	56,38	42,55	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	75,00	25,00	0,00	0,00
Norte Sup I	2,02	88,38	9,60	0,00	0,00
Norte Sup D	10,89	89,11	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	2,77	78,55	18,69	0,00	0,00
Oeste Sup D	12,70	82,54	4,76	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	93,18	6,82	0,00	0,00
Leste Sup I	2,54	74,01	23,45	0,00	0,00
Leste Sup D	14,88	82,64	2,48	0,00	0,00
Sul Med P	0,32	93,65	6,03	0,00	0,00
Sul Med I	1,06	95,74	2,34	0,85	0,00
Sul Med D	4,41	92,16	3,43	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	81,01	18,99	0,00	0,00
Norte Med I	0,22	86,55	13,02	0,22	0,00
Norte Med D	2,60	97,40	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	0,38	82,93	16,70	0,00	0,00
Oeste Med I	0,94	88,77	7,41	2,89	0,00
Oeste Med D	8,98	77,71	6,81	6,50	0,00
Leste Med P	0,91	91,12	7,97	0,00	0,00
Leste Med I	3,06	93,08	3,50	0,36	0,00
Leste Med D	17,61	82,39	0,00	0,00	0,00
Sul Inf P	0,48	93,30	5,26	0,96	0,00
Sul Inf I	0,83	94,49	4,13	0,55	0,00
Sul Inf D	5,32	89,36	5,32	0,00	0,00
Norte Inf P	1,33	80,00	9,33	9,33	0,00
Norte Inf I	0,93	64,35	20,83	13,89	0,00
Norte Inf D	0,00	81,82	9,09	9,09	0,00
Oeste Inf P	0,84	96,65	2,51	0,00	0,00
Oeste Inf I	1,92	96,64	1,26	0,18	0,00
Oeste Inf D	6,60	93,40	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	0,00	72,02	16,44	11,55	0,00
Leste Inf I	0,37	77,25	17,71	4,47	0,19
Leste Inf D	9,20	80,46	10,34	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estágios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 3 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em abril de 2017 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Abril/2017				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	35,14	64,86	0,00	0,00
Sul Sup I	5,68	57,95	36,36	0,00	0,00
Sul Sup D	3,51	26,32	70,18	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	26,23	70,49	1,64	1,64
Norte Sup I	2,33	40,68	53,39	2,75	0,85
Norte Sup D	5,71	45,71	40,00	5,71	2,86
Oeste Sup P	0,00	22,03	72,88	3,39	1,69
Oeste Sup I	2,79	32,09	63,26	1,16	0,70
Oeste Sup D	21,62	24,32	54,05	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	16,33	74,49	4,08	5,10
Leste Sup I	1,48	29,44	66,86	1,63	0,59
Leste Sup D	0,00	22,22	72,22	5,56	0,00
Sul Med P	0,00	14,92	79,84	4,03	1,21
Sul Med I	1,34	26,23	64,64	6,18	1,61
Sul Med D	5,07	29,71	59,42	5,07	0,72
Norte Med P	0,00	30,15	68,00	1,85	0,00
Norte Med I	2,68	40,91	50,67	5,35	0,39
Norte Med D	8,77	28,07	45,61	17,54	0,00
Oeste Med P	0,95	17,67	78,23	2,21	0,95
Oeste Med I	2,96	22,27	63,84	8,56	2,38
Oeste Med D	4,57	36,53	43,84	10,05	5,02
Leste Med P	1,19	15,51	80,52	2,78	0,00
Leste Med I	2,32	25,31	59,83	11,86	0,68
Leste Med D	8,58	30,22	53,73	5,22	2,24
Sul Inf P	0,00	56,13	43,40	0,47	0,00
Sul Inf I	1,75	48,68	47,37	2,19	0,00
Sul Inf D	0,00	36,67	60,00	0,00	3,33
Norte Inf P	0,00	32,31	66,15	1,54	0,00
Norte Inf I	0,58	37,18	61,67	0,29	0,29
Norte Inf D	0,00	85,71	14,29	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,47	39,86	56,84	2,59	0,24
Oeste Inf I	2,42	42,74	51,09	3,28	0,46
Oeste Inf D	8,81	40,61	46,36	3,83	0,38
Leste Inf P	0,00	69,98	9,93	19,87	0,22
Leste Inf I	0,76	20,40	51,70	26,74	0,40
Leste Inf D	9,26	37,96	48,15	4,63	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 4 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em junho de 2017 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Junho/2017				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	0,00	3,67	90,83	2,75	2,75
Sul Sup D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	0,00	41,67	8,33	50,00
Norte Sup I	0,00	9,89	39,56	7,69	42,86
Norte Sup D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	28,57	14,29	57,14
Oeste Sup I	0,00	13,84	54,09	8,81	23,27
Oeste Sup D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	21,74	56,52	8,70	13,04
Leste Sup I	0,00	33,33	65,28	1,39	0,00
Leste Sup D	0,00	57,14	42,86	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	12,90	26,76	25,79	34,55
Sul Med I	0,00	13,92	18,12	23,26	44,70
Sul Med D	0,00	0,00	80,00	0,00	20,00
Norte Med P	0,00	6,80	10,80	22,40	60,00
Norte Med I	0,00	3,44	13,67	14,53	68,36
Norte Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	0,00	0,00	26,03	20,19	53,79
Oeste Med I	0,00	5,98	18,77	19,86	55,39
Oeste Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	3,21	28,90	24,36	43,52
Leste Med I	0,00	6,00	9,83	18,16	66,02
Leste Med D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Sul Inf P	0,00	18,77	58,88	10,47	11,88
Sul Inf I	0,00	16,80	57,11	15,39	10,69
Sul Inf D	0,00	16,00	84,00	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	3,95	41,24	23,45	31,36
Norte Inf I	0,00	12,60	34,10	20,92	32,37
Norte Inf D	0,00	0,00	72,73	18,18	9,09
Oeste Inf P	0,00	13,84	70,58	5,60	9,98
