

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

GEVSON ROLDI JUNIOR

QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DO CAFÉ CONILON EM DUAS FACES
DE EXPOSIÇÃO AO SOL EM DIFERENTES ALTITUDES

ALEGRE, ES
2018

GEVSON ROLDI JUNIOR

QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DO CAFÉ CONILON EM DUAS FACES
DE EXPOSIÇÃO AO SOL EM DIFERENTES ALTITUDES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração de Recursos Hídricos e Geoprocessamento em Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima

ALEGRE, ES
2018

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

R744q Roldi Junior, Gevson, 1992-
Qualidade física e sensorial do café conilon em duas faces de
exposição ao sol em diferentes altitudes / Gevson Roldi Junior. -
2018.
71 f. : il.

Orientador: Julião Soares de Souza Lima.

Coorientador: Samuel de Assis Silva.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Café. I. Soares de Souza Lima, Julião. II. de Assis Silva,
Samuel. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

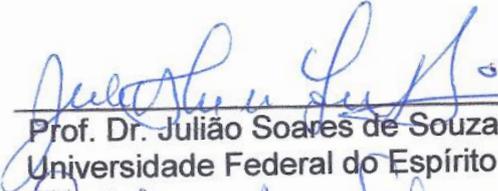
GEVSON ROLDI JUNIOR

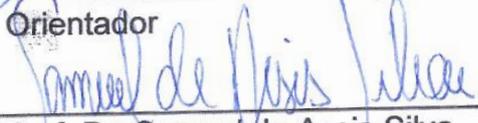
QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DO CAFÉ CONILON EM DUAS FACES
DE EXPOSIÇÃO AO SOL EM DIFERENTES ALTITUDES

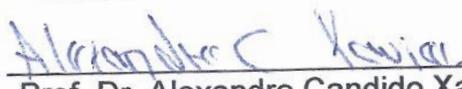
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 28 de novembro de 2018.

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador


Prof. Dr. Samuel de Assis Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador


Prof. Dr. Alexandre Candido Xavier
Universidade Federal do Espírito Santo


Prof. Dr. Abel Souza da Fonseca
Escola Família Agrícola de Ibitirama

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter sempre iluminado meus caminhos;

Aos meus pais, Gevson Regattieri Roldi e Adriana Margarida Bonatto Roldi, pela força, incentivo e amor;

Ao Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima, pela orientação, companheirismo, acolhimento e sugestões;

Ao professor Samuel de Assis Silva, pela coorientação, amizade, confiança e ensinamentos;

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do CCAUE - UFES (PPGPV), pelo conhecimento adquirido durante os dois anos de pós-graduação;

A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação, pela convivência, troca de conhecimentos e companheirismo;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

À FAPES pelo apoio financeiro ao projeto aprovado pelo processo FAPES: 730/2016;

A todos que de forma direta e indireta contribuíram para a minha formação.

Obrigado!

RESUMO

Roldi Junior, Gevson; M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. Novembro de 2018. Qualidade física e sensorial do café conilon em duas faces de exposição ao sol em diferentes altitudes. Orientador: D.Sc. Julião Soares de Souza Lima. Coorientador: D.Sc. Samuel de Assis Silva.

No ano de 2017, o Espírito Santo foi responsável por aproximadamente 58% da produção nacional de café conilon (*Coffea canephora*). Diante da importância local, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de otimizar a aplicação de insumos visando aumentar a produtividade. Objetivou-se com a realização deste estudo avaliar a qualidade física e sensorial de grãos de cafeeiros conilon produzidos em diferentes altitudes e faces de exposição ao sol, definindo meios para inferir sobre o padrão sensorial do café. Primeiramente, foram determinadas as áreas produtoras comerciais de café conilon de propagação seminal, na região Sul do Estado do Espírito Santo, nos municípios de Jerônimo Monteiro (Ambiente 1) e Cachoeiro de Itapemirim, distrito de São Vicente, comunidade de Boa Vista (Ambiente 2). Em ambos os ambientes, o estudo foi realizado em lavouras com faces de exposição ao sol do tipo Soalheira (Face 1) e Noruega (Face 2). Em cada uma das áreas, foi instalada uma estação meteorológica automática para registrar os dados climáticos, onde se construiu uma malha amostral com 80 plantas em cada área para a análise indireta de clorofila foliar aparente a cada dois meses, a colheita dos frutos maduros no estágio cereja e da amostragem de solo, na camada de 0-0,20 m e na projeção da copa das plantas. Durante a safra de 2017 e de 2018, foram coletadas cinco amostras de 3 kg de grãos de café cereja em que foi determinado o grau Brix de sua mucilagem e, posteriormente, foi feito o beneficiamento dos grãos, como a secagem, para análise física e sensorial. Observa-se que os ambientes Jerônimo Monteiro (JM) e Boa Vista (BV) apresentam, na safra de 2018, precipitações acumuladas anual próximas. O número de luminosidade/dia é maior em BV que em JM, mas a temperatura máxima diurna e noturna menor em BV e a nota global da bebida (NG) foi maior para o ambiente BV comparado com o de JM, efeito da altitude e das condições climáticas noturnas amenas, não apresentando diferença entre as faces Soalheira e Noruega para um mesmo ambiente, para o café cereja descascado.

ABSTRACT

Roldi Junior, Gevson; M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. November, 2018. PHYSICAL AND SENSORY QUALITY OF CONILON COFFEE IN TWO FACES OF SUN EXPOSURE AT DIFFERENT ALTITUDES. Advisor: D.Sc. Julião Soares de Souza Lima. Co-advisor: D.Sc. Samuel de Assis Silva.

In the year 2017, Espírito Santo was responsible for approximately 58% of the national production of conilon coffee (*Coffea canephora*). Given the local importance, research has been carried out with the aim of optimizing the application of inputs to increase productivity. The objective of this study was to evaluate the physical and sensorial quality of conilon coffee beans produced at different altitudes and faces of sun exposure, defining means to infer about the sensorial pattern of coffee. Firstly, the commercial production areas of conilon coffee of seminal propagation were determined in the southern region of the State of Espírito Santo, in the municipalities of Jerônimo Monteiro (Environment 1) and Cachoeiro de Itapemirim, São Vicente district, Boa Vista community (Environment 2). In both environments, the study was carried out in fields with faces of sun exposure (Face 1) and Norway (Face 2). In each area, an automatic meteorological station was installed to record the climatic data, where a sample mesh was constructed with 80 plants in each area for the indirect analysis of apparent leaf chlorophyll every two months, the harvest of the mature fruits in the stadium cherry and soil sampling, in the 0-0.20 m layer and in the crown of the plants. During the 2017 and 2018 harvest, five samples of 3 kg of cherry coffee beans were collected, in which the Brix degree of their mucilage was determined and, subsequently, the grains were processed, such as drying, for physical and sensory. It is observed that the environments Jerônimo Monteiro (JM) and Boa Vista (BV) present, in the harvest of 2018, accumulated annual precipitations. The number of brightness / day is higher in BV than in JM, but the maximum diurnal and nocturnal temperature in BV and the overall beverage score (NG) was higher for the BV environment compared to JM, the effect of altitude and mild climatic conditions at night, with no difference between the Sunny and Norwegian faces for the same environment, for the peeled cherry coffee.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estação Meteorológica Automática IRRIPLUS Equipamentos - Modelo E5000 utilizada nas lavouras do Ambiente 1.....	28
Figura 2. Estação Meteorológica Automática Spectrum Technologies Inc. - Modelo WATCHDOG 2000 Series utilizada nas lavouras do Ambiente 2.....	28
Figura 3. Clorofilômetro ClorofiLOG - Modelo CFL 1030.	31
Figura 4. Refratômetro Portátil Digital ATAGO - Modelo PAL-1 3810.	32
Figura 5. Amostras de café após a colheita em uma das quatro áreas da pesquisa, identificadas e embaladas com rede plástica para transporte.	33
Figura 6. Despolpador Elétrico Laboratorial PINHALENSE - Modelo DPMM-02.....	33
Figura 7. Estufa de Secagem com Circulação/Renovação de Ar MARCONI - Modelo MA035/5.....	34
Figura 8. Medidor de umidade de grãos de bancada GEHAKA - Modelo G810 STD.....	34
Figura 9. Descascador de amostra de café para renda PINHALENSE - Modelo DRC-2	35
Figura 10. Temperatura Média Mensal para os meses de agosto/2017 a julho/2018.....	39
Figura 11. Temperatura Média Ano/Safra 2018 obtida de agosto/2017 a julho/2018.....	40
Figura 12. Média mensal de fotoperíodo nas quatro áreas abrangidas de cultivo do cafeeiro conilon.....	43
Figura 13. Precipitação pluvial (mm) para as quatro áreas cultivadas com cafeeiro conilon abrangidas pelo estudo.....	45
Figura 14. Valor de umidade relativa do ar em % para as quatro áreas abrangidas pelo estudo em seus respectivos meses.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação Oficial Brasileira (COB) - Café.....	23
Tabela 2. Tipos de defeitos e respectiva equivalência.....	23
Tabela 3. Pontuações equivalentes para descrever a qualidade do café.....	25
Tabela 4. Coordenadas em Latitude e Longitude para as 4 lavouras estudadas.....	26
Tabela 5. Caracterização das frações granulométricas dos solos das lavouras de café nos dois ambientes para as duas faces de exposição ao sol estudadas.....	27
Tabela 6. Resultados médios máximos da temperatura no período diurno e noturno nas lavouras do cafeeiro conilon.	42
Tabela 7. Precipitação pluvial (mm) por metro quadrado para as quatro áreas cultivadas com cafeeiro conilon abrangidas pelo estudo.	46
Tabela 8. Análise descritiva da clorofila total aparente nos meses de outubro/2017 , dezembro/2017, fevereiro/2018 e abril/2018 em ambos ambientes (JM e BV) e faces (01 e 02)	50
Tabela 9. Resultados da ANOVA para o grau Brix do café conilon nas duas faces de exposição solar e nas áreas (ambientes) JM e BV.....	52
Tabela 10. Análise do teste de Tukey para o grau Brix.	54
Tabela 11. Resultados da ANOVA para % com retenção de grãos na peneira 14 nas safras de 2017 e 2018.....	54
Tabela 12. Resultados do teste de Tukey para % de grãos retidos na peneira 14 nas safras de 2017 e teste F para a safra 2018.	55
Tabela 13. Resultados da ANOVA para defeitos totais nos grãos de café nas safras de 2017 e 2018.	56
Tabela 14. Resultados da ANOVA da análise sensorial da bebida do café conilon nas safras 2017 e 2018	58
Tabela 15. Resultados do Teste F para as médias da NG da bebida em JM e BV.....	58
Tabela 16. – Resultados da ANOVA dos fatores conjuntos nos dois ambientes e faces cultivados com café conilon.	59
Tabela 17. Teste de Tukey para as variáveis em conjunto no estudo da NG para o café conilon.	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Hipóteses.....	14
1.2 Objetivo Geral.....	15
1.3 Objetivo Específico.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Importância do Café Conilon.....	16
2.2 Produção de Cafés Especiais.....	17
2.3 Uso de Sensores Eletrônicos na Cafeicultura.....	18
2.3.1 Determinação da clorofila no tecido foliar.....	18
2.3.2 Determinação de Sólidos Solúveis Totais por Refratometria.....	20
2.3.3 Clima e Estações Meteorológicas Automáticas.....	21
2.4 Classificação Física e Sensorial do Café.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Descrição dos locais de realização da pesquisa.....	26
3.2 Amostragem do Solo.....	27
3.3 Dados Meteorológicos.....	28
3.4 Determinação dos índices foliares aparentes de clorofila.....	30
3.5 Determinação de Sólidos Solúveis Totais (SST)	31
3.6 Coleta e beneficiamento dos frutos.....	32
3.7 Análise Física e Sensorial do Café.....	35
3.8 Análise Estatística.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	38
4.1.1 Temperatura Média.....	38
4.1.1.1 Temperatura máxima do dia e da noite.....	41
4.1.2 Fotoperíodo.....	42
4.1.3 Precipitação pluvial.....	44
4.1.4 Umidade relativa do Ar.....	47
4.2 CLOROFILA APARENTE.....	49
4.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (Brix)	51
4.4 Classificação Física os Grãos de Café.....	53
4.4.1 Classificação por Peneira.....	53

4.4.2 Defeitos Totais dos Grãos.....	55
4.4.3 Qualidade Sensorial da Bebida.....	57
5. CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2017, segundo a CONAB, o estado do Espírito Santo foi responsável por aproximadamente 58% da produção nacional de café conilon. Diante da importância do café conilon para o estado, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de otimizar a aplicação de insumos visando aumentar a produtividade. No entanto, poucas pesquisas têm sido realizadas no sentido de identificar genótipos e relacioná-los com outras variáveis que afetam a qualidade sensorial da bebida.

Como o consumo global cresce aceleradamente, o enfoque nacional das lavouras cafeeiras durante muito tempo foi produzir em grandes volumes, o que tornou o Brasil o maior exportador de grão de café, responsável por cerca de 29% das exportações mundiais, correspondendo a mais de 34 mil sacas, e contribuindo com US\$ 5,4 bilhões de receita, entretanto apenas 15% desse volume é produzido como "café especial" (CECAFÉ, 2017).

Identificação de variáveis que interagem com a qualidade sensorial da bebida do café conilon produzido no estado do Espírito Santo possibilitará o acesso aos mercados de cafés especiais. Conforme a BSCA (2017), os cafés especiais possuem um valor agregado superior, que varia entre 30% e 40% (em ocasiões especiais pode ultrapassar os 100%), quando comparados com cafés convencionais.

A qualidade sensorial da bebida determinada por meio da prova de xícara está associada a características qualitativas perceptíveis pelo paladar e olfato de degustadores capacitados (R-grade), sendo elas: bebida limpa, balanço, sabor, acidez, doçura, retrogosto, corpo e avaliação geral, que vão se expressar a partir do acúmulo de fotoassimilados no grão (BYTOF et al., 2007). Esse acúmulo depende do tempo gasto no processo de formação dos frutos, que são influenciados pelos fatores do ambiente, manejo da lavoura e pelos diferentes genótipos.

A altitude em que se está localizada a lavoura cafeeira, índices pluviométricos e período de exposição à luminosidade são alguns dos fatores ambientais que mais são citados como influenciadores da cultura do café. Em altitudes mais elevadas, normalmente se produz cafés de melhor qualidade (DRUMOND NETO, 2017).

