



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

ESTEFÂNIA PECEGUEIRO PRUDÊNCIO

**INFLUÊNCIA DA FERMENTAÇÃO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-
QUÍMICAS E SENSORIAIS DE CAFÉ CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex.
Froehner variedade Vitória)**

ALEGRE - ES
FEVEREIRO - 2017

ESTEFÂNIA PECEGUEIRO PRUDÊNCIO

**INFLUÊNCIA DA FERMENTAÇÃO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-
QUÍMICAS E SENSORIAIS DE CAFÉ CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex.
Froehner variedade Vitória)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. DSc. Luís César da Silva
Coorientadora: Prof^a. DSc. Jussara Moreira Coelho

ALEGRE - ES
FEVEREIRO - 2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

P971i Prudêncio, Estefânia Pecegueiro. 1992-
Influência da fermentação sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehner variedade Vitória) / Estefânia Pecegueiro Prudêncio. – 2017.
86 f. : il.

Orientador: Luís César da Silva.

Coorientadora: Jussara Moreira Coelho.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Café conilon – processamento. 2. Fermentação. 3. Café – Qualidade. 4. Café – Avaliação sensorial. 5. Leveduras. I. Silva, Luís César da. II. Coelho, Jussara Moreira. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 664

ESTEFÂNIA PECEGUEIRO PRUDÊNCIO

**INFLUÊNCIA DA FERMENTAÇÃO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-
QUÍMICAS E SENSORIAIS DE CAFÉ CONILON (*Coffea canephora*
Pierre ex. Froehner variedade Vitória)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2017.

Prof. Dr. Luís César da Silva

Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador

Profa. Dra. Jussara Moreira Coelho

Universidade Federal do Espírito Santo

Coorientadora

Prof. Dr. Sérgio Henriques Saraiva

Universidade Federal do Espírito Santo

Examinador

Prof. Dr. Aldemar Polonini Moreli

Instituto Federal do Espírito Santo

Examinador

Aos meus pais, Ivanair Silva Pecegueiro e
Celmi Prudêncio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me guiado, iluminado e agraciado com sabedoria, discernimento na companhia diária. Também, por ter concedido a oportunidade de estudar, crescer como profissional e ser humano.

Aos meus pais, Ivanair Silva Pecegueiro Prudêncio e Celmi Prudêncio, por todo apoio, confiança, amor, respeito, admiração e pelos conselhos. Por ter moldado o ser humano que hoje sou, mais belo por dentro e por fora. Simplesmente amo vocês e sem vocês nada seria possível. À minha irmã, Yara Pecegueiro Prudêncio, pela amizade, carinho e apoio.

Ao meu namorado, Diêgo dos Santos Guimarães, pela compreensão, apoio e companheirismo. Sei que sem seu ombro amigo, carinho e amor não teria conseguido alcançar meus objetivos. Além disso, agradeço a ajuda na execução deste trabalho.

Ao meu orientador Luís César da Silva, pela paciência e pelos ensinamentos durante estes dois anos de trabalho.

À minha coorientadora Jussara Moreira Coelho, pelos ensinamentos, pela dedicação e ajuda nas horas em que precisei.

Ao professor Sérgio Henriques Saraiva, pela paciência, ajuda e ensinamentos.

Aos funcionários, Amanda, Francielli, Gustavo e Edvana, pela colaboração, cooperação e incentivo.

Ao produtor de café Sr. Júlio, pelo fornecimento dos frutos de café e disponibilidade para me atender.

Aos degustadores Talles da Silva Souza e Tássio da Silva Souza, pela disponibilidade em realizar as análises sensoriais.

À Cooperativa Cafesul, por ter cedido espaço para a análise sensorial do café.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, da Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao professor Alexandre dos Santos Anastácio, pela disponibilidade e auxílio na condução de algumas análises laboratoriais.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, na pessoa do professor José Francisco Lopes, da técnica Ayanna Lima, pela concessão do uso do Laboratório de Classificação e Degustação de Café, para realização da classificação física do café.

Ao professor Aldemar Polonini Moreli pelo auxílio e por ter aceito participar da banca examinadora deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado durante dois anos.

À Letícia do Santos pela ajuda no trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

RESUMO

PRUDÊNCIO, Estefânia Pecegueiro. **Influência da fermentação sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehner variedade Vitória)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientador: Prof. Dr. Luís César da Silva, Coorientadora: Prof.^a Dr.^a. Jussara Moreira Coelho.

O café é uma *commodity* de importância econômica, em que a qualidade é relevante na comercialização do grão cru. As formas de condução da colheita, processamento e beneficiamento são importantes para a obtenção de uma bebida de qualidade. O café pode ser preparado por via seca, via semiseca e via úmida. No processamento via úmida, além da fermentação natural, podem-se adicionar enzimas ou inóculos para realizar a degomagem. Porém, deve-se ater às influências da fermentação induzida nas características do grão. Desse modo, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência da fermentação induzida nas propriedades físico-químicas e sensoriais do café conilon. Os frutos de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehner), variedade Vitória, foram colhidos por derriça total e selecionados em estágio de maturação tipo cereja. O experimento foi conduzido em duas fases. Na primeira fase, empregando um delineamento fatorial, as amostras de frutos de café sanitizados e descascados foram adicionadas três inóculos: *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces bruxellensis* trois e *Saccharomyces bayanus*, nas concentrações 0,00; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20% m m⁻¹. Na segunda fase, foram comparadas as seguintes seis formas de processamento: via seca, via semiseca, via úmida, via semissólida via seca tradicional praticada pelo produtor e via úmida com adição das leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces bruxellensis* trois, *Saccharomyces bayanus* na concentração 0,20% m m⁻¹. As propriedades físico-químicas avaliadas, em ambas as fases, foram umidade, pH, acidez titulável total, atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, cor, açúcar total e redutor, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Amostras beneficiadas da primeira e da segunda fase foram classificadas segundo tipo, peneira e bebida. Para primeira fase do experimento, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para as propriedades físico-químicas umidade, pH, acidez titulável total, atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, açúcar total e redutor, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Porém, verificou-se diferença significativa de cor nas coordenadas L*, a* e b*. As classificações por tipo, peneira e bebida não diferiram entre os tratamentos estudados. Para segunda fase, as propriedades físico-químicas umidade, pH, acidez titulável total, atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, açúcar total e redutor, condutividade elétrica e lixiviação de potássio não diferiram. Porém, a análise de cor e as classificações por tipo, por peneira e sensorial diferiram entre as formas de processamento pós-colheita. A classificação por bebida demonstrou que o café fermentado com emprego de inóculos apresentou sabor e aroma distintos.