Oeste Inf I	0,00	18,17	62,44	14,20	5,19
Oeste Inf D	0,00	26,67	73,33	0,00	0,00
Leste Inf P	0,00	5,44	51,59	37,15	5,82
Leste Inf I	0,18	13,11	42,22	16,64	27,86
Leste Inf D	0,00	10,34	36,21	20,69	32,76

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 5 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em outubro de 2017 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Outubro/2017				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup D	62,26	0,00	37,74	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estágios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 6 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em novembro de 2017 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Novembro/2017				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup D	86,35	0,00	13,65	0,00	0,00
Norte Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estágios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 7 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em dezembro de 2017 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Dezembro/2017				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	46,94	53,06	0,00	0,00	0,00
Sul Sup D	17,00	43,00	40,00	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup I	24,05	75,95	0,00	0,00	0,00
Norte Sup D	30,00	70,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	53,06	46,94	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup D	41,03	58,97	0,00	0,00	0,00
Leste Sup P	42,86	57,14	0,00	0,00	0,00
Leste Sup I	36,05	63,95	0,00	0,00	0,00
Leste Sup D	29,29	70,71	0,00	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med I	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med D	28,57	71,43	0,00	0,00	0,00
Norte Med P	54,84	45,16	0,00	0,00	0,00
Norte Med I	32,35	67,65	0,00	0,00	0,00
Norte Med D	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med I	84,21	15,79	0,00	0,00	0,00
Oeste Med D	92,86	7,14	0,00	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med I	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med D	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf I	70,00	30,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	25,00	75,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf I	64,29	35,71	0,00	0,00	0,00
Leste Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 8 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em janeiro de 2018 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Janeiro/2018				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	2,30	50,57	47,13	0,00	0,00
Sul Sup D	24,82	45,99	29,20	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup I	7,10	53,25	39,64	0,00	0,00
Norte Sup D	5,58	69,30	25,12	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	7,04	58,10	34,86	0,00	0,00
Oeste Sup D	8,26	87,16	4,59	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	41,67	58,33	0,00	0,00
Leste Sup I	5,25	50,00	44,75	0,00	0,00
Leste Sup D	17,46	54,65	27,89	0,00	0,00
Sul Med P	8,33	66,67	25,00	0,00	0,00
Sul Med I	6,80	51,70	41,50	0,00	0,00
Sul Med D	12,50	44,79	42,71	0,00	0,00
Norte Med P	16,00	60,00	24,00	0,00	0,00
Norte Med I	8,60	76,34	15,05	0,00	0,00
Norte Med D	9,80	90,20	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	0,00	43,75	56,25	0,00	0,00
Oeste Med I	7,63	66,10	26,27	0,00	0,00
Oeste Med D	27,27	58,18	14,55	0,00	0,00
Leste Med P	15,38	53,85	30,77	0,00	0,00
Leste Med I	3,26	43,72	53,02	0,00	0,00
Leste Med D	9,49	55,47	35,04	0,00	0,00
Sul Inf P	20,00	80,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf I	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Sul Inf D	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	31,25	53,13	15,63	0,00	0,00
Norte Inf I	28,57	35,71	35,71	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	36,84	57,89	5,26	0,00	0,00
Oeste Inf I	14,29	85,71	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf D	25,00	75,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	8,46	56,15	35,38	0,00	0,00
Leste Inf I	0,00	84,62	15,38	0,00	0,00
Leste Inf D	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 9 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em fevereiro de 2018 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Fevereiro/2018				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	60,00	40,00	0,00	0,00
Sul Sup I	4,22	44,81	50,97	0,00	0,00
Sul Sup D	21,83	50,00	28,17	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	55,56	44,44	0,00	0,00
Norte Sup I	0,00	44,09	55,91	0,00	0,00
Norte Sup D	11,72	60,94	27,34	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	7,45	38,30	54,26	0,00	0,00
Oeste Sup D	23,48	38,26	38,26	0,00	0,00
Leste Sup P	3,37	73,03	23,60	0,00	0,00
Leste Sup I	1,40	48,03	50,56	0,00	0,00