Nas faces expostas ao sol da manhã, onde são encontradas as temperaturas mais amenas, segundo Matiello et al. (2004), são obtidas as maiores produções dos cafeeiros plantados em localidades consideradas de clima “quente”.

Em localidades com temperaturas mais amenas, geralmente encontradas em elevadas altitudes, o tempo gasto no processo de formação e maturação de frutos torna-se mais prolongado e esse fato leva ao maior acúmulo de vários constituintes químicos que estão relacionados com a melhor qualidade da bebida do café (LAVIOLA et al., 2007).

1.1 HIPÓTESES

I – Os métodos de medição indireta do índice de clorofila foliar e grau Brix da mucilagem dos grãos de café cereja mostram-se como bons indicadores de correlação com a qualidade final da bebida.

II – Lavouras de Café Conilon em diferentes altitudes no sul do Espírito Santo apresentam interferência na maturação dos grãos sendo que nos ambientes com maior altitude, a maturação dos grãos mais lenta favorece um café de maior qualidade sensorial.

III – A face de exposição ao sol Noruega tem potencial para produção de um café de maior qualidade em relação à face Soalheira por apresentar microclima mais ameno durante o ano.

1.2 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade física e sensorial de grãos de cafeeiros conilon (*C. canephora*) de propagação seminal produzidos em diferentes altitudes e faces de exposição ao sol, definindo meios para inferir sobre o padrão sensorial do café.

1.3 Objetivo Específico

I - Avaliar a qualidade física dos grãos e sensorial da bebida, produzidos em diferentes ambientes;

II - Estudar o efeito da altitude, da face de exposição ao sol e das variáveis climáticas sobre a qualidade sensorial do café;

III - Avaliar as condições climáticas, o teor de clorofila aparente e o grau Brix (sólidos solúveis totais) dos frutos do cafeeiro e sua influência sobre a qualidade da bebida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do Café Conilon

Dentre as mais de 120 espécies descritas do gênero *Coffea*, as duas que mais se destacam e de grande importância comercial são o *C. arabica*, e o *C. canephora* (DAVIS et al., 2011).

A espécie *Coffea canephora*, conhecida no Brasil como Café Conilon, tem participação de aproximadamente 40% na produção mundial de café e representa a mais importante atividade do setor agrícola do estado do Espírito Santo, por empregar grande parte da mão de obra no meio rural, sendo produzida em torno de 40 mil propriedades rurais (NICCHIO, 2016).

Diferentemente do café arábica (*Coffea arabica* L.), o café conilon é uma planta alógama, com 100% de fecundação cruzada, ocasionada principalmente pela autoincompatibilidade gametofítica, que inviabiliza a autofecundação ou o cruzamento entre plantas que apresentam a mesma constituição genética. Dessa forma, os clones componentes de uma mesma variedade clonal devem ser compatíveis, necessitando serem previamente testados por meio de cruzamentos controlados. Nesse sistema de incompatibilidade, governado por um gene denominado “S”, a presença dos mesmos alelos em comum em “indivíduos” diferentes impede a fecundação cruzada e, conseqüentemente, a produção de frutos (BERTHAUD, 1980). Em função dessa forma natural de fecundação cruzada, as populações naturais existentes, bem como aquelas formadas a partir de sementes, mesmo que coletadas em uma única planta matriz, caracterizam-se pelo elevado nível de heterozigose, fato que proporciona a existência de grande variabilidade entre as plantas de populações naturais da espécie (OLIVEIRA, 2007).

Em 2017, a produção brasileira de café foi de 45 milhões de sacas, e destas 24% são da espécie *C. canephora*, sendo o Espírito Santo o maior produtor nacional desta espécie, correspondendo a 55% do total de sacas produzidas (CONAB, 2018).

A cafeicultura brasileira se destaca pela grande importância tanto no desenvolvimento social, quanto econômico, garantindo assim vínculo empregatício, redução do êxodo rural e aumento do tributo nacional, tornando-se uma das atividades que mais gera renda em âmbitos nacionais e internacionais, no ramo da agricultura, principalmente no estado do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2007).

Sendo a maior e principal atividade agrícola do Espírito Santo, a cafeicultura é desenvolvida em todos os municípios do estado, exceto a capital, gerando aproximadamente 400 mil empregos, com participação em mais de 65% das propriedades, o equivalente a 435 mil hectares, em que 73% são propriedades de agricultura familiar, com tamanho médio de 8 hectares, gerando renda para 131 mil famílias produtoras (INCAPER, 2017).

A agricultura familiar contribui para o desenvolvimento social e econômico do país, em que milhões de pequenas propriedades formam um setor em constante desenvolvimento e de extrema importância para o cenário nacional (DAMASCENO; KHAN; LIMA, 2011),

2.2 Produção de Cafés Especiais

O café é um produto agrícola consumido em quase todos os países, correspondendo cerca de 9 milhões de toneladas por ano, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2017).

A qualidade final do produto que chega à mesa do consumidor é determinada pela análise sensorial, prova de xícaras, por meio de degustadores, que usam a experiência gustativa e olfatória obtidas em cursos específicos e ao longo da vida profissional (FERIA-MORALES, 2002).

Sabe-se que um conjunto de fatores influenciam na nota global (NG) da bebida e a altitude é um dos mais importantes. As áreas produtivas voltadas para o

noroeste, com menores altitudes e temperaturas mais elevadas durante o ano, produzem cafés de menor qualidade em relação às áreas com maiores altitudes e temperaturas amenas (SILVA et al., 2016).

Ainda que o sombreamento e a altitude sejam fatores conhecidos por terem efeitos positivos sobre a qualidade do café, poucos estudos científicos constataram tais efeitos (JOËT et al., 2010).

Os fatores que interferem na nota global (NG) do café são relatados desde a escolha do genótipo, tratos culturais, momento da colheita, estágio de maturação dos frutos, beneficiamento e preparo dos grãos até a comercialização. Segundo Ribeiro (2014), a qualidade da bebida tem relação direta com os constituintes químicos dos grãos torrados pois durante a torrefação ocorrem amplas interações químicas. Já os teores proteicos e de sacarose presentes nos grãos são determinados em função do clima e dos tratos culturais que a planta recebe durante a formação dos grãos (SCHOLZ et al., 2013).

O principal fator que determina um café como especial é o equilíbrio entre os atributos sensoriais, formando um conjunto de aromas e sabores memoráveis e também pelo baixo índice de defeitos (tipo) (RIBEIRO et al., 2017).

Muitos trabalhos e protocolos foram criados ao longo dos anos para avaliar a qualidade do Café Arábica, deixando o Café Conilon com muitas restrições quanto ao uso e classificação nos cafés especiais. Com o constante crescimento do mercado, foi necessário criar uma metodologia para avaliar a qualidade do café conilon e, em 2010, a International Coffee Organization (ICO) apresentou um Protocolo de Degustação de Robustas Finos. Esse protocolo evidencia dez atributos a serem apontados em avaliações de sabor do café, como: fragrância, aroma, sabor, salinidade, acidez, amargor, doçura, sensação na boca, equilíbrio, conjunto (ICO, 2010).

2.3 Uso de Sensores Eletrônicos na Cafeicultura

Como o café conilon apresenta individualidades na qualidade em relação ao café arábica, novas tecnologias foram introduzidas à metodologia de produção com o objetivo de tornar a cultura mais produtiva e agregar qualidade, tornando-a uma atividade economicamente viável para os agricultores (BUFFON, 1992).

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas utilizando sensores eletrônicos visando identificar padrões comparativos com as percepções olfativas e do paladar dos degustadores na análise sensorial na prova de xícara.

Uma forma de determinar o estado nutricional das plantas é por meio do estudo dos tecidos foliares (DRIS), podendo-se assim criar métodos de planejamento, mensuração e ajustes da fertilização das culturas (CORRÊA et al., 2001, FONSECA et al. 2015) e correlacionar com a produtividade.

2.3.1 Determinação da clorofila no tecido foliar

A leitura indireta realizada pelo medidor de clorofila digital portátil corresponde ao teor proporcional de clorofila que está presente no momento da leitura na folha da planta. O valor de clorofila, determinado por meio de equações pelo equipamento medidor, é obtido por receptores fotodiodos, que captam a luz transmitida pela folha, em comprimentos de ondas conhecidos pela absorbância da clorofila e, por meio do conversor, esses sinais são amplificados e convertidos em sinais digitais, por um microprocessador para calcular e mostrar em um visor, valores de clorofila aparente em forma numérica (MINOLTA, 1989).

O medidor de clorofila portátil ClorofiLOG averigua três faixas de frequência de luz, com o benefício de serem adquiridas na lavoura de forma instantânea (< 2 segundos) de uma forma eficaz, podendo ser realizado em uma mesma folha ao longo do tempo, por não ser um método destrutivo, acompanhando a evolução da planta (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2018).

As faixas espectrais com picos de absorbância da clorofila estão situadas próximas ao azul e ao vermelho. Os comprimentos de onda que refletem com maior eficiência o teor de clorofila da folha estão na faixa do vermelho, onde há

alta absorvância e não há interferência dos carotenoides presentes. O medidor portátil de clorofila, por meio de dois emissores na faixa do vermelho, um próximo do pico de cada tipo de clorofila, e um no infravermelho próximo, emitem luz no espectro em que a clorofila melhor processa a fotossíntese pelos diodos. As faixas de baixa absorvância encontram-se próximas ao verde e as de absorvância extremamente baixa, na região do infravermelho (HENDRY, 1993).

A luz é emitida a 650 nm, pois se situa próxima dos dois comprimentos de ondas relacionados à atividade da clorofila na folha, localizados em 645 nm e 663 nm. O comprimento de onda de 940 nm é utilizado para compensar diferenças na espessura ou no conteúdo de água da folha, além de outros fatores que possam interferir (WASKOM, 1996).

O teor de clorofila presente na folha da planta pode ser utilizado para prognosticar o grau nutricional de nitrogênio, sabendo-se que há uma correlação desse pigmento com o teor de nitrogênio na planta (BOOIJ et al., 2000). As folhas, juntamente com os frutos de café, são os maiores reservatórios minerais (CORRÊA, GARCIA e COSTA, 1986) e também os mais significativos centros metabólicos de toda a planta (HAAG, 1987; TAIZ e ZEIGER, 2004).

2.3.2 Determinação de Sólidos Solúveis Totais (SST) por Refratometria

Conforme Pinto et al. (2001) e Leroy et al. (2006), há uma relação entre a concentração de açúcares solúveis encontrada nos frutos e grãos de café e a qualidade de bebida. Alves (2009), para corroborar tal relação, por meio dos teores de grau Brix (SST) obtidos por um refratômetro portátil, realizou um estudo com o estágio de maturação dos frutos de café e a relação entre os açúcares e as características sensoriais.

A refratometria é uma técnica física que determina indiretamente, a concentração de SST, sem diferenciação do tipo e a concentração de cada açúcar presente em um meio aquoso. É a técnica mais utilizada no controle industrial, podendo determinar por via quantitativa e qualitativa o teor de açúcares (CALDAS et al. 2015).

Segundo SILVA et al. (2003), os métodos mais comumente utilizados para medição de açúcares são a refratometria em escala Brix. A medida de 1° Brix representa 1 g de sólidos solúveis totais a cada 100 g de solução. Sendo assim, a mucilagem de um grão de café contendo 20° Brix, corresponde a 20 g de açúcares em 100 g de mucilagem, ou seja, a medida do índice de refração de uma solução varia de acordo com a sua concentração.

2.3.3 Clima e Estações Meteorológicas Automáticas

No cafeeiro, assim como em todas as plantas, o aumento da temperatura do ambiente está ligado diretamente com o aumento da atividade fotossintética. Nesse contexto, as condições climáticas são as principais razões de sazonalidade de crescimento, essencialmente a influência da precipitação e da temperatura (AMARAL et al., 2007).

Uma importante relação que tem chamado a atenção nas pesquisas realizadas nos últimos anos é a orientação da face de exposição solar das lavouras, em que foram consideradas as posições Soalheira e Noruega. A face Soalheira recebe maior incidência de radiação solar direta durante o ano, apresentando maiores temperaturas, correspondendo às encostas das montanhas voltadas para o norte geográfico. Já a face Noruega recebe menor incidência de radiação solar direta durante o ano, correspondendo as encostas das montanhas voltadas para o Sul geográfico, sendo áreas mais sombreadas e com temperaturas mais amenas. (FERREIRA et al, 2012).

Devido a facilidade apresentada por meio da automatização da aquisição de dados meteorológicos, as estações automáticas, pelo fato da eficiência de amostragem até a aptidão em comunicação a distância, organização e armazenamento interno dos dados coletados, houve um aumento na aceitação desse tipo de monitoramento ambiental, em todas as áreas de pesquisa (TANNER, 1990).

Na agricultura, o monitoramento automático realizado por estações meteorológicas vem contribuindo em vários fatores, tanto para o aumento da produtividade quanto para o aumento da qualidade dos produtos, além da preservação dos recursos naturais (TORRE NETO, 1995). O monitoramento climático permite determinar taxas como a evapotranspiração, criar correlações entre variáveis climáticas e os índices de produtividade e qualidade e verificar fenômenos ambientais atípicos que podem auxiliar no manejo da lavoura.

Contudo, o estudo das técnicas de produção de cafés de qualidade se faz essencial para viabilizar a cafeicultura moderna (SANTOS, 2010).

2.4 Classificação Física e Sensorial do Café

A determinação de um produto de qualidade superior é atribuição de fatores inerentes à planta (composição química dos grãos, variedade, da cultura e outros) e de atributos referentes ao meio externo à planta (fertilidade do solo, condições climáticas, pragas, doenças e outros) (ZAMBOLIM et al., 1999).

A classificação do café quanto ao tipo se compõe na contagem do número de grãos imperfeitos ou na quantidade de impurezas compreendidas em uma amostra de 300g. A classificação é fundamentada na “Tabela Oficial Brasileira de Classificação” que apresenta sete tipos (numerados de dois a oito) de café. Cada tipo de café equivale a um número maior ou menor de defeitos contidos na amostra, como grãos pretos, ardidos, verdes, preto-verdes, quebrados, brocados, conchas, chochos, cocos e marinheiros, e impurezas como cascas, paus, torrões, pedras, entre outros (TEIXEIRA, 1999).

A classificação quanto ao tipo do café (COB - Classificação Oficial Brasileira - Dec. LEI nº 27.173 de 14/9/49) é realizada tomando como base o número de defeitos, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Classificação Oficial Brasileira (COB)- Café.