Palavras-chave: processamento, fermentação induzida, levedura, qualidade do café.

ABSTRACT

PRUDÊNCIO, Estefânia Pecegueiro. **Influence of fermentation on the physical-chemical and sensorial properties of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner variety Vitória)**. 2017. Dissertation (Master's degree in Food Science and Technology) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Advisor: Prof. Dr. Luís César da Silva, Co-Advisor: Prof.^a. Dr^a. Jussara Moreira Coelho.

Coffee is a commodity of economic importance, which the quality of green coffee beans is relevant in the commercialization. The harvesting and processing forms impact cupping quality. Coffee can be prepared by the dry, semi-dry and wet processes. In wet processing, besides the natural fermentation, enzymes or inocula can be added to carry out the degumming. However, the influences of the fermentation induced need to be verified in the characteristics of the grain. Thus, this work was carried out with the objective of evaluating the influence of the induced fermentation on the physicochemical and sensorial properties of conilon coffee. Fruits of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehner), variety Vitória, were manual strip harvested and the ripe cherries were selected. The experiment was carried out in two phases. In the first phase, using a factorial design, samples of coffee fruits were sanitized, peeled and inoculated with three inocula: *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus*, and *Brettanomyces bruxellensis* *trois*, at concentrations of 0,00, 0,05, 0,10, 0,15 and 0,20% m m⁻¹. In the second phase, six preparing forms were compared: dry, semi-dry, wet, semi-solid, dry realized by farmer, and wet with addition of *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus*, and *Brettanomyces bruxellensis* *trois*, at concentration of 0,20% m m⁻¹. The physicochemical properties evaluated in both phases were moisture, pH, total titratable acidity, antioxidant activity, total phenolic compounds, color, total and reducing sugars, electrical conductivity and potassium leaching. Samples obtained from the first and second phases were classified according to type, sieve and cupping. For the first phase of the experiment, there were no significant differences among the treatments for the physicochemical properties of moisture, pH, total titratable acidity, antioxidant activity, total phenolic compounds, total and reducing sugars, electrical conductivity and potassium leaching. However, there was a significant color difference in the coordinates L*, a* and b*. Classifications by type, sieve and cupping did not differ among studied treatments. For the second phase, the physicochemical properties of moisture, pH, total titratable acidity, antioxidant activity, total phenolic compounds, total and reducing sugars, electrical conductivity and potassium leaching did not differ statistically. However, color analysis and sorting by type, sieve and sensory differed. The coffee cupping showed that the wet processing using inoculant provided distinctive taste and aroma.

Key words: processing, induced fermentation, yeast, coffee quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos do fatorial com seus respectivos níveis de cada fator.	36
Tabela 2 - Médias e desvio padrão das variáveis umidade, pH, acidez titulável total, atividade antioxidante (AT) e compostos fenólicos para grãos de café conilon Variedade Vitória.	47
Tabela 3 - Teste de Tukey para os valores encontrados para as coordenadas L*, a* e b* para grãos torrados.	48
Tabela 4 - Médias das coordenadas de cor L*, a* e b* dos tratamentos do fatorial. .	49
Tabela 5 - Médias e desvio padrão para açúcar redutor e total (% base seca) para o grão de café cru e torrado.	50
Tabela 6 - Médias e desvio padrão para condutividade elétrica e de lixiviação de potássio.	51
Tabela 7 - Classificação por tipo e as médias e desvio padrão para cata, diâmetro e nota sensorial, e classificação da bebida para o café conilon submetido a degomagem biológica com inóculos em concentrações variadas.	53
Tabela 8 - Percentual de café retido durante a classificação por peneira.	54
Tabela 9 - Valores médios para o teor de umidade, pH e a acidez titulável total em relação para tratamentos avaliados.	56
Tabela 10 - Valores médios para atividade antioxidante (AT) ABTS e DPPH e para compostos fenólicos totais.	57
Tabela 11 - Valores médios para os teores de açúcar redutor e total (% base seca) em grãos de café cru e torrado.	59
Tabela 12 - Valores médios das coordenadas L*, a* e b*.	60
Tabela 13 - Valores médios da condutividade elétrica e lixiviação de potássio para as diferentes formas de processamento.	61
Tabela 14 - Classificação por tipo e as médias cata (%), diâmetro médio, nota sensorial e classificação em relação a bebida para os diferentes processamentos.	62
Tabela 15 - Classificação por peneira do café conilon variedade Vitória processado em diferentes formas de processamento pós-colheita.	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estruturas morfológicas do cafeeiro: a) <i>Coffea arabica</i> L. e b) <i>Coffea canephora</i> Pierre.....	18
Figura 2 - Corte longitudinal de fruto de café maduro.	19
Figura 3 - Formato de café: a) grão chato e b) grão moca.	29
Figura 4 - Fluxograma do processamento de café conilon, variedade Vitória, utilizados neste experimento.....	35
Figura 5 - Perfil sensorial para classificação por bebida em diferentes formas de processamento pós-colheita.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição química dos grãos dos cafés arábica e conilon.	21
Quadro 2 - Classificação do café por peneira	30
Quadro 3 - Classificação da bebida pelo Protocolo de Degustação do Robusta Fino.	32
Quadro 4 - Classificação da bebida do café conilon de acordo com ICQ.	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 CAFÉ.....	18
3.1.1 <i>Coffea canephora</i>	20
3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAFÉ.....	21
3.3 MICROBIOTA DOS FRUTOS DE CAFÉ.....	22
3.4 PROCESSAMENTO DO CAFÉ.....	23
3.4.1 Colheita	23
3.4.2 Processamento pós-colheita	24
3.4.2.1 Processamento via seca	24
3.4.2.2 Processamento via semiseca	24
3.4.2.3 Processamento via úmida	24
3.4.3 Secagem	26
3.4.4 Torrefação	27
3.5 QUALIDADE DO CAFÉ.....	27
3.5.1 Classificação do café	28
3.5.1.1 Classificação por tipo	28
3.5.1.2 Classificação por peneira	29
3.5.1.3 Classificação por bebida	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 PROCESSAMENTO DO CAFÉ CONILON	33
4.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	37
4.3.1 Umidade	37
4.3.2 pH	37
4.3.3 Acidez titulável total	37
4.3.4 Açúcar redutor	38
4.3.5 Açúcar total	39
4.3.6 Atividade antioxidante pela técnica de captura do radical ABTS	39