Leste Sup D	20,44	51,38	28,18	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00
Sul Med I	4,30	34,41	61,29	0,00	0,00
Sul Med D	0,00	33,33	66,67	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	31,25	68,75	0,00	0,00
Norte Med I	0,00	27,37	72,63	0,00	0,00
Norte Med D	21,43	50,00	28,57	0,00	0,00
Oeste Med P	0,00	87,50	12,50	0,00	0,00
Oeste Med I	1,54	32,31	66,15	0,00	0,00
Oeste Med D	3,57	50,00	46,43	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	23,53	76,47	0,00	0,00
Leste Med I	2,13	38,30	59,57	0,00	0,00
Leste Med D	8,33	41,67	50,00	0,00	0,00
Sul Inf P	0,00	30,95	69,05	0,00	0,00
Sul Inf I	0,00	27,27	72,73	0,00	0,00
Sul Inf D	0,00	66,67	33,33	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	29,41	70,59	0,00	0,00
Norte Inf I	0,00	25,00	75,00	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,00	28,13	71,88	0,00	0,00
Oeste Inf I	0,00	37,50	62,50	0,00	0,00
Oeste Inf D	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	0,00	38,89	61,11	0,00	0,00
Leste Inf I	0,00	31,82	68,18	0,00	0,00
Leste Inf D	0,00	62,50	37,50	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 10 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em março de 2018 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Março/2018				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	0,00	55,56	44,44	0,00	0,00
Sul Sup D	4,65	2,33	93,02	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup I	0,00	35,48	64,52	0,00	0,00
Norte Sup D	5,56	34,72	59,72	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	0,00	41,38	58,62	0,00	0,00
Oeste Sup D	7,14	21,43	71,43	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Leste Sup I	0,00	34,41	65,59	0,00	0,00
Leste Sup D	20,00	31,43	48,57	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med I	0,00	26,19	73,81	0,00	0,00
Sul Med D	12,50	50,00	37,50	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	33,33	66,67	0,00	0,00
Norte Med I	1,28	26,28	72,44	0,00	0,00
Norte Med D	0,00	88,24	11,76	0,00	0,00
Oeste Med P	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Oeste Med I	3,35	65,07	31,58	0,00	0,00
Oeste Med D	0,00	80,00	20,00	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	27,27	72,73	0,00	0,00
Leste Med I	0,00	31,29	68,71	0,00	0,00
Leste Med D	14,58	47,92	37,50	0,00	0,00
Sul Inf P	0,00	14,29	85,71	0,00	0,00
Sul Inf I	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Sul Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	46,15	53,85	0,00	0,00
Norte Inf I	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,00	7,14	92,86	0,00	0,00
Oeste Inf I	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Oeste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	0,00	65,52	34,48	0,00	0,00
Leste Inf I	3,70	44,44	51,85	0,00	0,00
Leste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 11 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em abril de 2018 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Abril/2018				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	28,57	71,43	0,00	0,00
Sul Sup I	0,00	53,13	46,88	0,00	0,00
Sul Sup D	0,00	14,89	85,11	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	33,33	66,67	0,00	0,00
Norte Sup I	0,00	41,72	58,28	0,00	0,00
Norte Sup D	9,68	77,42	12,90	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	5,13	36,54	58,33	0,00	0,00
Oeste Sup D	0,00	75,00	25,00	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Leste Sup I	0,00	64,81	35,19	0,00	0,00
Leste Sup D	0,00	83,33	16,67	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00
Sul Med I	0,00	34,50	65,50	0,00	0,00
Sul Med D	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	33,93	66,07	0,00	0,00
Norte Med I	2,63	68,86	28,51	0,00	0,00
Norte Med D	12,50	37,50	50,00	0,00	0,00
Oeste Med P	0,00	40,00	60,00	0,00	0,00
Oeste Med I	0,00	31,52	68,48	0,00	0,00
Oeste Med D	18,75	65,63	15,63	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	33,33	66,67	0,00	0,00
Leste Med I	0,00	50,58	49,42	0,00	0,00
Leste Med D	8,33	36,11	55,56	0,00	0,00
Sul Inf P	0,00	25,00	75,00	0,00	0,00
Sul Inf I	0,00	30,00	70,00	0,00	0,00
Sul Inf D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	38,30	59,57	2,13	0,00
Norte Inf I	0,00	21,43	78,57	0,00	0,00
Norte Inf D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,00	43,16	56,84	0,00	0,00
Oeste Inf I	0,00	21,43	78,57	0,00	0,00
Oeste Inf D	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	0,00	58,02	41,98	0,00	0,00
Leste Inf I	0,00	40,00	60,00	0,00	0,00
Leste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 12 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em maio de 2018 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Maio/2018				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	34,15	58,54	4,88	2,44
Sul Sup I	0,00	14,18	57,45	19,86	8,51