Nº Defeitos em 300g	Tipo
4	2
12	3
26	4
46	5
86	6
160	7
360	8

Fonte: Dec. LEI nº 27.173 de 14/9/49.

Os defeitos contidos em 300g de café apresentados na Tabela 1 são obtidos de acordo com a contagem exposta na Tabela 2.

Tabela 2. Tipos de defeitos e respectiva equivalência.

Tipos de Defeitos Café Verde	Equivalência
1 Grão preto	1 defeito
1 Pedra grande	5 defeitos
1 Pedra média	2 defeitos
1 Pedra pequena	1 defeito
1 Pau grande	5 defeitos
1 Pau médio	2 defeitos
1 Pau pequeno	1 defeito
1 Coco	1 defeito
1 Casca grande	1 defeito
2 Ardidos	1 defeito
2 Marinheiros	1 defeito
2/3 Casca pequena	1 defeito
2/5 Brocados	1 defeito
2 conchas	1 defeito
5 Verdes	1 defeito
5 Quebrados	1 defeito
5 Chochos	1 defeito

Fonte: Dec. LEI nº 27.173 de 14/9/49.

A classificação da qualidade sensorial é estabelecida por um sistema baseado na prova de xícara e classificação por tipos. A prova de xícara é fundamentada na degustação de uma infusão de cafés torrados, decompostos em seis classes,

conforme o sabor e o odor da bebida. A avaliação é realizada por provadores experientes e capacitados por treinamentos, para manter a metodologia padronizada.

A metodologia sensorial busca avaliar de maneira objetiva a bebida, pontuando-a numa escala de zero a cem pontos (Tabela 3). De acordo com essa classificação, um café classificado como especial não pode conter defeitos e deve ter no mínimo, um atributo bem definido de aroma, corpo, sabor ou acidez.

A metodologia atualmente utilizada foi lançada em setembro de 2010 pela Coffee Quality Institute (CQI), conhecida como Protocolo de degustação de Robustas Finos, criada com a participação de especialistas do setor cafeeiro mundial (EQUIPE CONILON BRASIL, 2011).

De acordo com o Protocolo de degustação de robustas finos, a pontuação total (Qualidade Global) é obtida pela soma de alguns atributos de sabor do café: Fragrância/Aroma; Sabor; Retrogosto; Relação Salinidade/Acidez; Relação Amargor/Doçura; Sensação na Boca; Equilíbrio; Uniformidade e Limpeza e Conjunto. Após a soma dos atributos de sabor do café, o valor atribuído à amostra é subtraído pelo valor correspondente à quantidade de defeitos, obtendo uma pontuação total.

Com a pontuação total calculada é então possível obter um resultado final para descrever a qualidade do café, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Pontuações equivalentes para descrever a qualidade do café

Pontuação total	Descrição de Qualidade	Classificação
90 -100	Excepcional	Muito Fino
80 - 90	Fino	Fino
70 - 80	Muito Bom	Prêmio
60 -70	Bom	Boa Qualidade Usual
50 - 60	Médio	Boa Qualidade Usual
40 - 50	Razoável	Comercial
< 40		Comercializável
< 30		Abaixo da Mínima
< 20		Não Classificável
< 10		Escolha

Fonte: Adaptado de EQUIPE CONILON BRASIL (2011).

A seguinte chave dos resultados tem se mostrado uma maneira significativa de descrever a série de qualidades do café para o resultado final, com pontuações de mais de 80 correspondendo aos robustas finos (RF), conforme Tabela 3 (EQUIPE CONILON BRASIL, 2011).

Conforme a metodologia da EQUIPE CONILON BRASIL (2011), os cafés avaliados com notas superiores a 80 são classificados como robustas finos, refletindo num café com características de sabor particular de qualidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição dos locais de realização da pesquisa

O estudo foi realizado durante as safras de 2016/2017 e 2017/2018, em quatro áreas de produção comercial de café conilon de propagação seminal, espaçamento de 1,5 m x 1,5 m, na região Sul do Estado do Espírito Santo, nos municípios de Jerônimo Monteiro (JM), comunidade de Jacutinga e Cachoeiro de Itapemirim, Distrito de São Vicente, comunidade de Boa Vista (BV), com as coordenadas de acordo com a Tabela 4. Em ambos os ambientes, o estudo foi realizado em lavouras com faces de exposição ao sol do tipo Soalheira (Face 01) e Noruega (Face 02). As altitudes médias das lavouras localizadas em JM e BV ficam em torno de 300m e 600m acima do nível do mar, respectivamente.

Tabela 4. Coordenadas em Latitude e Longitude para as quatro lavouras estudadas

Área	Latitude	Longitude
JM01	-20,8388	-41,4172
JM02	-20,8313	-41,4145
BV01	-20,6251	-41,0898
BV02	-20,6269	-41,0872

O clima de ambas as regiões é do tipo Tropical (Aw), com chuvas mal distribuídas ao longo de todo o ano, com o verão chuvoso e o inverno seco, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (1900) e adaptada por Setzer (1966), apresentando a temperatura média do mês mais frio superior a 28 °C e do mês mais quente superior a 22 °C e precipitação acumulada durante o ano inferior a 2500 mm e o mês mais seco inferior a 60 mm.

A aplicação de corretivos e adubos químicos nas lavouras é realizada conforme análise química do solo após a colheita (PREZOTTI et al., 2007) e os tratamentos culturais e fitossanitários, conforme Ferrão et al. (2007).

O sistema de irrigação implantado nas lavouras não segue protocolos específicos e é utilizado apenas em períodos secos para evitar que as plantas sofram estresses hídricos severos.

As áreas foram caracterizadas e os solos classificados conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Para a determinação da textura do solo e do teor foliar aparente de clorofila, foi montado em cada área um grid irregular com 80 pontos amostrais. Os pontos foram georreferenciados utilizando uma Estação Total e as plantas, em cada ponto, identificadas com placas metálicas.

3.2 Amostragem do Solo

As amostras de solo foram coletadas na projeção da copa das plantas que compõem os pontos amostrais, na camada de 0 – 0,20 m, utilizando uma sonda amostradora inoxidável. As amostras foram identificadas e encaminhadas a laboratório para determinação das frações granulométricas areia, silte e argila, conforme a metodologia descrita no manual de métodos de análise de solos (EMBRAPA SOLOS, 2011). Foram coletadas quatro amostras simples por planta (ponto) com o objetivo de formar uma amostra composta representativa do ponto.

A caracterização das frações granulométricas do solo onde as lavouras estão implantadas está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização das frações granulométricas dos solos das lavouras de café nos dois ambientes para as duas faces de exposição ao sol estudadas

Ambiente	Frações Granulométricas		
	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
JM01	62,7	11,3	26,0
JM02	62,1	11,1	26,8
BV01	45,0	9,0	46,0
BV02	57,0	9,6	33,4

JM: Jerônimo Monteiro; BV: Boa Vista; 01: Soalheira; 02: Noruega

Com base nos valores das frações granulométricas médios de proporção de Areia, Silte e Argila obtidos e baseado no Modelo de Identificação de Classes Texturais (Triângulo Textural), apresentado pela Embrapa (2006), os ambientes JM01, JM02 e BV02 são classificados como solo de estrutura média, recebendo o nome de Franco Argiloso Arenoso. O solo do ambiente BV01 se diferenciou

dos demais, sendo também classificado como solo de estrutura média, mas devido ao menor teor de areia e maior teor de argila em relação aos demais, sua textura é classificada como argilo-arenosa.

Os solos das áreas de Jerônimo Monteiro e Boa Vista foram classificados como Latossolo Vermelho-amarelo e Cambissolo, respectivamente.

3.3 Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados neste estudo são referentes à safra 2017/2018, já que as estações foram instaladas no mês de maio de 2017, registrando os dados climáticos que influenciaram desde a primeira fase fenológica até a colheita em 2018.

Os dados foram obtidos por Estações Meteorológicas Automáticas instaladas em cada uma das faces de exposição ao sol para cada ambiente.

As estações meteorológicas utilizadas para o ambiente de Jerônimo Monteiro são da marca IRRIPLUS Equipamentos, Modelo E5000 (Figura 1) e para o ambiente Boa Vista, as Estações Meteorológicas da Marca Spectrum Technologies Inc., Modelo WATCHDOG 2000 Series (Figura 2), que registram a precipitação, temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar.



Figura 1. Estação Meteorológica Automática IRRIPPLUS Equipamentos – Modelo E5000 utilizada nas lavouras do Ambiente 1.
(Fonte: O autor).

A estação identificada na Figura 1 possui autonomia por baterias e armazena as informações a cada 60 minutos em memória interna, sendo necessário realizar a transferência dos dados por meio de um cabo serial em auxílio a um software específico do fabricante previamente instalado em um computador portátil. Essa estação armazena os dados de precipitação em milímetro de água por metro quadrado (mm), temperatura em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa em porcentagem (%), velocidade do vento em metros por segundo ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e radiação solar em Mega Joule por hora ($\text{MJ}\cdot\text{h}^{-1}$).



Figura 2. Estação Meteorológica Automática Spectrum Technologies Inc. - Modelo WATCHDOG 2000 Series utilizada nas lavouras do Ambiente 2. (Fonte: O autor).

A estação identificada na Figura 2 possui autonomia por baterias e armazena as informações a cada 15 minutos em memória interna, sendo necessário realizar a transferência dos dados por meio de um cabo serial em auxílio a um software específico do fabricante previamente instalado em um computador portátil. Essa estação armazena os dados de precipitação em polegada de água por metro quadrado (In), temperatura em graus Fahrenheit (F), umidade relativa em porcentagem (%), velocidade do vento em milha por hora (mph) e radiação solar em Watts por metro quadrado ($W.m^{-2}$).

Como as estações armazenam os dados em unidades de medidas diferentes, foi necessário realizar a conversão e padronização dos dados de cada variável climática para uma mesma unidade de medida para então poder trabalhá-los.

A variável radiação solar foi utilizada para determinar a quantidade de luminosidade diária recebida em cada estação e, conseqüentemente, pelas plantas que estavam ao seu redor, em que foi possível calcular a quantidade de horas de luminosidade por meio da diferença de horário que a estação parou de

captar e recebeu os primeiros raios solares. O cálculo foi realizado verificando-se essa diferença de horário para cada dia do mês, para então gerar uma média representativa.

A temperatura média foi realizada em cada ambiente, conforme estações descritas. A temperatura máxima diurna e noturna em cada face de exposição solar também foi determinada para análise comparativa, em cada ambiente.

3.4 Determinação dos índices foliares aparentes de clorofila

As determinações dos índices foliares aparentes de clorofila foram realizadas de acordo com as fases fenológicas dos cafeeiros conilon e nas diferentes estações do ano. Medições foram realizadas na planta de cada ponto amostral, durante os meses de outubro/2017, dezembro/2017, fevereiro/2018 e abril/ 2018. Para determinação dos índices foliares aparentes de clorofila, foi utilizado um medidor portátil do tipo clorofilômetro da marca FALKER, modelo CFL1030 (Figura 3). O equipamento faz leituras indiretas dos índices foliares aparentes de Clorofila A, Clorofila B e Clorofila Total.



Figura 3. Clorofilômetro ClorofiLOG - Modelo CFL 1030.
(Fonte: O autor).

Antes de realizar as leituras em campo, o aparelho foi calibrado de acordo com as recomendações do manual (FALKER, 2008). Em cada planta, foi realizada a leitura, em seus quatro quadrantes, em ramos produtivos (plagiotrópico), em duas folhas opostas por ramo (terceiro ou quarto par de folhas a partir do ápice), totalizando oito leituras por planta. Os pontos amostrados por folha estavam localizados no limbo foliar, onde a espessura da folha permite a transmissão da luz emitida pelo equipamento, tornando as leituras representativas.

As leituras foram realizadas entre 7 e 10 horas da manhã, em folhas secas e limpas, minimizando a interferência dos fatores ambientais, como alta temperatura, estresse hídrico e alta luminosidade, que, segundo a EMBRAPA (2012) podem afetar a coloração verde das folhas.

3.5 Determinação de Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para determinação do teor de Sólidos Solúveis Totais, foram coletados 20 frutos aleatoriamente em cada uma das cinco amostras de frutos cereja obtidos em cada ambiente, para cada face de exposição ao sol envolvida no estudo, para safra de 2017 e de 2018.

Desse montante, foi realizada a determinação dos valores de grau Brix utilizando um refratômetro portátil digital da marca ATAGO, modelo PAL-1 3810 (Figura 4), onde foi realizada a leitura dos SST da mucilagem exsudada pela compressão de cada um dos 20 frutos para cada amostra.



Figura 4. Refratômetro Portátil Digital ATAGO - Modelo PAL-1 3810.

(Fonte: O autor).

Antes de iniciar as leituras, o aparelho foi calibrado no zero e, ao final de cada leitura, o sensor foi limpo, removendo resíduos da leitura anterior.

3.6 Coleta e beneficiamento dos frutos

As amostras de frutos de café foram colhidas nas 80 plantas de cada lavoura quando mais de 80% dos grãos atingiram o estágio cereja de maturação do fruto, considerado o ponto ideal de colheita para grãos destinados à produção de cafés especiais.

Para cada ano/safra, foram coletadas cinco amostras de 3 kg de café cereja para cada face de exposição ao sol de cada área, armazenadas em rede plástica com malha fina para o transporte até o laboratório (Figura 5).



Figura 5. Amostras de café após a colheita em uma das quatro áreas da pesquisa, identificadas e embaladas com rede plástica para transporte.

(Fonte: O autor).

As amostras foram descascadas por um equipamento elétrico laboratorial da marca PINHALENSE, Modelo DPMM-02 (Figura 6) e, posteriormente, ainda com a mucilagem, secas artificialmente a uma temperatura de ± 40 °C, em Estufa de Secagem com Circulação/Renovação forçada de Ar da Marca MARCONI, Modelo MA035/5 (Figura 7), até atingirem o teor de água aproximado de 12% (± 1) b.u.



Figura 6. Descascador Elétrico Laboratorial PINHALENSE - Modelo DPMM-02

(Fonte: PINHALENSE)



Figura 7. Estufa de Secagem com Circulação/Renovação de Ar MARCONI - Modelo MA035/5
(Fonte: O autor)

Para acompanhar o teor de água dos grãos de café pergaminho, foi realizado o acompanhamento com o medidor de umidade de grãos de bancada, da marca GEHAKA, Modelo G810 STD (Figura 8).