4.3.7 Atividade antioxidante pela captura dos radicais livres DPPH	40
4.3.8 Compostos fenólicos	41
4.3.9 Análise de cor	41
4.3.10 Condutividade elétrica	41
4.3.11 Lixiviação de potássio	42
4.3.12 Classificação em relação ao tipo	42
4.3.13 Classificação por peneira	42
4.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO CAFÉ PROCESSADO POR VIA ÚMIDA COM EMPREGO DE INÓCULOS	45
5.1.1 Umidade, pH, acidez titulável total, compostos antioxidantes e fenólicos	45
5.1.2 Parâmetros de análise de cor.....	48
5.1.3 Açúcar total e redutor	50
5.1.4 Testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio	51
5.1.5 Classificação - tipo, peneira e bebida.....	52
5.1.6 Seleção de inóculo e concentração.....	55
5.2 ANÁLISE DAS FORMAS DE PROCESSAMENTO PÓS-COLHEITA VIA ÚMIDA SEM ADIÇÃO DE INÓCULO, VIA SECA, VIA SEMISSECA, VIA ÚMIDA COM ADIÇÃO DE INÓCULO, FERMENTAÇÃO SEMISSÓLIDA E VIA SECA PRODUTOR	55
5.2.1 Umidade, pH e acidez titulável	55
5.2.2 Compostos fenólicos e antioxidante	57
5.2.3 Quantificação de açúcares	58
5.2.4 Análise colorimétrica do café.....	59
5.2.5 Lixiviação de potássio e condutividade elétrica	60
5.2.6 Classificação – tipo, peneira e bebida.....	61
6 CONCLUSÃO	66
7 REFERÊNCIAS.....	67
ANEXO A -Tabela de Equivalência de Defeitos e Classificação por tipo.....	84
ANEXO B - Ficha de avaliação sensorial.....	85

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura tem importância na economia mundial, pois o café beneficiado está entre as *commodities* mais comercializadas (MUSSATO *et al.*, 2011), e está associado à geração de emprego e renda. Nesse contexto, segundo a Organização Internacional do Café (ICO), os principais países produtores são Brasil, Vietnã e Colômbia (SINDICAFÉ-MG, 2016).

Dentre as espécies de café, a *Coffea arabica* e a *Coffea canephora* são as que apresentam maior importância econômica (MUSSATO *et al.*, 2011) e dessas espécies originam os cafés denominados arábica e conilon ou robusta, respectivamente. O Brasil apresenta como maior produtor do café arábica, e dentre os estados Espírito Santo é o maior produtor de café conilon.

O valor comercial do café beneficiado está vinculado ao padrão de qualidade definido segundo a uniformidade de tamanho, cor e bebida. Desse modo, tecnologias para o aprimoramento da qualidade do café beneficiado e industrializado são demandadas visando, alcançar uma maior rentabilidade. A Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA) relata que somente 12,0% dos cafés comercializados no mundo são cafés especiais. Os cafés especiais apresentam características sensoriais distintas em relação aos cafés tradicionais (CAFÉ TOLEDO, 2016), o que está associado a adoção de tecnologias apropriadas de cultivo, processamento e beneficiamento.

As tecnologias de processamento dos frutos de café são denominadas via seca, semiseca e úmida. No processamento via seca, os frutos de café depois de lavados seguem diretamente para a secagem em terreiro ou secadores (SILVA, 2008; VILELA, 2009). No processamento por via semiseca, a casca e a polpa dos frutos são removidas após a lavagem e em sequência são secos (WINTGENS, 2004). E por fim, o preparo por via úmida consiste na remoção da casca, polpa e mucilagem dos frutos de café antes da secagem (WINTGENS, 2004; SILVA, 2008; VILELA, 2009).

A remoção da mucilagem pode ser executada por meio mecânico ou fermentativo, sendo o último o mais empregado (DIAS; BARROS, 1993). O processo fermentativo consiste na imersão dos frutos descascados em água por um período de 12,0 a 48,0 horas. Dessa forma, ocorre a atuação de enzimas, como poligalacturonase,

pectinametilesterase e pectinaliase de microrganismos pectinolíticos, que degradam a mucilagem. Terminada essa operação, realiza-se a secagem.