Sul Sup D	0,00	16,36	72,73	1,82	9,09
Norte Sup P	0,00	15,91	75,00	9,09	0,00
Norte Sup I	0,00	22,73	64,39	11,36	1,52
Norte Sup D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	35,09	42,11	19,30	3,51
Oeste Sup I	0,00	18,80	48,72	15,38	17,09
Oeste Sup D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	28,89	68,89	0,00	2,22
Leste Sup I	0,00	25,31	37,34	18,26	19,09
Leste Sup D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	12,50	87,50	0,00	0,00
Sul Med I	0,00	13,95	51,16	23,26	11,63
Sul Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Norte Med I	0,00	14,29	85,71	0,00	0,00
Norte Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	0,00	20,00	80,00	0,00	0,00
Oeste Med I	0,00	46,15	36,54	13,46	3,85
Oeste Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	26,09	65,22	8,70	0,00
Leste Med I	0,00	36,11	44,44	18,06	1,39
Leste Med D	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf I	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Sul Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	0,00	90,48	9,52	0,00
Norte Inf I	0,00	0,00	85,71	14,29	0,00
Norte Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,00	43,59	56,41	0,00	0,00
Oeste Inf I	0,00	42,86	57,14	0,00	0,00
Oeste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	0,00	14,94	85,06	0,00	0,00
Leste Inf I	0,00	37,36	61,54	0,00	1,10
Leste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estádios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 13 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em junho de 2018 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Junho/2018				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	0,00	0,00	50,00	50,00	0,00
Sul Sup I	0,00	0,00	30,77	0,00	69,23
Sul Sup D	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Norte Sup P	0,00	0,00	75,00	0,00	25,00
Norte Sup I	0,00	0,00	20,45	6,82	72,73
Norte Sup D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	0,00	0,00	16,67	0,00	83,33
Oeste Sup I	0,00	0,00	11,11	0,00	88,89
Oeste Sup D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup P	0,00	0,00	9,09	18,18	72,73
Leste Sup I	0,00	1,43	10,00	2,86	85,71
Leste Sup D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Sul Med I	0,00	7,14	42,86	7,14	42,86
Sul Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med P	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Norte Med I	0,00	0,00	20,00	15,00	65,00
Norte Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	0,00	50,00	0,00	0,00	50,00
Oeste Med I	0,00	0,00	62,50	12,50	25,00
Oeste Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med P	0,00	10,53	0,00	18,42	71,05
Leste Med I	0,00	4,69	4,69	7,81	82,81
Leste Med D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf P	0,00	0,00	90,91	9,09	0,00
Sul Inf I	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Sul Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	0,00	0,00	55,56	0,00	44,44
Norte Inf I	0,00	0,00	80,00	0,00	20,00
Norte Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	0,00	0,00	73,33	0,00	26,67
Oeste Inf I	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Oeste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	0,00	66,67	0,00	0,00	33,33
Leste Inf I	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Leste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estágios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 14 - Porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* cv. arara) em outubro de 2018 nas diferentes porções da planta.

Parte da planta	Outubro/2018				
	%CH	%EX	%V	%VC	%C
Sul Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Sup D	91,87	0,00	8,13	0,00	0,00
Norte Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Sup D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Med I	99,61	0,39	0,00	0,00	0,00
Leste Med D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sul Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf I	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oeste Inf D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf P	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leste Inf I	99,83	0,17	0,00	0,00	0,00
Leste Inf D	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: A tabela mostra a porcentagem do número de frutos em cada estágio de desenvolvimento em cada parte da planta. Os estágios de desenvolvimento são: Chumbinho (CH), expansão (EX), verde (V), verde-cana (VC) e cereja (C). As partes da planta estão listadas pelas siglas: A primeira parte da sigla corresponde às posições com relação ao sol: Sul, Norte, Oeste e Leste. A segunda parte da sigla significa superior (Sup), médio (Med) ou inferior (Inf). E a terceira parte da sigla significa proximal (P), intermediário (I) ou distal (D).

Fonte: Do autor (2019).