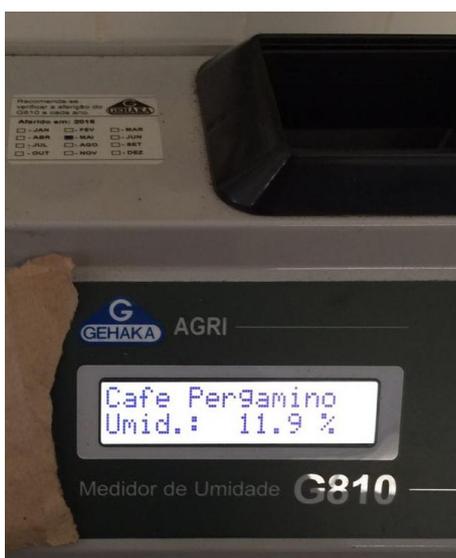


Figura 8. Medidor de umidade de grãos de bancada GEHAKA - Modelo G810 STD.
(Fonte: O autor)

Ao atingir o teor de água aproximado de 12% b.u., as amostras foram levadas até um descascador de amostra de café da Marca PINHALENSE, Modelo DRC-2 (Figura 9), onde o pergaminho foi removido e os grãos foram embalados e identificados para o transporte até o laboratório de análise física e sensorial.



Figura 9. Descascador de amostra de café PINHALENSE - Modelo DRC-2
(Fonte: O autor)

O processo de secagem dos grãos de café realizado é de grande importância, pois os teores de água são reduzidos de 60 % b.u para 11,5 % b.u, reduzindo o risco de formar compostos químicos indesejáveis, causados pela respiração, oxidação, fermentações e desenvolvimento de fungos e bactérias (WINTGENS, 2004).

3.7 Análise Física e Sensorial do Café

A qualidade do café foi avaliada por meio de suas características físicas e sensoriais. As análises foram realizadas no laboratório da Cooperativa de Produtores de Café do Sul do Espírito Santo, CAFESUL, localizada em Muqui no estado do Espírito Santo. A análise sensorial, prova de xícara, foi realizada por degustadores com certificação R grade.

Cada uma das amostras de grãos foi classificada quanto ao seu tamanho (peneira), determinando a forma física dos grãos, realizada com o auxílio de um jogo de peneiras, com crivos em avos de polegadas.

Para a classificação por tamanho de peneira, utilizou-se 100g de grãos de café beneficiados, submetidos a passar por um jogo de peneiras dispostas em ordem decrescente de 18 a 10. Foi determinada a massa dos grãos retidos em cada peneira e os resultados expressos em porcentagem.

A determinação da quantidade de defeitos em grãos de café foi realizada a partir da contagem utilizando uma amostra de 300g de grãos de café beneficiado.

A quantificação dos defeitos foi realizada de acordo com a Instrução Normativa nº 8 (2003) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que define a caracterização e quantidade dos defeitos para as amostras de qualidade de grãos de café.

A qualidade sensorial foi avaliada a partir de grãos com tamanho igual ou superior a peneira 14, seguindo o Protocolo para Degustação de Robusta Fino da International Coffee Organization (EQUIPE CONILON BRASIL, 2011), e a análise sensorial de cada amostra foi realizada por três provadores credenciados pelo Coffee Quality Institute (CQI).

3.8 Análise Estatística

Os dados foram analisados pela estatística descritiva para determinação das medidas de Clorofila Aparente. Para avaliar o efeito conjunto dos ambientes e das faces de exposição ao sol sobre o teor de sólidos solúveis (grau Brix), qualidade física e qualidade sensorial do café, foi considerado o experimento em parcelas subdivididas, sendo os ambientes as parcelas e as faces as sub-parcelas. Os dados foram submetidos a análises de variância e, quando encontrado significância para o teste F, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey considerando um nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os valores obtidos para cada variável climática referentes aos meses de agosto de 2017 a julho de 2018, nos ambientes de Jerônimo Monteiro (JM), Boa Vista (BV) estão apresentados a seguir, sendo que cada ambiente foi subdividido em faces de exposição ao sol: JM01 (Soalheira) e JM02 (Noruega); BV01 (Soalheira) e BV02 (Noruega).

4.1.1 Temperatura Média

Na Figura 10, estão apresentados os resultados referentes à média de temperatura ambiente mensal, obtidos por estação meteorológica automática instalada nos dois ambientes, em cada face, durante o ciclo produtivo das lavouras em estudo, registrando os dados climáticos nas fases fenológicas da cultura do cafeeiro conilon, fases estas definidas conforme classificação de Camargo e Camargo (2001).

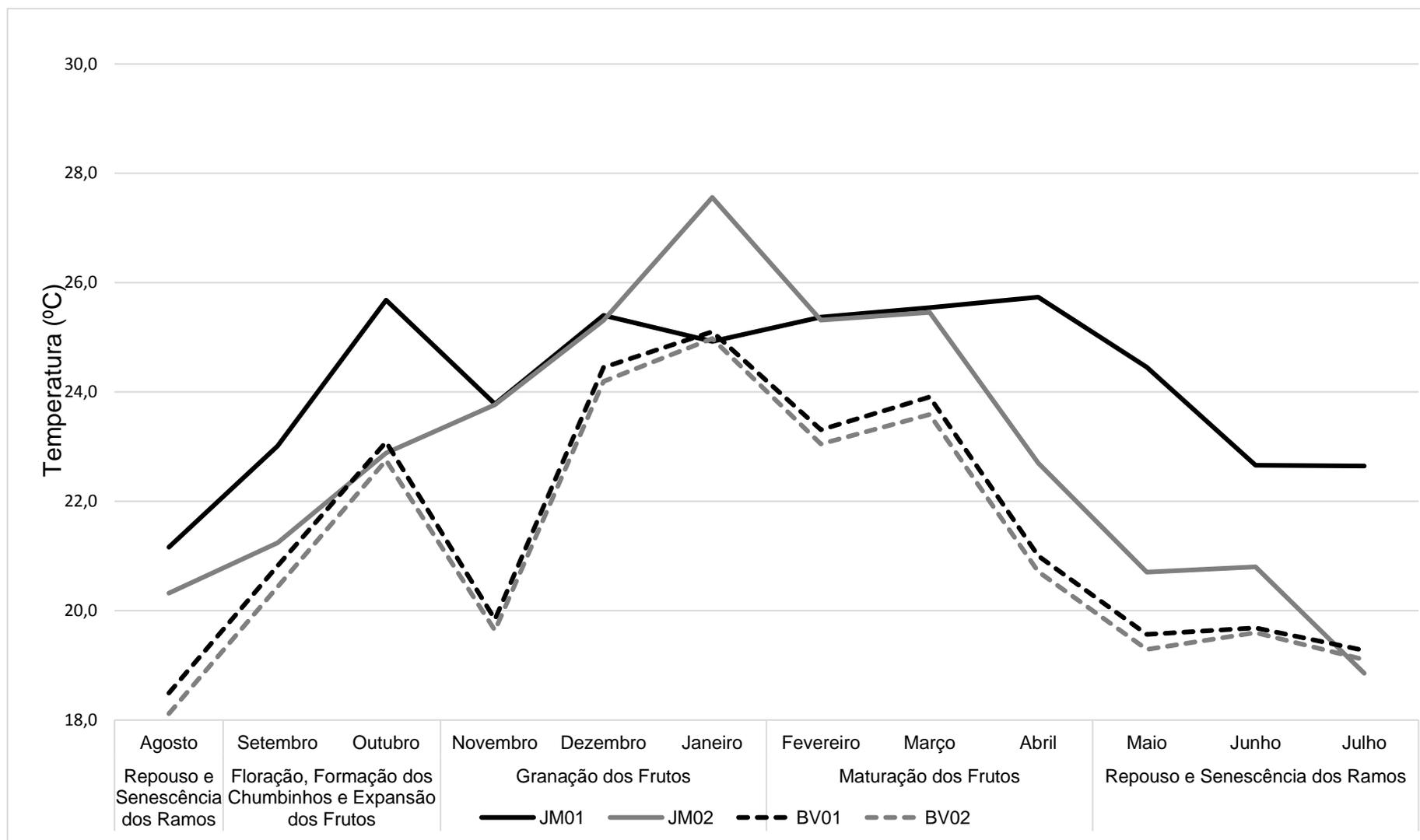


Figura 10. Temperatura Média Mensal para os meses de agosto/2017 a julho/2018.

Verifica-se que, nas áreas de Jerônimo Monteiro (JM), as temperaturas médias obtidas durante o ano/safra 2018 são superiores às temperaturas obtidas no ambiente de Boa Vista (BV), o que é justificado pela diferença de altitude, sendo que em JM a altitude média é de 300m e em BV de 600m. Já nas diferentes faces de exposição ao sol onde estão instaladas as lavouras, observa-se que as temperaturas obtidas na face Soalheira (01) foram iguais ou superiores às temperaturas obtidas na face Noruega (02), exceto para o mês de janeiro, no ambiente de JM. Drumond Neto (2017) encontrou, na safra 2015, em lavouras próximas às estudadas neste trabalho, temperatura do ar menor em Boa Vista e maior em Monte Alegre (JM) e na safra de 2016, a temperatura máxima e mínima do ar não apresentaram diferença pronunciada depois da fase de floração.

Pode-se observar na Figura 11, os valores de temperatura média do ar dos ambientes em estudo para a safra de 2018.

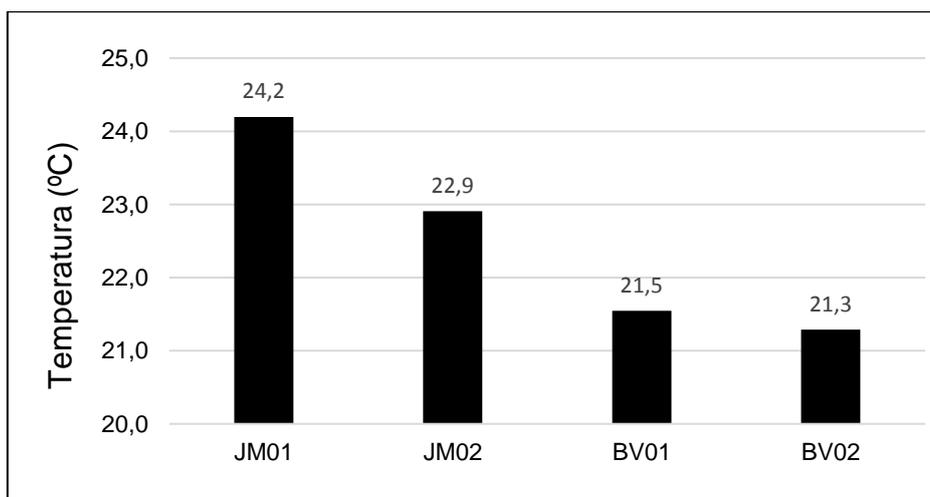


Figura 11. Temperatura Média Ano/Safra 2018 obtida de agosto/2017 a julho/2018.

As temperatura médias do ano/safra 2018 nas áreas em estudo ficaram, na maioria dos meses, na faixa considerada favorável ou apta ao cultivo das variedades de café conilon que é entre 22 °C e 26 °C, conforme relataram Eugenio et al. (2014), indicando que os ambientes são propícios para o desenvolvimento do cafeeiro conilon, com as médias ficando de 21,3 °C e 24,2 °C.

Cabe ressaltar que, no ambiente de JM na face 02 de exposição ao sol, a temperatura média mensal foi maior que 26 °C no mês de janeiro, em que foi registrado o maior valor de temperatura de média mensal, 27,6 °C, na fase fenológica de Granação dos Frutos, o que combinado com o maior fotoperíodo, menor umidade relativa do ar e menor índice de precipitação para esse ambiente, deixando o ambiente quente e seco, podendo ter interferido negativamente o transporte de fotoassimilados para os grãos.

Ao analisar a temperatura média do ano/safra 2018, o ambiente de JM01 foi o que apresentou o maior valor, 24,2 °C, o que pode ter afetado as fases fenológicas de Floração, Formação dos Chumbinhos, Expansão dos Frutos e Maturação dos Frutos, que segundo Freitas et al. (2003) e Rena e Maestri (1986), quando as temperaturas foliares ultrapassam as recomendadas, o cafeeiro reduz a condutância estomática, decrescendo a taxa fotossintética. Esse estresse fenológico explica o tamanho reduzido dos grãos e a menor Nota Global obtido nessa lavoura.

Santos (1999) afirma que na fase de floração dos cafeeiros, a temperatura ambiente acima de 22,5°C provoca abortamento de flores, o que prejudica a fase de floração, sendo que no mês de outubro nas duas faces e nas duas áreas apresentaram-se valores acima deste valor. Além disso, a influência da temperatura sobre a iniciação floral exhibe relação direta com o desenvolvimento da planta e na qualidade dos frutos.

4.1.1.1 Temperatura máxima do dia e da noite

Na Tabela 6, estão apresentados os valores médios mensais para as maiores temperaturas no período do diurno (D) e noturno (N), respectivamente, em cada face de exposição solar em JM e BV.

Tabela 6. Resultados médios máximos da temperatura no período diurno e noturno nas lavouras do cafeeiro conilon

	Ago ¹	Set ¹	Out ¹	Nov ²	Dez ²	Jan ²	Fev ³	Mar ³	Abr ³	Mai ⁴	Jun ⁴	Jul ¹	Média
JM01 D	27,0	29,1	31,7	28,5	31,1	29,8	31,1	30,8	27,1	25,2	27,4	29,9	29,1
JM01 N	21,4	23,8	25,6	23,1	25,3	29,3	26,4	26,7	26,5	24,8	22,5	22,7	24,9
JM02 D	27,1	29,7	33,3	29,0	32,1	36,2	29,0	32,5	28,6	27,5	26,7	25,3	29,8
JM02 N	20,5	20,8	24,9	21,8	24,8	29,0	24,2	26,6	22,6	21,3	19,7	19,1	23,0
BV01 D	24,4	28,2	30,1	23,7	31,7	33,0	29,9	30,7	26,9	25,3	25,8	26,8	28,1
BV01 N	18,3	21,1	24,0	20,2	26,6	26,8	24,4	23,7	20,6	18,9	19,4	19,2	21,9
BV02 D	25,5	29,5	30,7	24,1	32,4	33,3	30,3	31,3	27,7	26,4	26,7	27,8	28,8
BV02 N	18,3	19,9	23,8	20,2	26,2	26,7	24,4	23,6	20,7	19,0	19,4	19,0	21,8

¹ = Floração, formação dos chumbinhos e expansão dos frutos; ² = Granação dos frutos; ³ = Maturação dos frutos; ⁴ = Repouso e senescência dos ramos.