Estudos tem demonstrado que o uso de inóculos tem propiciado o aumento de notas sensoriais da bebida café. Dessa forma, este trabalho foi conduzido para avaliar os benefícios do emprego dos inóculos *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces bruxellensis* e *Saccharomyces bayanus* como agentes na degomagem do café conilon variedade Vitória.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a influência da fermentação, empregando os inóculos *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces bruxellensis* trois e *Saccharomyces bayanus*, nas características físico-químicas e sensoriais do café conilon variedade Vitória.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Comparar as características físico-químicas de amostras de café conilon variedade Vitória beneficiado processadas por via seca, semisseca, úmida e úmida empregando os inóculos *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces bruxellensis* trois e *Saccharomyces bayanus*.
- b) Verificar o melhor inóculo bem como sua concentração para maior acentuação de sabores e aromas da bebida de café conilon variedade Vitória.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CAFÉ

A planta do café pertence à família *Rubiaceae* e ao gênero *Coffea* (BUTT; SULTAN, 2011), que possui em torno de 103 espécies (BICHO *et al.*, 2011). No entanto, apenas as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre (Figura 1) possuem impacto na economia mundial (THOMPSON; MILLER; LOPES, 2001; SCHWAN; WHEALS, 2003; BICHO *et al.*, 2011).

Frutos de café arábica apresentam forma oval e é necessário em torno de seis a oito meses para que ocorra o amadurecimento (BICHO *et al.*, 2011). A bebida do café arábica tem como característica sabor suave e aromas finos (ROSSETTI, 2007; CAFÉ DAMASCO, 2008). As principais variedades de café arábica produzidas no mundo são Acaiá, Amarella, Bourbon, Catuai, Caturra, Laurina, Kent, Maragogype, Mokka, Typica, Mundo Novo, San Ramon, Sumatra e Blue Mountain (BICHO *et al.*, 2011).

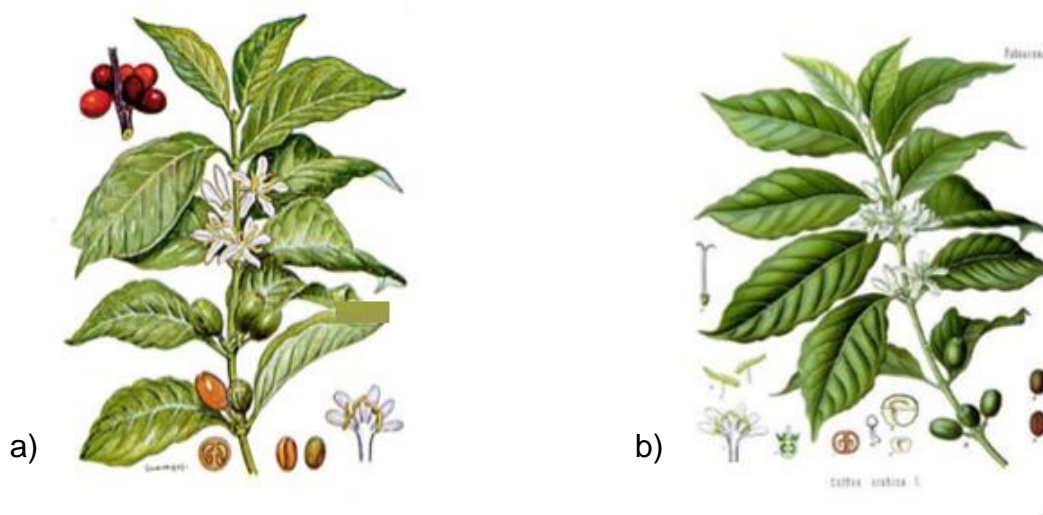


Figura 1 - Estruturas morfológicas do cafeeiro: a) *Coffea arabica* L. e b) *Coffea canephora* Pierre.

Fonte: Adaptado de RODRIGUES (2014).

O cafeeiro é um arbusto com altura média de 10,0 metros para *Coffea arabica* e de 15,0 metros para *Coffea canephora* em estado selvagem. Normalmente, atingem dois a três metros de altura em cafezal, devido à poda realizada periodicamente

(BICHO *et al.*, 2011). A vida útil produtiva dessas plantas varia de 20 a 25 anos, a depender de tratos agrícolas adequados (BANKS *et al.*, 2000).

O fruto do café é constituído por casca, polpa, mucilagem, pergaminho, película prateada e sementes (Figura 2) (BORÉM, 2008; BICHO *et al.*, 2011; ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012). A mucilagem é composta de 84,2% de água, 8,9% de proteína, 4,1% de açúcares, 0,91% de substâncias pécnicas e 0,7% de minerais (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012). Normalmente, a mucilagem é incolor, porém se exposta ao ar toma tonalidade amarronzada devido à ação enzimática (AMORIM; AMORIM, 1977). Segundo Arunga (1982), a formação da mucilagem ocorre quando o café está praticamente maduro.