Os valores médios máximos no período diurno variaram de 28,1°C (BV01) a 29,8°C (JM02) e no período noturno variaram de 21,8°C (BV02) e 24,9°C (JM01), apresentando alternância na face de exposição solar. Observa-se que a área de JM, apesar do menor fotoperíodo (Tabela 7), apresentou maior temperatura média diurna, ou seja, o maior fotoperíodo em BV com altitude média de 600m proporcionou temperaturas amenas.

A condição de temperatura noturna menor em BV contrastou com maior fotoperíodo nas duas faces em média, pois o cafeeiro produziu fotoassimilados devido à maior disponibilidade de tempo de luz diária, juntamente com as temperaturas mais amenas. Nesse caso, o processo de maturação dos frutos torna-se mais lento, o que leva a um maior acúmulo de bioquímicos associados à qualidade da bebida (LAVIOLA et al., 2007; SILVA et al., 2016; STURM et al., 2010).

4.1.2 Fotoperíodo

Na Figura 12, estão apresentados os resultados médios mensais da duração de horas de luz/dia que as plantas receberam no ciclo produtivo.

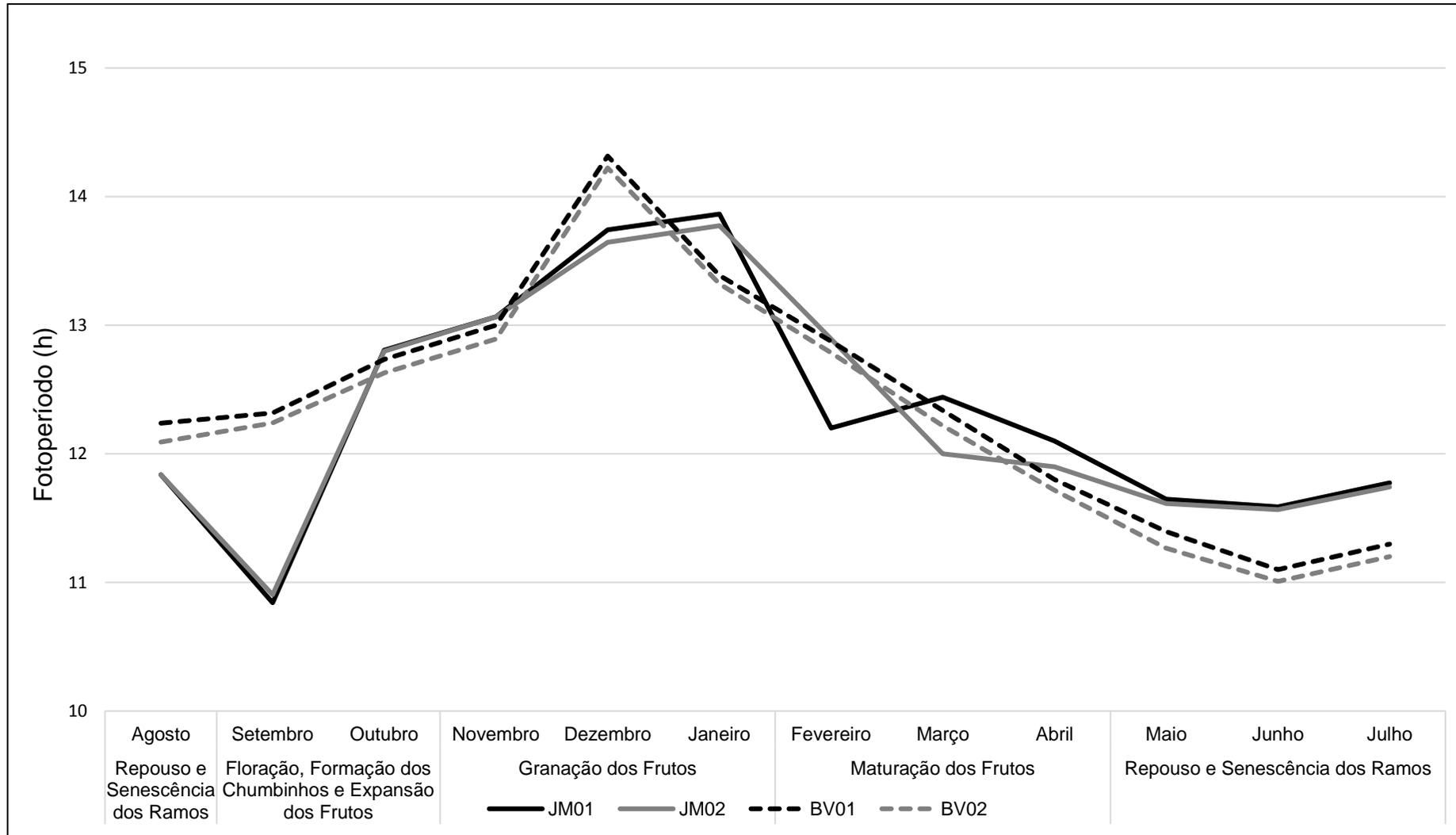


Figura 12. Média mensal de fotoperíodo nas quatro áreas abrangidas de cultivo do cafeeiro conilon.

Destacam-se as áreas de Boa Vista (BV), no mês de dezembro, fotoperíodo médio superior a 14h de luz/dia, o que combinou com uma temperatura mais amena, com a média de 24,3 ° C, em relação à área de Jerônimo Monteiro (JM).

Esse fato contribuiu para o aumento na capacidade de produção de fotoassimilados pelas folhas nessa fase fenológica de granação dos frutos, o que acarretou maior deposição de açúcares e outros compostos no grão.

CARVAJAL (1984) relata que o cafeeiro realiza mais fotossíntese, produzindo maior quantidade de matéria seca, quando cresce em condições de alta luminosidade. Segundo Borém et al. (2008), esses açúcares reagem e formam compostos desejáveis no processo de torra, que são encarregados pela tonalidade amarronzada e da aromatização do produto final.

4.1.3 Precipitação pluvial

Na Figura 13, observam-se os valores de precipitação pluvial (mm) por metro quadrado para as duas faces de exposição ao sol em ambos os ambientes. Lima et al. (2016) definiram para o ES que nos meses em que a precipitação pluvial mensal for maior que 8,33% da acumulada anual é considerada a estação chuvosa. Sendo assim, temos em JM os meses de Nov, Dez, Jan, Fev, Mar e Abr. Em BV, seguindo o mesmo critério, o mês de Out e Mai apareceram na estação chuvosa e Nov passou a ser da estação de seca. Verificou-se na fase de floração (Ago, Set e Out/2017), 6,3% de precipitação acumulada anual para a área de JM e 16,9 % para a de BV, respectivamente, nesse período. Já na fase de granação (2) (Nov/2017, Dez/2017 e Jan/2018), o percentual da precipitação acumulada anual em JM foi de 15,3% e em BV foi de 8,4%, respectivamente, ocorrendo uma inversão com maior percentual na área de baixa altitude (JM), bem como as maiores temperaturas médias.

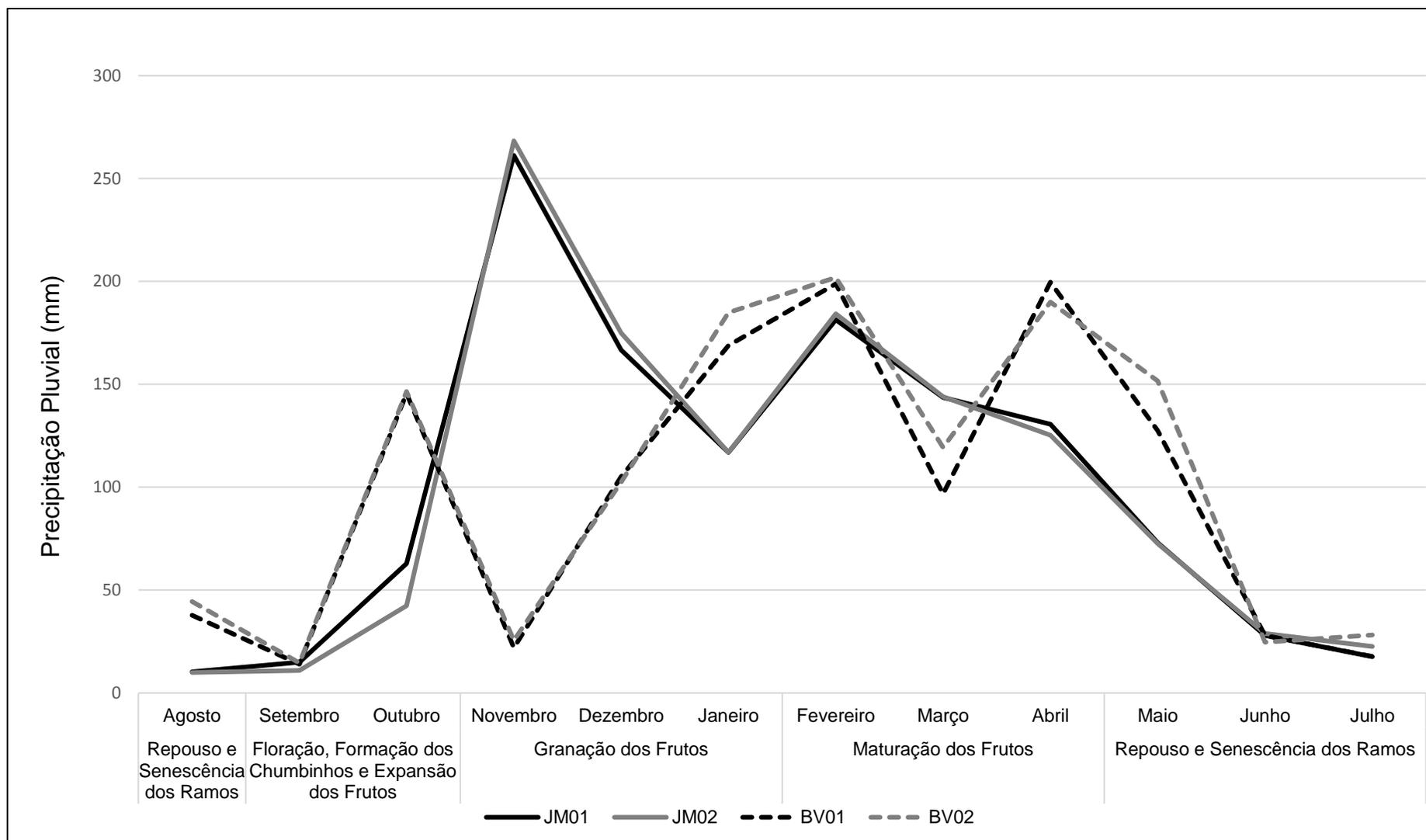


Figura 13. Precipitação pluvial (mm) para as quatro áreas cultivadas com cafeeiro conilon abrangidas pelo estudo.

Pezzopane et al. (2010) afirmaram que lavouras na região sul do Espírito Santo (ES) apresentam atendimento hídrico na maioria dos anos na fase de floração, sendo que na presente pesquisa as duas áreas de estudo estão inseridas nesta região, sendo que em BV as duas lavouras apresentaram maior precipitação acumulada mensal do que em JM. Segundo esses autores, o risco climático no ES para a cultura do café conilon ocorre decrescente da fase do florescimento para a granação dos frutos.

Na Tabela 7, observa-se que os valores de precipitação ficaram em torno de 1200 mm por ano em todas as áreas, o que indica que caso necessite do auxílio da irrigação, nos períodos mais secos, tornam as áreas propícias para o cultivo da cultura, já que precipitações entre 1.500 mm e 1.800 mm são consideradas favoráveis ao desenvolvimento adequado da cultura. No entanto, Bernardo et al. (2011) relatam que o limite mínimo exigido pelo cafeeiro durante um ano ou ciclo é de 800 mm de precipitação acumulada anual e Venâncio et al (2016) encontraram 900 mm de precipitação pluvial anual em áreas cultivadas com cafeeiro conilon na região norte do ES.

Tabela 7. Precipitação pluvial (mm) por metro quadrado para as quatro áreas cultivadas com cafeeiro conilon abrangidas pelo estudo

Ambiente	Precipitação Acumulada (mm)
JM01	1207,2
JM02	1201,3
BV01	1234,2
BV02	1162,0

A presença adequada de água tem extrema importância no suporte da hidratação do protoplasma (MORAIS et al., 2003) e no remanejamento de fotoassimilados e compostos nitrogenados. Sendo um dos nutrientes mais influenciados pela disponibilidade hídrica, o nitrogênio (N) possui papel importante na fase de granação dos frutos, ao qual é fortemente carregado das folhas para os frutos, independente da condição de suprimento de água (LIMA FILHO e MALAVOLTA, 2003).

Molin et al. (2008) afirmaram que a precipitação pluvial ocorrida no período de formação dos frutos contribuiu para maior pegamento da primeira florada e, conseqüentemente, para maturação mais uniforme, resultando, então, em baixa porcentagem de frutos verdes, por ocasião da colheita, uma vez que, pela maior quantidade de frutos advindos dessa primeira florada, as subseqüentes representam pouco na produção final por planta.

O fornecimento hídrico adequado é indispensável para o transporte dos nutrientes em todos os órgãos da planta. Nas fases de formação dos chumbinhos, expansão, granação e maturação dos frutos, a planta está em constante e rápido alongamento celular, enchimento do endosperma e aumento do teor de açúcar (LAVIOLA et al., 2007), ou seja, alta demanda nutricional para formação e maturação dos grãos.

4.1.4 Umidade relativa do Ar

Na Figura 14, são apresentados os valores absolutos em % de umidade relativa do ar, em que os valores médios para cada área foram relativamente próximos. Observa-se que os meses que apresentaram menor umidade corroboram com os meses que apresentaram menor precipitação, já que a umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima de água que seria capaz de ocorrer na mesma temperatura (ponto de saturação).

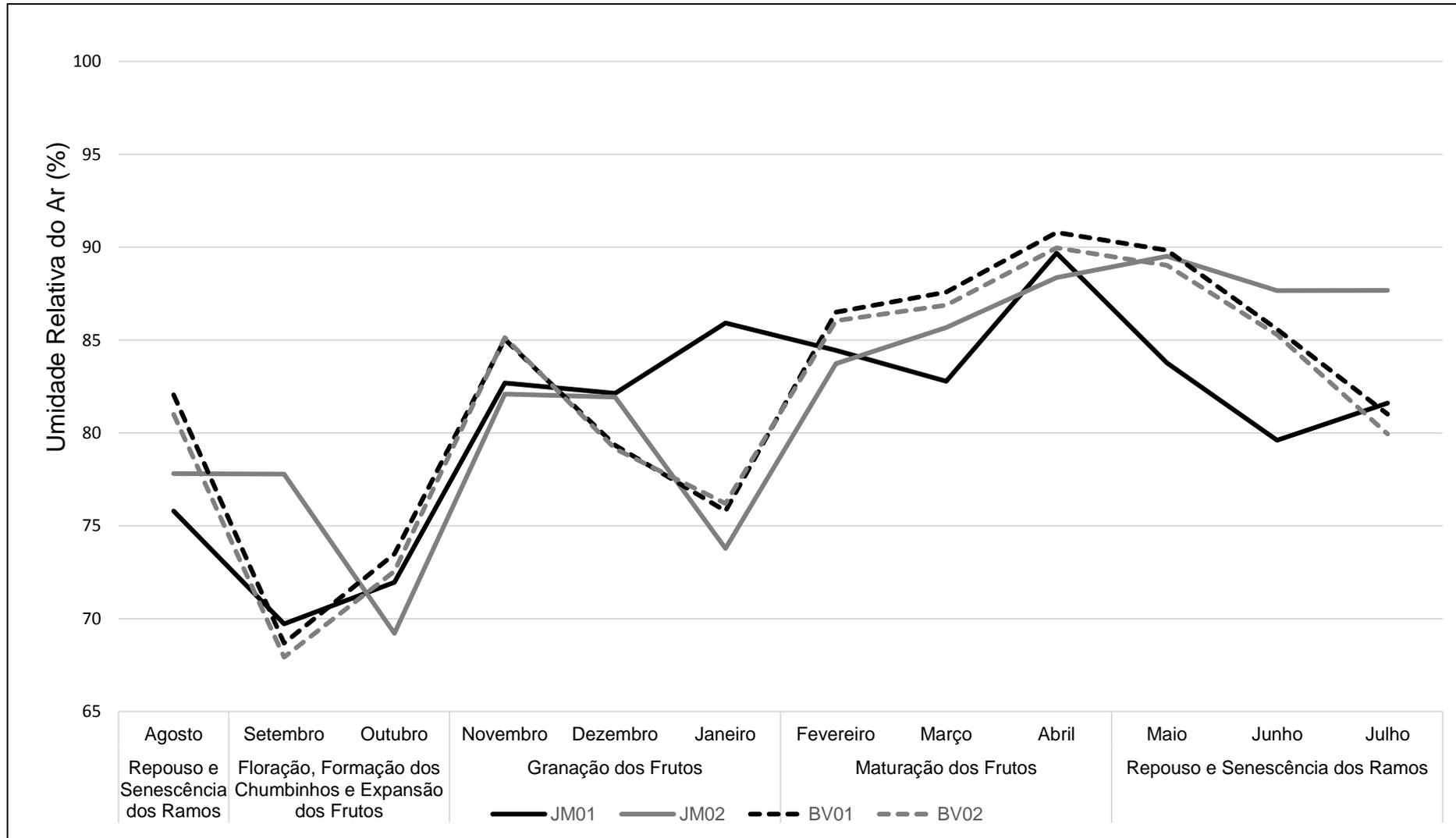


Figura 14. Valor de umidade relativa do ar em % para as quatro áreas abrangidas pelo estudo em seus respectivos meses.

A umidade relativa do ar (UR) é um fator de grande importância para as culturas, devido ao fato de estar relacionada com a demanda evaporativa da atmosfera, ou seja, quando apresenta índices muito baixos ou muito elevados, torna-se prejudicial para grande parte das culturas.

Durante os meses de Agosto/2017 e Julho/2018, observa-se que a umidade relativa do ar média mensal de todas as lavouras foi superior a 65% e apenas no mês de abril/2018 foi próxima de 90%. A umidade relativa inferior a 60% pode ser prejudicial, pois eleva a taxa de transpiração e acima de 90% reduz a absorção de nutrientes, decorrente da redução da transpiração, além de condicionar a disseminação de fungos causadores de doenças (EMBRAPA, 2005).

Segundo Matiello (1991), a umidade relativa (UR) do ar influi, principalmente, na ocorrência de pragas e doenças, favorecendo tanto o ataque de doenças fúngicas como a fermentação dos frutos no período de colheita, o que resulta em produto de bebida inferior. Verifica-se que os maiores valores de UR ocorreram nos meses das fases fenológicas de maturação dos frutos e repouso e senescência dos ramos, com o decréscimo de luminosidade solar/dia nas duas regiões da pesquisa.

4.2 CLOROFILA APARENTE

Na Tabela 8, observam-se os valores da análise descritiva da clorofila total aparente determinada nos dois ambientes e nas duas faces distintas de exposição ao sol. Todas as variáveis estudadas apresentaram distribuição assimétrica à esquerda, com exceção para Dez JM02 e AbrBV02, indicando concentração de valores abaixo da média. Com relação à curtose, tem-se que as variáveis Out BV01, Out BV02, Dez JM02 e Fev JM02 apresentaram distribuição negativa (platicúrtica) indicando dispersão dos valores em relação à média. Todos os valores de clorofila nos diferentes meses e faces de exposição solar apresentaram distribuição normal pelo teste Kolmogorov-Smirnov ($p \leq 0,05$).

Tabela 8. Análise descritiva da clorofila total aparente nos meses de outubro/2017, dezembro/2017, fevereiro/2018 e abril/2018 em ambos ambientes (JM e BV) e faces (01 e 02)

Mês/Ambiente	n	M	Md	Min	Max	Q1	Q3	S	Ks	Kc	CV	DN
Out JM01	80	74,2a	75,7	42,9	88,4	70,1	79,2	7,4	-1,2	3,0	10,0	ns
Out JM02	80	74,5a	74,7	57,6	88,5	71,2	78,9	5,8	-0,3	0,4	7,8	ns
Out BV01	80	70,9a	70,1	52,5	85,4	66,9	76,7	6,6	-0,1	-0,3	9,2	ns
Out BV02	80	70,7a	71,3	53,0	82,6	65,2	76,0	6,6	-0,4	-0,4	9,3	ns
Dez JM01	80	66,4a	66,7	41,5	77,4	62,2	72,0	6,9	-0,7	0,9	10,4	ns
Dez JM02	80	66,3a	64,8	50,5	83,0	61,9	70,5	7,1	0,4	-0,2	10,7	ns
Dez BV01	80	71,4a	71,0	51,7	85,0	66,7	75,7	6,9	-0,1	0,3	9,7	ns
Dez BV02	80	71,6a	72,4	56,0	80,8	69,7	74,2	4,1	-1,3	3,8	5,7	ns
Fev JM01	80	69,0b	68,9	53,3	82,1	64,3	73,9	6,1	-0,3	-0,3	8,9	ns
Fev JM02	80	72,2a	72,4	47,0	86,1	66,8	78,8	7,8	-0,5	0,1	10,8	ns
Fev BV01	80	69,8a	70,6	48,0	84,8	66,2	74,5	7,4	-1,0	1,6	10,5	ns
Fev BV02	80	69,4a	69,4	54,1	79,8	65,7	73,0	5,0	-0,4	0,1	7,2	ns
Abr JM01	80	68,9b	68,8	55,7	79,6	66,4	72,0	4,8	-0,3	0,5	6,9	ns
Abr JM02	80	74,7a	74,8	55,1	87,3	71,3	79,4	6,0	-0,5	0,6	8,1	ns
Abr BV01	80	57,5b	57,8	40,5	68,4	54,1	61,6	5,4	-0,5	0,4	9,3	ns
Abr BV02	80	63,2a	62,7	52,7	74,1	60,8	65,8	4,1	0,2	0,5	6,5	ns

n = número de observações; M = Média; Md = Mediana; Min = Valor mínimo; Max = Valor Máximo; Q1 = Primeiro Quartil; Q3 = Terceiro Quartil; S = Desvio Padrão; Ks = Coeficiente de Assimetria da Distribuição; Kc = Coeficiente de Curtose; CV = Coeficiente de Variação; DN = Distribuição Normal; ns = Não significativo indica distribuição normal.

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para um mesmo mês na mesma área entre faces, não diferem estatisticamente pelo teste t ($p \leq 0,05$).

As médias foram comparadas pelo teste t ($p \leq 0,05$) para cada mês e entre as duas faces para um mesmo ambiente encontrando diferença significativa entre os meses Fev/2018 nas áreas JM01 e JM02; Abr/2018, nas áreas JM01 e JM02 e Abr/2018 nas áreas BV01 e BV02.

Esse fato está relacionado com o número de horas de luminosidade média por dia e a temperatura ambiente máxima média do dia em cada área para cada face. Verifica-se nas Figuras (12 e 10) que em Fev/2018, nas áreas JM01 e JM02, o número de horas de luminosidade média por dia foi 12,1h e 12,9h e temperatura máxima média do dia 31,1 °C e 29,0 °C, respectivamente; e em Abr/2018 nas áreas JM01 e JM02, o número de horas de luminosidade média por dia foi de 12,1h e 11,9h e a temperatura máxima média do dia foi 27,1 °C e

28,6 °C, respectivamente; e em Abr/2018 nas áreas BV01 e BV02, o número de horas de luminosidade média por dia foi de 11,7h e 11,8h e as temperaturas máximas médias diurnas foram 26,9 °C e 27,7°C, respectivamente. Para o mês de Fev/2018, o número de horas de luminosidade e para o mês de Abri/2018, a temperatura máxima do dia foram determinantes para obter os maiores valores médios de clorofila nas lavouras do cafeeiro conilon em estudo.

A temperatura é relacionada com os níveis de clorofila, pois as plantas de metabolismo C3 (plantas que formam o 3-fosfoglicerato como primeiro intermediário estável na fotossíntese) como o cafeeiro, apresentam maiores respostas fotossintéticas entre as temperaturas de 20 a 30°C. Quando a temperatura excede valores superiores a 30°C, a assimilação de CO₂ é reduzida e há ação de efeitos indesejados como a degradação da molécula da clorofila (KERBAUY, 2004; BORRMANN, 2009).

O maior fotoperíodo associado às variáveis climáticas consideradas ideais para o desenvolvimento do cafeeiro influencia positivamente na produção de clorofila e fotoassimilados. Esse fenômeno pode ser explicado por Whatley (1982), pois a conversão em energia química, assim como sua duração tem seu efeito no fotoperiodismo, que controla os padrões de desenvolvimento das plantas e dependem da absorção da luz, por determinados pigmentos como a clorofila.

O coeficiente de variação (CV), obtido para todas as médias da clorofila total, ficou abaixo de 15%, o que, segundo Ferreira (1991), é considerado baixa dispersão dos dados para ambos os ambientes e faces de estudos.

4.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (Brix)

Na Tabela 9, estão apresentados os resultados da ANOVA para o grau Brix na safra de 2017 e de 2018, e verifica-se significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) interação dupla entre Amb x Face.

Tabela 9. Resultados da ANOVA para o grau Brix do café conilon nas duas faces de exposição solar e nas áreas (ambientes) JM e BV

FV	GL	Safrá 2017			Safrá 2018		
		SQ	QM	Fcal	SQ	QM	Fcal
Amb	1	32,4	32,4	30,7*	0,4	0,4	0,3
Res a	8	8,5	1,1	1,4	10,8	1,4	1,7
Face	1	0,6	0,6	0,8	15,5	15,5	19,5*
AmbxFace	1	25,1	25,1	33,1*	6,4	6,4	8,1*
Res b	8	6,0	0,8		6,3	0,8	

Amb = JM e BV; Face = Soalheira e Noruega; Res a = resíduo a e Res b = resíduo b

Considerando a existência de pelo menos um contraste entre as médias do grau Brix com a interação dupla, aplicou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para identificar os efeitos significativos (Tabela 10).

Tabela 10. Análise do teste de Tukey para o grau Brix

Safrá 2017		Safrá 2018	
Ambiente	Brix	Ambiente	Brix
JM01	22,6 a	JM01	23,1 a
JM02	20,7 b	BV01	21,7 ab
BV02	20,4 b	BV02	21,1b
BV01	17,8 c	JM02	20,3 b

Médias seguidas de letras minúscula diferentes entre os ambientes, para uma mesma safra, diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Observa-se, na Tabela 10, que na face Soalheira (01) em JM, o grau Brix dos frutos maduros no estádio cereja apresentaram os maiores teores de SST em ambas as safras. Pode-se relacionar os valores de Brix com retenção na Peneira 14 (Tabela 12) em que os frutos apresentaram menor tamanho de grãos nas duas safras e com menor Nota Global da análise sensorial (Tabela 17).

No ambiente de Jerônimo Monteiro (JM), esses fenômenos podem ser relacionados com a maior temperatura média do ar para a safra 2018, e para as duas safras, o ambiente é o que está localizado em menor altitude, o que favorece um período de enchimento de grãos e uma maturação mais rápida, em que os grãos atingem o estádio cereja antes da maturação fisiológica completa, fornecendo indícios para explicar que o açúcar contido na mucilagem não foi

translocado para o interior dos grãos. Cortez (2001) observou que anteceder a maturação dos frutos de café é um dos fatores encarregados pela redução da qualidade dos grãos, devido ao seu efeito no metabolismo do ácido clorogênico e do triptofano.

Observa-se que as faces de exposição ao sol não apresentaram, isoladamente, influência sobre o teor de sólidos solúveis totais, o que indica que o sombreamento formado pelas montanhas e alterações no microclima das lavouras em uma mesma altitude não interferem na qualidade da bebida do café. Botero (2003), em plantas de café submetidas a diferentes níveis de sombreamento, não encontrou diferenças significativas sobre as taxas de maturação e concluiu que, uma vez formados os frutos, o sombreamento não afeta as características de maturação.

Açúcares na mucilagem dos grãos podem não ser indicadores eficientes de qualidade de bebida, quando se analisa critérios específicos de qualidade de bebida, como os testes realizados pela Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA, 2004). Alves (2005) não obteve correlação significativa do Brix com a qualidade de bebida ou algum de seus critérios, pois, sabe-se que os açúcares indicam a maturação dos frutos e afetam sua palatabilidade. No entanto, Amorim (1972) concluiu que, em geral, os açúcares contidos na mucilagem dos grãos não parecem afetar a qualidade do café.