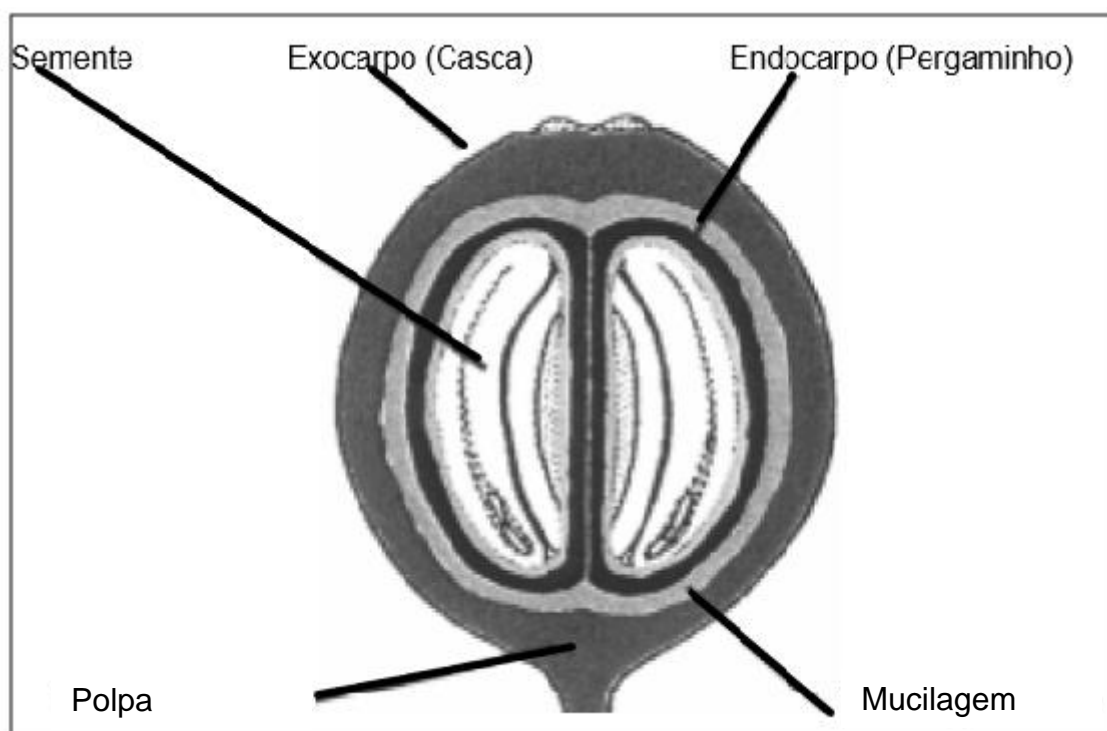


Figura 2 - Corte longitudinal de fruto de café maduro.

Fonte: Adaptado de AVALLONE (2000).

A casca do café (exocarpo) apresenta coloração verde e após maturação de amarela a vermelha. A polpa e a mucilagem correspondem ao mesocarpo. A polpa é levemente amarelada, fibrosa e de caráter doce. Enquanto, a mucilagem é translúcida, rica em água e permanece aderida à semente mesmo após o despulpamento (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012). O endocarpo é o pergaminho que possui coloração amarelada. O tegumento é a película prateada (BICHO *et al.*, 2011). As sementes ou

os grãos podem apresentar os formatos plano-convexas, elípticas ou ovais com um corte longitudinal localizado no centro de cada semente (BORÉM, 2008). O tamanho médio dos grãos é em torno de 13,84 a 20,44 milímetros para o comprimento (AGUIAR *et al.*, 2005), seis a sete milímetros para largura e três a quatro milímetros de espessura. As sementes do *Coffea arabica* apresentam coloração azul-esverdeada e as do *Coffea canephora* é amarelo pálido (BICHO *et al.*, 2011).

3.1.1 *Coffea canephora*

A espécie de café *Coffea canephora* é originária das regiões tropicais e de baixa altitude do continente africano (FERNANDES *et al.*, 2003). Em termos geográficos, é produzida na faixa ocidental, centro-tropical e subtropical no continente africano, ou seja, desde a Guiné até a República Democrática do Congo (AGUIAR *et al.*, 2005). Os principais países produtores são Brasil, Vietnã, Colômbia e Indonésia (ICO, 2017). No Brasil, os principais estados produtores do café conilon ou robusta são Espírito Santo, Rondônia e Bahia (CONAB, 2017).

O cafeeiro *Coffea canephora*, normalmente, é mais tolerante a seca e a doenças quando comparado ao *Coffea arabica* (FAZUOLI *et al.*, 2007). Essa espécie possui 22 cromossomos (BICHO *et al.*, 2011) e é recomendado no Brasil o cultivo em altitudes menores que 450 metros (CEPLAC, 2017). O fruto de café *Coffea canephora* possui formato arredondado e o amadurecimento dos frutos dá-se de nove a onze meses após a fecundação (BICHO *et al.*, 2011).

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) tem promovido modificações genéticas no café conilon no estado do Espírito Santo, visando o fornecimento de tecnologia para a produção racional de café. As variedades desenvolvidas foram EMCAPA 8111, EMCAPA 8121, EMCAPA 8131, EMCAPA 8141 Robustão Capixaba, EMCAPER 8151 Robusta Tropical e Vitória INCAPER 8142 (INCAPER, 2017).

A variedade Vitória Incaper 8142 possui o agrupamento de 13 clones, sendo plantada em linhas. No talhão da lavoura deve-se plantar cada clone em uma linha, para facilitar a fecundação entre os diferentes clones (INCAPER, 2017).

3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAFÉ

A constituição química dos grãos de café, Quadro 1, está relacionada às condições climáticas, fatores genéticos, espécie e variedade, fertilidade do solo, tratamentos culturais e manejos pré e pós-colheita (ABRAHÃO *et al.*, 2008; BICHO *et al.*, 2011).

O grão de café é constituído por componentes voláteis e não-voláteis, como ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, ácidos graxos, trigonelina, fenóis, cafeína e enzimas (CLARKE; MACRAE, 1985; FRANCA *et al.*, 2005a,b).

Quadro 1 - Composição química dos grãos dos cafés arábica e conilon.