4.4 Classificação Física os Grãos de Café

4.4.1 Classificação por Peneira

A classificação física dos grãos de café realizada em laboratório credenciado, sendo a granulometria determinada pelas peneiras, de acordo com os tamanhos dos grãos e com a dimensão dos crivos que os retém, informando o percentual retido e o acumulado por peneira, nas safras de 2017 e 2018, com os crivos das peneiras variando de 13 a 18 avos de polegada.

Nesta análise, trabalhou-se com os grãos retidos na peneira de 14, por considerar o maior percentual de retenção. Os defeitos totais para essa peneira também foram informados. Fez-se análise de variância (ANOVA) considerando os fatores ambientes JM e BV e a faces soalheira (01) e Noruega (02).

Na Tabela 11, estão os resultados da ANOVA para % com retenção de grãos na peneira 14 nas safras de 2017 e 2018. Em 2017, indicou interação dupla e significativa entre Ambiente x Face pelo teste F ($p \leq 0,05$), e para a safra de 2018, somente o Ambiente apresentou-se significativo para a % de retenção na peneira 14.

O teste de Tukey ($p \leq 0,05$) foi realizado para verificar os contrastes entre as médias dos valores nos ambientes e faces de exposição solar da lavoura na safra 2017.

Tabela 11. Resultados da ANOVA para % com retenção de grãos na peneira 14 nas safras de 2017 e 2018

FV	%peneira 14 safra 2017					%peneira 14 safra 2018			
	GL	SQ	QM	F	P	SQ	QM	F	P
Ambiente	1,0	1216,8	1216,8	36,4	0,00*	477,8	477,8	10,6	0,00*
Resíduo A	8,0	267,4	33,4	1,5	0,30	361,7	45,2	0,9	0,60
Face	1,0	405,0	405,0	18,2	0,00*	31,9	31,9	0,6	0,50
Ambiente*Face	1,0	441,8	441,8	19,8	0,00*	239,8	239,8	4,7	0,10
Resíduo B	8,0	178,2	22,3			410,2	51,3		

* Significativo a 5% de probabilidade

Na safra de 2017, a interação dupla (Ambiente x Face) contribuiu com 20,8% da variância total dos dados para a variável % peneira 14 e o ambiente sozinho contribuiu com 57,4%. Como não foi possível coletar os dados climáticos dessa safra nos dois ambientes, pode-se afirmar que os efeitos são provenientes da altitude nas duas áreas.

A safra de 2018 apresentou diferença significativa para o Ambiente, que sozinho contribuiu com 56,5% na variância total dos dados e os Ambientes x Faces contribuíram com 28,3%, porém não significativo. Sendo assim, observa-se que o Ambiente influenciou mais que os demais fatores nas duas safras.

Na Tabela 12, está o teste de Tukey, na análise qualitativa, para as safras 2017, e o teste F, para safra 2018. Observa-se que na safra de 2017, as faces 01 e 02 em BV e a face 02 em JM apresentaram os maiores percentuais de retenção de grãos na peneira 14/64 (% peneira 14), porém não apresentando diferença significativa entre os ambientes e as faces de cultivo das lavouras do cafeeiro conilon. Em JM, a face 01 (Soalheira) apresentou menor retenção das peneiras, indicando grãos menores que podem ter sofrido influência da maior temperatura ambiente noturna e do maior índice percentual de precipitação. Cabe ressaltar que os valores médios maiores para o grau Brix ocorreram nos frutos em JM na face 01.

Tabela 12. Resultados do teste de Tukey para % de grãos retidos na peneira 14 nas safras de 2017 e teste F para a safra 2018

Safra de 2017		
Ambiente	Face	% Peneira 14
BV	01	79,8 a
BV	02	79,4 a
JM	02	73,2 a
JM	01	54,8 b
Safra de 2018		
BV	-	63,3 a
JM	-	53,5 b

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes entre os ambientes, para uma mesma safra, diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

A Safra 2018 apresentou diferença significativa entre os ambientes de JM e BV para a % peneira 14, mostrando que os grãos foram maiores na região de maior altitude, com os valores médios menores de temperatura diurna e noturna, quando comparado ao ambiente de JM, apesar de maiores horas de luminosidade/dia.

4.4.2 Defeitos Totais dos Grãos

Os resultados da ANOVA referentes aos defeitos encontrados nos grãos nas duas safras estão apresentados na Tabela 13. Verifica-se a não diferença

significativa para a variável defeitos entre as safras para nenhum dos fatores estudados. Sturm (2012) também não encontrou relação dos defeitos nos grãos de café seco em coco com a altitude, entre três extratos variando de 0 a 250 m, 251 a 500 e maior que 501 m, respectivamente, no ES.

Tabela 13. Resultados da ANOVA para defeitos totais nos grãos de café nas safras de 2017 e 2018

FV	Defeitos totais na safra de 2017					Defeitos totais na safra de			
	SQ	GL	QM	F	P	SQ	QM	F	P
Ambiente	13676,5	1,0	13676,5	3,2	0,1	1201,3	1201,3	0,6	0,5
Resíduo A	33673,6	8,0	4209,2	0,9	0,6	15860,1	1982,5	9,1	0,0
Face	7182,0	1,0	7182,0	1,5	0,3	391,6	391,6	1,8	0,2
Ambiente*Face	344,5	1,0	344,5	0,1	0,8	66,6	66,6	0,3	0,6
Resíduo B	38806,0	8,0	4850,8			1733,8	216,7		

Os defeitos totais não apresentaram diferença significativa entre as faces e os ambientes, isso pode ser justificado pelo manejo semelhante entre as lavouras, considerando que os defeitos originados pelos maus tratamentos culturais (chochos, granados, conchas e brocados) foram semelhantes. Outro fator que fundamenta tal resultado é o momento em que a colheita foi realizada, selecionando apenas as plantas que apresentavam acima de 80% dos grãos cereja, reduzindo os defeitos originários nessa etapa (pretos, verdes, ardidos) e a forma pela qual a colheita foi realizada, por derriça manual, onde os grãos são acomodados em peneiras, facilitando a abanação e reduzindo algumas impurezas (paus, pedras e torrões). Como o processo de beneficiamento de todas as amostras foi realizado em laboratório com os mesmos equipamentos, as etapas foram padronizadas, adotando a mesma metodologia e reduzindo os defeitos originários dessa etapa (quebrado, coco, marinho e cascas).

Drumond Neto (2017) encontrou interação do defeito com o ambiente entre a safra de 2015 (altitude 100 m em JM) e 2016 (altitude de 528 m em BV), afirmando que esse fato aconteceu devido a um veranico ocorrido na região na safra de 2015, no mês de janeiro 2015 na fase de granação dos frutos.

De acordo com Rena et al. (1985), a formação dos grãos depende da quantidade de fotoassimilados armazenados, principalmente no estágio de enchimento dos

grãos. Alves et al. (2016) afirmaram que as condições climáticas podem promover a fermentação no período de colheita, processamento e/ou armazenamento, o que influencia nos defeitos.

A obtenção de grãos maiores, retidos nas peneiras superiores é desejável, pois essa característica está diretamente relacionada com a maior uniformidade e rendimento do lote, influenciando positivamente no aspecto físico e químico dos grãos de café, o que agrega valor ao produto final (FERREIRA et al., 2013)

Frutos menores apresentam os metabolismos do ácido clorogênico e do triptofano afetados, ocasionando uma bebida de menor qualidade, com características adstringentes, metálicas e dura, conforme Cortez (2001); Ohiokpehai et al. (1982); Menezes (1990) e Rogers et al. (1999) que mostraram que a redução do tempo de enchimento de grãos afeta negativamente sua qualidade de bebida.

4.4.3 Qualidade Sensorial da Bebida

O preparo das amostras de café para a avaliação sensorial foi feito desconsiderando todos os grãos defeituosos. Os resultados da ANOVA da qualidade da bebida estão apresentados na Tabela 14, em que se observa interação, da nota global (NG) da bebida da análise sensorial da prova de xícara, somente com o ambiente. As faces de exposição solar onde as lavouras estão sendo cultivadas nos ambientes JM e BV não influenciaram significativamente na NG.

Tabela 14. Resultados da ANOVA da análise sensorial da bebida do café conilon nas safras 2017 e 2018

FV	Saфра 2017					Saфра 2018			
	GL	SQ	QM	F	P	SQ	QM	F	P
Ambiente	1,0	110,5	110,5	45,0	0,0*	74,8	74,8	30,5	0,0*
Res a	8,0	19,7	2,5	0,6	0,7	19,6	2,5	0,6	0,7
Face	1,0	1,1	1,1	0,3	0,6	4,1	4,1	1,1	0,3
Ambiente*Face	1,0	6,1	6,1	1,6	0,2	2,4	2,4	0,6	0,5
Res b	8,0	30,9	3,9			31,0	3,9		

* significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Considerando a existência de pelo menos um contraste entre as médias da qualidade global para o fator ambiente, aplicou-se o teste de Fisher ($p \leq 0,05$) para identificar os efeitos significativos (Tabela 15).

Tabela 15. Resultados do Teste F para as médias da NG da bebida em JM e BV

	Saфра 2017	Saфра 2018
	NG	NG
BV	79,7 a	79,2 a
JM	75,0 b	75,3 b

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes entre os ambientes, para uma mesma safra, diferem estatisticamente pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Sturm (2012) encontrou em altitudes maiores que 500 m diferença significativa para a bebida do café conilon produzido no ES, mostrando que o extrato de altitude, nesse patamar, produz resultados significativos para a bebida para os frutos cereja descascados, assim como, Drumond Neto (2017) encontrou em BV em relação a JM (outra área) maior bebida para os frutos desmucilados no preparo das amostras. Sturm (2012) comenta que, em maiores altitudes, os frutos do cafeeiro conilon leva mais tempo para completar seu ciclo e que de acordo com Laviola et al (2007), a maior altitude influencia a alocação de fotoassimilados nos frutos.

Sendo assim, vários estudos têm relatado a interferência da altitude na qualidade de cafés e atribuem isso ao fator térmico que influencia na frutificação e na época de maturação, ou seja, quanto mais baixa a altitude e mais quente for a região,

mais precoce será a maturação; e em regiões com temperaturas amenas o processo de amadurecimento é mais lento e leva ao maior acúmulo de bioquímicos associados à qualidade da bebida (LAVIOLA et al., 2007; SILVA et al., 2016).

A Tabela 16 apresenta os resultados da ANOVA considerando análise conjunta para os ambientes (duas faces) e comparando a NG entre eles nas safras de 2017 e 2018.

Tabela 16. Resultados da ANOVA dos fatores conjuntos nos dois ambientes e faces cultivados com café conilon

FV	SQ	GL	QM	F	p
Ambiente	3,0	185,4	61,8	25,2	0,0*
Resíduo A	16,0	39,3	2,5	0,6	0,8
Face	1,0	0,5	0,5	0,1	0,7
Ambiente*Face	3,0	13,2	4,4	1,1	0,4
Resíduo B	16,0	61,9	3,9		

* significativo a 5% de probabilidade

Conforme a discussão anterior, observa-se que o ambiente somente influencia na NG da bebida do café conilon quando descascado, ratificando o efeito da altitude na qualidade da bebida. O Teste de F ($p \leq 0,05$) (Tabela 17) confirmou que significativamente não há diferença para a bebida do café entre as duas faces de cultivo e exposição solar (Soalheira e Noruega) em cada ambiente. No ambiente BV, a NG foi maior que 79 pontos e em JM maior que 75 pontos, na escala hedônica para a bebida, considerado a soma das variáveis que caracterizam a qualidade da bebida.

Inferência pode ser feita em relação ao grau Brix dos frutos e a NG da bebida, uma vez que em JM na face 01 encontrou-se maiores valores significativos para o Brix e, no entanto, menores valores da NG da bebida nesta área de estudo, ou seja, aparentemente o grau Brix maior nos frutos não implica em maiores notas globais (NG) de bebida para o café conilon. No entanto, Pinto et al. (2002) e Alves (2009) afirmaram que existe correlação das maiores pontuações de bebida com os graus Brix maiores nos frutos para o café arábica. No entanto, Silva et

al. (2014) não encontraram correlação linear entre a NG da bebida e grau Brix de frutos maduros no estágio cereja para genótipos de café arábica em região de montanha.

Martinez et al. (2014) afirmam que os nutrientes minerais da área de cultivo interferem na qualidade final do café por seu papel no metabolismo da planta e acúmulo de compostos químicos desejáveis do ponto de vista do aroma e sabor do café e na produção de compostos que desfavorecem o desenvolvimento microbiano nos grãos. Entretanto, Drumond Neto (2017) encontrou diferença na qualidade da bebida entre duas lavouras que apresentavam mesmo padrão de fertilidade do solo, sendo o efeito atribuído a altitude de cultivo e processamento dos frutos cereja pós-colheita.

Tabela 17. Teste de Tukey para as variáveis em conjunto no estudo da NG para o café conilon

Ambiente	NG
BV 2017	79,7 a
BV 2018	79,2 a
JM 2018	75,3 b
JM 2017	75,0 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula, para o mesmo ambiente, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Fonseca (2018) comentou que pontuações altas na NG sofre influência, tais como: seleção dos frutos cereja, cuidado rigoroso no processo de colheita, preparo das amostras dos frutos do cafeeiro conilon e o processo de secagem.

5. CONCLUSÕES

Os métodos de medição indireta do índice de clorofila foliar e grau Brix da mucilagem dos grãos de café cereja não se mostraram como bons indicadores de correlação com a qualidade final da bebida.

Lavouras de Café Conilon em diferentes altitudes no sul do Espírito Santo apresentaram interferência na maturação dos grãos, sendo que nos ambientes com maior altitude, a maturação dos grãos mais lenta favoreceram um café de maior qualidade sensorial.

As diferentes faces de exposição ao sol não apresentaram diferença significativa quanto à qualidade final da bebida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES E. A. **Análise da variabilidade espacial da qualidade do café cereja produzido em região de montanha.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

ALVES, E. A. **Variabilidade espacial e temporal da qualidade do café cereja produzido na região das Serras de Minas.** 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.

ALVES, L. C.; MAGALHÃES, D. M.; LABATE, M. T.; GUIDETTI-GONZALEZ, S.; LABATE, C. A.; DOMINGUES, D. S.; SERA, T.; VIEIRA, L. G.; PEREIRA, L. F. Differentially Accumulated Proteins in *Coffea arabica* Seeds during Perisperm Tissue Development and Their Relationship to Coffee Grain Size. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 7, p. 1635–1647. 2016.

AMARAL, S. et al. Redes e conectividades na estruturação da frente de ocupação do Xingu/Iriri-Pará. **Geografia**, v. 31, n.3, p.655-675, 2007.