Constituintes	Concentração (g 100 g ⁻¹ de café)	
	<i>Coffea arabica</i> L.	<i>Coffea canephora</i> Pierre
Polissacarídeos	34,0 a 44,0	48 a 55
Proteínas	10,0 a 11,0	11,0 a 15,0
Aminoácidos livres	0,5	0,8 a 1,0
Cafeína	0,9 a 1,3	1,5 a 2,5
Trigonelina	0,6 a 2,0	0,6 a 0,7
Lipídeos	15,0 a 17,0	7,0 a 10,0
Minerais	3,0 a 4,2	4,4 a 4,5
Ácidos clorogênicos	4,1 a 7,9	6,1 a 11,3

Fonte: Adaptado de FARAH *et al.* (2012).

A trigonelina é um alcaloide derivado da niacina. Durante a torrefação ocorre a degradação da trigonelina em vitamina B5, piridinas e pirróis (FARAH *et al.*, 2012) e a produção de compostos aromáticos responsáveis pelo sabor e aroma do café torrado.

Os grãos de café são fontes de compostos fenólicos, como os ácidos clorogênicos (SOARES, 2002), de grande importância na atividade antioxidante do café. Estes ácidos são obtidos pelo processo de esterificação dos ácidos cafeico, ferúlico e quínico. Os principais ácidos clorogênicos são os ácidos cafeoilquínicos, feruloilquínicos (FQA), dicafeoilquínicos, p-cumaroilquínicos e cafeoil-feruloilquínico. Porém, o ácido 5-O-cafeoilquínico é o mais preponderante no café (FARAH *et al.*, 2012).

O teor de proteínas no café é importante, pois está vinculado a formação de compostos responsáveis pelo sabor e aroma durante a torra e participa da reação de Maillard (MACRAE, 1985; ARNOLD *et al.*, 1994; REINECCIUS, 1995; LUDWIG *et al.*, 2000). As enzimas, envolvidas no metabolismo, atuam sobre os componentes do café, alterando a qualidade da bebida (AMORIM, 1978).

Os principais minerais encontrados no café são cálcio, potássio, magnésio, sódio, fósforo, cobalto, cromo, cobre, ferro, manganês e zinco (CAMPOS, 1978; CUNHA; CUNHA, 1998; OLIVEIRA; MARCHINI, 1998).

Segundo Hoffmann *et al.* (2011), a molécula de cafeína foi isolada no café em 1820 e trata-se de uma metilxantina (CANO-MARQUINA; TARÍN; CANO, 2013), ou seja, é originada da purina (CUNHA, 2010). A quantidade de cafeína no café arábica e conilon são em torno de 1,3% e 2,5%, respectivamente (MAZZAFERA; SILVAROLLA, 2010).

3.3 MICROBIOTA DOS FRUTOS DE CAFÉ

A microbiota dos frutos de café, dentre outros fatores, depende das condições ambientais, local de cultivo, variedade e forma de processamento de café. Em relação à forma de processamento pós-colheita, as vias úmida e seca propiciam maiores condições de proliferação e exposição a leveduras, fungos e bactérias (SILVA *et al.*, 2003).

Em 1946, Perderson e Breed observaram a presença das bactérias lácticas *Leuconostoc* e *Lactobacillus* na fermentação do café processado por via seca. Agate e Bhat (1966), ao estudar a degradação da mucilagem por leveduras pectinolíticas, observaram a presença das leveduras *Kluyveromyces*, *Saccharomyces marxianus*, *S. bayanus*, *S. cerevisiae*. Ao estudar fermentação do café sob aspectos microbiológicos e bioquímicos, Avallone *et al.* (2001) constataram a presença das leveduras *Kloeckera apiculata*, *Candida guilliermondii* e *Cryptococcus albidus*.

Frank, Lum e Cruz (1965) ao estudarem a microbiota de frutos de café arábica despulpados, constataram a presença de bactérias gram-negativas que são capazes de fermentar a lactose, dentre as quais destacaram-se as espécies *Erwinia*, *Paracolobactrum* e *Escherichia*. Ao estudar a flora da fermentação do café robusta, Pee e Castelein (1971) identificaram os microrganismos *Candida guilliermondii*, *C.*

parapsilopsis, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis famata*, *S. marxianus*, *C. tropicalis*, *Rhodotorula* e *C. pelliculosa*.

Silva *et al.* (2000) estudaram amostras de café arábica de fazendas do estado de Minas Gerais ao longo de dois anos e observaram grande número de bactérias e leveduras ao longo do processo de fermentação do café. Os gêneros mais encontrados foram *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Lactobacillus* e *Bacillus* para as bactérias e para as leveduras *Pichia*, *Candida* e *Arxula*.

O estudo realizado por Vilela *et al.* (2010) analisou a população microbiana presente em café arábica. Os gêneros *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter agglomerans*, *Bacillus cereus* e *Klebsiella pneumoniae* foram os mais encontrados para bactérias e em relação às leveduras foram encontrados *Pichia anomala*, *Torulasporea delbrueckii* e *Rhodotorula mucilaginosa* após 120,0 horas de fermentação. Além disso, ao iniciar a fermentação, os autores observaram que *Aspergillus* foi o gênero predominante.

3.4 PROCESSAMENTO DO CAFÉ

Para a obtenção da bebida café com qualidade é necessário o processamento adequado (WILBAUX, 1963; CORADI *et al.*, 2007). O processamento do café compreende as etapas de colheita, pós-colheita e beneficiamento (VILELA, 2009; TOSTA, 2014). O objetivo do processamento é separar os grãos da casca, polpa e película prateada, além da redução do teor de água para valores entre 10,0% e 12,0% b.u. (NASCIMENTO *et al.*, 2008). Para a obtenção da bebida café é necessário incluir as etapas correspondentes à torrefação e moagem (RODRIGUES, 2014).

3.4.1 Colheita

A colheita do café conilon é realizada por derriça no pano ou derriça na peneira (FERRÃO *et al.*, 2012). Quando a lavoura tiver 80% a 90% dos frutos de café maduro deve-se iniciar a colheita (MARCOLAN *et al.*, 2009). O café é derriçado manualmente e realiza a remoção de galhos e folhas (FERRÃO *et al.*, 2012).

3.4.2 Processamento pós-colheita

A forma de processamento pós-colheita do café impacta nas características sensoriais da bebida e, normalmente, empregadas no Brasil são os preparos por via seca, via úmida e via semiseca (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012).

Borém (2008) relata que a relação custo/benefício, legislação ambiental e qualidade desejada são fatores ponderados na escolha da forma de processamento. Além disso, a quantidade produzida também influencia na escolha da forma de processamento (WINTGENS, 2004).

3.4.2.1 Processamento via seca

O fruto de café inteiro, após a colheita e remoção das folhas, terra, gravetos, é submetido à secagem, normalmente, em terreiro exposto à radiação solar. A umidade final do produto é em torno de 12,0% b.u. (VILLELA, 2009).

3.4.2.2 Processamento via semiseca

No processamento via semiseca, os frutos de café são colhidos, remove-se a casca com auxílio de um descascador e em sequência são conduzidos a secagem. O café originado é chamado de café cereja descascado. Com o descascamento dos frutos de café, o tempo de secagem será menor (EL HALAL, 2008).

3.4.2.3 Processamento via úmida

O preparo por via úmida consiste na remoção da casca, da polpa e da mucilagem do café (WINTGENS, 2004; SILVA, 2008; VILELA, 2009). A mucilagem é removida por meio mecânico e, ou fermentação, sendo o último mais empregado (DIAS; BARROS, 1993).

Durante a fermentação, ocorrem reações de hidrólise dos compostos pécnicos, açúcares e celulose, o que facilita a remoção da mucilagem pela ação de microrganismos presentes no fruto de café (CUELLAR, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2009; SILVA, *et al.*, 2013). Esse processo consiste na imersão dos frutos de café despulpados em água, sendo necessário de 3,0 a 5,0 litros de água por cada litro do fruto de café, durante 24,0 horas. Transcorrido esse tempo, os grãos seguem para secagem (RIBEIRO *et al.*, 2009; SILVA, *et al.*, 2013). O tempo de fermentação pode

variar de 12,0 a 48,0 horas (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012), porém pode ser reduzido com uso de enzimas (PIMENTA, 2003). Após a fermentação os grãos de café se apresentam ásperos (AVALLONE *et al.*, 2001; ICO, 2008), devido à ausência da mucilagem.

Os microrganismos pectinolíticos empregados na fermentação do café podem ser (i) bactérias – *Bacillus cereus*, *Staphylococcus* sp., (ii) fungos - *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., ou (iii) leveduras – *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus*, (ANGÉLICO, 2008; VILELA, 2009). Com a multiplicação dos microrganismos citados ocorre a metabolização de enzimas que degradam a pectina presente na mucilagem (AGATE; BHAT, 1966; SILVA *et al.*, 2013).

As enzimas poligalacturonase, pectinálise e pectinametilesterase são as principais envolvidas neste processo. A poligalacturonase promove a hidrólise da ligação α -1,4 na pectina, a pectinálise atua durante a quebra da pectina eliminando os ácidos galacturônicos insaturados e a pectinametilesterase promove a desmetoxilação da pectina formando ácido péctico e metanol (SILVA *et al.*, 2013).

O processamento via úmida proporciona melhor preservação das qualidades intrínsecas do café e a obtenção de lotes mais homogêneos e com menor número de defeitos. Além disso, o produto final apresenta melhor qualidade em relação aos preparados por via seca e semisseca (ICO, 2008).

Os cafés da Colômbia, México e Quênia são processados por via úmida, o que normalmente propicia a obtenção de bebida suave (CORTEZ, 1993). O processamento via úmida tem por vantagens a redução da quantidade de produto a ser seco, do tempo de secagem e dos gastos energéticos (BICUDO, 1962; BRANDO, 1999; VILLELA, 2002; SILVA, 2003; BORÉM, 2004), proporciona maior uniformidade e redução na multiplicação de microrganismos, assim como, proporciona maior controle na qualidade do grão de café (RIBEIRO *et al.*, 2009).

No processamento por via úmida, com adição de culturas inicializadoras, ocorre à redução do tempo de remoção da mucilagem (SCHWAN; WHEALS, 2003).

Alguns microrganismos presentes em frutos de café, como *Debaryomyces hansenii* e *Pichia guilliermondii*, produzem enzimas que degradam a mucilagem (SILVA *et al.*, 2008). A produção de pectinase por leveduras foi estudada por Masoud e Jespersen (2006). Os autores empregaram as espécies *Pichia anomala*, *Pichia kluyveri* e *Hanseniaspora uvarum* que foram isoladas de café arábica despulpado. No

resultado encontrado, observaram que houve a produção da enzima poligalacturonase em grande quantidade pelas leveduras *Pichia anomala* e *Pichia kluyveri*, o que representa a participação desta enzima no processo de degomagem do café.

Silva *et al.* (2013) utilizaram cepas de *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Candida parapsilosis*, *Pichia caribbica*, *Pichia guilliermondii* e *Saccharomyces cerevisiae* isoladas do café arábica para verificar o desempenho na fermentação induzida, e observaram que todos os inóculos estudados são promissores na degomagem de café.

Além de acelerar o processo, o uso de culturas inicializadoras pode inibir a multiplicação microbiana indesejável. As leveduras *Pichia anomala* e *Pichia kluyveri*, que ocorrem na fermentação do café foram capazes de inibir o crescimento do fungo *Aspergillus ochraceus* (MASOUD; KALTOFT, 2006), que metaboliza a micotoxina ocratoxina.

3.4.3 Secagem

A secagem pode ser realizada em terreiro, secador ou pela combinação do terreiro e secador. Os fatores climáticos, infraestrutura e custo são critérios para escolha do método a ser utilizado (CORADI *et al.*, 2007).