AMORIM, H.V. **Relação entre alguns compostos orgânicos do grão do café verde com a qualidade da bebida.** Piracicaba: ESALQ, 1972. 136p. (Tese - Doutorado em Bioquímica).

Associação brasileira de cafés especiais – BSCA. **Regras de Competição Nacionais e Internacionais.** Alfenas, [2004]. 5 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 625p.

BERTHAUD, J. L’Incompatibilitê chez *Coffea canephora*: **Méthode de test et déterminisme génétique.** **Cofé Cacao Thé. Nogest-sur-Marne**, v. 24, n.1, p. 167-174. 1980.

BOOIJ, R.; VALENZUELA, J.L. e AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (Eds.). **Management of nitrogen and water in potato production.** The Netherlands, Wageningen Pers, 2000. p.72-82.

BORÉM, F.M.; CORADI, P.C.; SAATH, R.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade do café natural e despulpado após a secagem em terreiros e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1609-1615, 2008.

BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores.** 2009. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.

BRASIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION (BSCA), **O que são cafés especiais**. 2016. Disponível em: <http://bsca.com.br/cafes-especiais.php> Acesso em: 1 nov. 2018.

BOTERO, C.J. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cafeeiros sob níveis de sombreamento e adubação**. Viçosa: UFV, 2003. 52p. : il. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia). Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos. T 633.73 J37a 2003

BUFFON, J.A.B. 1992. **O café e a urbanização no Espírito Santo: aspectos econômicos e demográficos de uma agricultura familiar**. Dissertação de Mestrado em Economia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

BYTOF, G. et al. **Transient occurrence of seed germination processes during coffee postharvest treatment**. *Annals of Botany*, Rockville, v. 100, p. 61-66, 2007.

CALDAS, B. S. et al. Determinação de açúcares em suco concentrado e néctar de uva: comparativo empregando refratometria, espectrofotometria e cromatografia líquida. **Scientia Chromatographica**, v. 7, n. 1, p. 53-63, 2015.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. **Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do BRASIL**. *Bragantia*, v. 60, n.1, p.65-68, 2001.

CARVAJAL, J. F. **Cafeto - Cultivo y fertilización**. Costa Rica: Instituto Internacional de la Potasa, 2.ed., 1984. (Universidade de Costa Rica).

CARVALHO, M. A. F. et al. **Utilização do clorofilômetro para racionalização da adubação nitrogenada nas culturas do arroz e do feijoeiro**. EMBRAPA, Goiás, 2012.

Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

CONAB Companhia Nacional De Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: café**, v.5 - Safra 2018, n. 1 – primeiro levantamento, Brasília, jan. 2018. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_24_17_34_27_caf_e_janeiro2018.pdf . Acesso em: 22 jun. 2018.

CORRÊA, J.B.; GARCIA, A.W.R. & COSTA, P.C. **Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuai**. 13º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, São Lourenço, MG, 35-41, 1986.

CORRÊA, J.B.; REIS Jr., R.A.; CARVALHO, J.G. & GUIMARÃES, P.T.G. **Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do Sul de Minas Gerais**. Ci. Agrotec., 25:1279-1286, 2001

DAMASCENO, Nagilane Parente; KHAN, Ahmad Saeed; LIMA, Patrícia Verônica Pinheiro Sales. O Impacto do Pronaf sobre a Sustentabilidade da Agricultura Familiar, Geração de Emprego de Renda no Estado do Ceará. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 01, p. 129-156, jan/mar 2011

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 2001. 71p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society, London**, v. 167, n.4, p. 357-377, 2011

DRUMOND NETO, A. P. Tese de Doutorado (Produção Vegetal). 78f. 2017. **Qualidade fiscal e sensorial de grãos de *Coffea canephora* Pierre Ex. Froehner de diferentes ambientes**. Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, Alegre, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EQUIPE CONILON BRASIL. Novo protocolo de degustação de robustas é testado: Cafés capixabas obtiveram resultados animadores. **Revista Conilon Brasil**. Vitória, v.8, p. 10-11, 2011

EUGENIO, F. C.; PELUZIO, T. M. O.; PEREIRA, A. A. B.; SANTOS, A. R.; PELUZIO, J. B. E.; BRAGANÇA, R.; FIEDLER, N. C.; PAULA, E. N. S. O. Zoneamento agroclimatológico do *Coffea canephora* para o Espírito Santo mediante interpolação espacial. **Coffee Science**, v. 9, n. 3, p. 319-328, 2014.

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 and Biotechnology**, London, v. 69, n. 1, p. 161-169, 1994.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **Funcionamento do clorofiLOG**. Disponível em: <www.falker.com.br>. Acesso em: 24/07/2018.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2008. 33p. Disponível em:

https://www.falker.com.br/download.php?file_id=35 Acesso em: 22 setembro. 2018.

FERIA-MORALES, A. M. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. **Food Quality and Preference**, v. 13, p. 355-367, 2002.

FERRÃO, M. A. G. et al. Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética em *Coffea canephora* In: FERRÃO, R. G. et. al. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. Cap. 3, p. 65-91.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. 702
FERREIRA, W. P. M.; RIBEIRO, M. de F.; FERNANDES FILHO, E. I.; SOUZA, C. de F.; CASTRO, C. C. R. de. **As características térmicas das faces noruega e soalheira como fatores determinantes do clima para a cafeicultura de montanha**. Documentos - Embrapa Café, Brasília, v. 10, 34 p., 2012.

FERREIRA, A. D. et al. Desempenho agrônômico de seleções de café Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo de diferentes origens. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 48 n. 4, 2013.

FONSECA, A. S.; LIMA, J. S.S.; SILVA, S. A.; XAVIER, A. C.; DRUMOND NETO, A. P. Spatial variability of the productivity and the nutritional condition of coffee *canephora*. **Coffee Science**, v. 10, n. 4, p. 420 - 428, 2015.

FONSECA, A. S. Tese de Doutorado (Produção Vegetal). 121f. 2018. **Mapeamento do estado nutricional, produtividade e qualidade de bebida do café conilon**. Universidade Federal do Espírito Santo – Alegre - ES, 2018.

FREITAS, R. B. de et al. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 804-810, jul./ago. 2003.

HAAG HP. 1987. **A nutrição mineral e o ecossistema**. In: CASTRO, R. C. et al. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p. 49-69.

HENDRY, G.A. Plant pigments. In: LEA. P.J. e LEEGOOD, R.C.(Eds) **Plant biochemistry and molecular biology**. Great Britain, Bookcraft, 1993. p.181-196.

INCAPER - Instituto capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural –. **Tópicos Cafeicultura**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>> Acesso: 10/08/2018.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Robusta cupping protocols. PSCB** 123/10. Londres, Inglaterra. 2010. Disponível em: <<http://dev.ico.org/documents/pscb-123-e-robusta.pdf>>. Acesso em: 14 set.

2018.

JOËT, T. et al. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**. v. 118, p. 693- 701, 2010.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

LAVIOLA, B. G. et al. Partição de fotoassimilados entre folhas e frutos do cultivado em duas altitudes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais**. Brasília: Embrapa Café, 2007.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M.; NETO, A. P. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1521-1530, 2007.

LEAL, A. C. **Avaliação de espécies florestais para a arborização de cafeeiros no norte do Paraná: efeitos na produtividade e na proteção contra geadas e radiação**. 2004. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

LEROY, T. et al. Genetics of coffee quality. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v. 18, n. 1, p229-242, 2006.

Lima Filho OF de & Malavolta E (2003) Studies on mineral nutrition of the coffee plant (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho): LXIV. Remobilization and re-utilization of nitrogen and potassium by normal and deficient plants. **Brazilian Journal of Biology**, 63:481-490.

LIMA, J. S.; SILVA, S. A.; BERNARDES, P. M.; FONSECA, A. S.; PEREIRA, J. M. S. Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluvial mensal no estado do Espírito Santo. **Engenharia na Agricultura**, v. 24. n. 5, p. 393-405. 2016.

MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M.; LACERDA, J. S.; NEVES, Y. P.; PEDROSA, A. W. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, v. 61, p. 838-848, 2014.

MATIELLO, J. B. et al. Efeito da face de exposição do cafeeiro na produtividade e na qualidade dos frutos na região de Pirapora-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2004. p. 1-2.

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

MENEZES, H. C. **Variação de monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com a maturação do café**. Campinas, 1990. 120p. Tese (Doutor em tecnologia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas.

MINOLTA CAMERA Co., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 1989. 22p.

MOLIN, R. N. D.; ANDREOTTI, M.; REIS, A. R.; FURNALI JUNIOR, E.; BRAGA, G. C.; SHOLZ, M. B. S. Caracterização física e sensorial do café produzido nas condições topo climáticas de Jesuitas, Paraná. **Acta scientiarum Agronomia**. v. 30, n. 3, p. 353-358, 2008.

MORAIS, H. et al. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1131-1137, 2003.

Minas Gerais, Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 9, p. 3098–3108. 2016.

NICCHIO, J.L. 2016. Anuário Espírito Santo 2016, **Agronegócio**. A Gazeta. Disponível em: <http://especiais.gazetaonline.com.br/anuario/materia.php?id=Agronego%C3%B3cio>. Acesso em: 19/08/2018.

OHIOKPEHAI, O.; BRUMEN, G.; CLIFFORD, M. N. **The chlorogenic acids contend of some peculiar green coffee beans and implications for beverage quality**. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 10, Salvador, 1982. Resumos. Paris: ASIC, 1982. p. 177-185.

OLIVEIRA, R. B. Dissertação de Mestrado (Produção Vegetal). 129f. 2007. **Mapeamento e correlação de atributos do solo e de plantas de café conilon para fins de agricultura de precisão**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Alegre. 2007.

PEREIRA, R.G.F.A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e na qualidade do café** (Coffea arabica L.) “estritamente mole”. Lavras: UFLA, 1997. 96p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos)

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; J PEZZOPANE, J. E. M; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p.341-348, 2010.

PEZZOPANE, J. R. M; SIMÕES, M. M.; SOUZA, M. J. M.; PEZZOPANE, J. E. M. Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com noqueira macadâmia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1257-1263, 2010.

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; GIRANDA, R. N.; PEREIRA, R. R. G. F.; CARVALHO, V. D. Avaliação de componentes químicos de padrões de bebida para o preparo de café expresso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, p.826-829. 2002.

PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; PIRES, T.C.; PEREIRA, R.G.F.A.; CARVALHO, V.D. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.3, p.193-195, set./dez. 2001.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/ CEDAGRO, 2007. 305p.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. **Fisiologia do cafeeiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.26-40, 1985.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Fisiologia do cafeeiro**. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1986. p. 13-85.

RIBEIRO, L. R. et al. Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. **LWT - Food Science and Technology**. v. 82, p. 32, 38, 2017.

ROGERS, W. J.; MICHAUX, S.; BASTIN, M. BUCHELI, P. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in developing grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. **Plant Science**, v. 149 p. 115–123, 1999.

SANTOS, A. R. Dissertação de Mestrado (**Meteorologia Agrícola**). 62 p. 1999. Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, 1999.

SANTOS, E. S. M. **Perfil sensorial e aceitabilidade do consumidor para blends de bebidas de café preparadas com grãos arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* P.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2010.

SCAA - Specialty Coffee Association of America. Protocolo para análise sensorial de café - Metodologia SCAA. **SCAA Cupping Protocols**. Doc. 5. December, 2008. 13 p.

SCHOLZ, M. B. S. et al. Atributos sensoriais e características físico-químicas de bebida de cultivares de café do IAPAR. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 6-16, jan./mar. 2013.

SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1966. 61p

SILVA, A. S. de et al. Mapping the potential beverage quality of coffee produced in the Zona da Mata, Minas Gerais, Brazil. **J Sci Food Agric**, v. 96, p. 3098-3108, 2016.

SILVA, R. N. et al. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n.3, p. 337-341, dezembro de 2003.

SILVA, S. A.; QUEIROZ, D. M.; FERREIRA, W. P.; CORREA, P. C.; RUFINO, J. L. Mapping the potential beverage quality of coffee produced in the Zona da Mata, STURM, Gustavo Martins. **Qualidade física e sensorial de coffea canephora L. relacionadas à altitude, estágio de maturação e preparo pós-colheita**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

SILVA, S. A.; QUEROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; SANTOS, N. T. Coffee quality and its relationship with Brix degree and colorimetric information of coffee cherries. **Precision Agriculture**, v. 15, n.5, p. 543-554, 2014.

STURM, G. M. et al. Qualidade Sensorial de Café Conilon em Diferentes Altitudes. **Revista Enciclopédia Biosfera**, 2010. v. 6, p. 1–7.

TAIZ L; ZEIGER E. 2004. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Artmed. 720 p.

TANNER, B.D. **Automated weather stations.Remote Sensing Reviews**, v. 5, n. 1, p. 73-98. 1990.

TEIXEIRA, A. A. Classificação do café. In: **Anais do I Encontro sobre Produção de Café com Qualidade**. Viçosa, 1999. 259p.

THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. **Café arábica: cultura e técnicas de produção**. Campinas: IAC, 2000. 82p. (Boletim técnico, 187).

TORRE NETO, A. **Estudo e implementação de um sistema de monitoramento remoto de variáveis edafo-ambientais**. São Carlos, SP. 1995, 146 p. Tese de Doutorado, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP. 1995.

ULIANA, E.M.; REIS, E.F.; SILVA, J.G.F.; XAVIER, A.C. Precipitação mensal e anual provável para o estado do Espírito Santo. **Irriga**, Botucatu, v.18, n.1, p.139-147. 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA. Coffee: World Markets and Trade. **Foreign Agricultural Service** June 2017. Disponível em: . Acesso em: 05 jul. 2017.

VENÂNCIO, L.; P.; CUNHA, F. F.; MANTOVANI, E. C. Demanda hídrica do cafeeiro conilon irrigado por diferentes sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.10, nº.4, p. 767 - 776, 2016.

WASKOM, R.M.; WESTFALL, D.G.; SPELLMAN, D.E. e SOLTANPOUR, P.N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 27:545-560, 1996.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU: Ed. da Universidade de São Paulo, 1982. Temas de Biologia. vol. 30. 101 p.

WINTGENS, J. N. **Coffee**: growing, processing, sustainable production. Weinheim: [s.n.], 2004. 711 p.

ZAMBOLIM, L., VALE, F. X. R.; PEREIRA, A. A., CHAVES, G. M. Café (*Coffea arabica* L) – controle de doenças. In: **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. v. 1, Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999. 554p.