O método de secagem em terreiro é o mais utilizado, sendo extremamente dependente das condições climáticas (GIRANDA, 1998; PIMENTA, 2001; CÔRREA *et al.*, 2002). Para garantir a segurança microbiológica e a boa qualidade sensorial do produto final seco em terreiro é necessário o planejamento na construção e o emprego de técnicas adequadas e corretas (BORÉM, 2004; BATISTA, 2005).

Ao empregar secadores, normalmente, é possível controlar a temperatura e a intensidade do fluxo do ar de secagem. Assim, a taxa e a eficiência da secagem são influenciadas de maneira positiva, a fim de promover uma secagem uniforme e com menores danos provocados no grão de café (AFONSO JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA, *et al.*, 2001; RIBEIRO, 2003). A secagem em secador é uma técnica com custo elevado (CORRÊA, 1982; SIVETZ, DESROSIER, 1979a; SOUZA, 2000; REINATO, 2002), o que inviabiliza o seu emprego, devido à necessidade de investimentos em maquinários e fontes de energia.

3.4.4 Torrefação

Na torrefação são formados os compostos relacionados ao sabor e ao aroma da bebida café (ABRAHÃO *et al.*, 2008). Durante a torrefação, a temperatura do produto aumenta gradativamente até atingir a temperatura ótima. Nesse processo, o café é aquecido e ao final é resfriado com emprego de ar a temperatura ambiente. A temperatura de torra varia de 180,0°C a 230,0°C e o tempo de 12 a 15 minutos (BICHO *et al.*, 2011).

Durante a torrefação ocorrem transformações nos grãos de café, como: aumento do volume, mudança na cor, redução da massa devido à perda de água e compostos voláteis, perda da película prateada, liberação de compostos e óleos aromáticos e reações químicas (BICHO *et al.*, 2011).

Há três formas de torra: leve ou clara, média e a escura ou alta (BANK *et al.*, 2000). A torra clara conserva os óleos aromáticos, assim o aroma e o sabor resultantes são suaves, com menor amargor e acidez acentuada (BICHO *et al.*, 2011), normalmente é utilizada para café arábica (BANK *et al.*, 2000). A torra média preferida nos Estados Unidos e Reino Unido, promove sabor e aroma acentuados (BICHO *et al.*, 2011; FARAH *et al.*, 2012). Já a torra escura, popular em alguns países da Europa e no Brasil (FARAH *et al.*, 2012), proporciona uma bebida com pouco sabor devido à perda de óleos aromáticos (BICHO *et al.*, 2011). Normalmente, para o café conilon, emprega-se a torra média ou escura (BANK *et al.*, 2000).

3.5 QUALIDADE DO CAFÉ

Um café com qualidade proporciona uma bebida com sabor e aroma adequados, com corpo e com acidez (BORÉM, 2004). Além disso, deve apresentar poucos defeitos, coloração homogênea e ter as condições higiênico-sanitárias adequadas ao consumo (SIVETZ, DESROSIER, 1979b; CLIFFORD, 1985; MENDONÇA, 2004).

A qualidade sensorial do café está associada à composição dos grãos. Para os consumidores a qualidade é relacionada com a satisfação do produto. Assim, há a busca por produtos de qualidade (SAATH, 2000), o que impulsiona o contínuo aperfeiçoamento de técnicas, que promovam melhoria na qualidade do alimento.

Segundo Leite (1998), o Brasil está em busca de adequação com as normas de qualidade de café para se inserir no mercado de café com qualidade sensorial.

Alguns fatores, como local de plantio, altitude, temperatura, fertilidade do solo, adubação, doenças e pragas, colheita, manejo de pós-colheita, influenciam diretamente na qualidade do café (BORÉM, 2008). O processamento pós-colheita se executado adequadamente auxilia na manutenção da qualidade do café, pois evita a ocorrência de fermentação e a contaminação microbiana indesejáveis (PIMENTA *et al.*, 2004; SELMAR *et al.*, 2004; BORÉM, 2008). Além disso, previne danos na membrana e na parede celular (GOULART *et al.*, 2007; BORÉM *et al.*, 2008). Deste modo, evita a perda da permeabilidade e deterioração do grão (BORÉM; MARQUES; ALVES, 2008).

Quando se trata de qualidade da bebida café deve-se levar em conta a integridade da membrana celular. De acordo com Angélico (2008), os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio são empregados como marcadores da qualidade. Goulart *et al.* (2007), ao estudar os aspectos histoquímicos e morfológicos do café, observaram a correlação entre maiores valores de lixiviação de potássio e de condutividade elétrica com as bebidas de café de pior qualidade, assim a membrana provavelmente estava danificada ou desorganizada.

3.5.1 Classificação do café

A Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), dispõe o regulamento de identidade e qualidade de café e especifica os tipos de classificação do café que pode ser feita por tipo, peneira e tamanho (BRASIL, 2003).

3.5.1.1 Classificação por tipo

A classificação por tipo é realizada a partir de uma amostra de 300,0 gramas de café beneficiado em que se quantifica o número de defeitos e impurezas presentes (SAATH, 2010). O resultado é realizado de acordo com as Tabelas de Equivalência de Grãos Imperfeitos e Impurezas e de Classificação em relação ao tipo (Anexo A), conforme a Instrução Normativa Nº 08, de 11 de junho de 2003 do MAPA (BRASIL, 2003).

A natureza dos defeitos pode ser intrínseca ou extrínseca. Os defeitos intrínsecos são os grãos pretos, verdes, quebrados, ardidos, brocados, mal granados, chochos e conchas, enquanto os extrínsecos são os pedaços de pau, pedra, casca, os grãos coco, marinheiro e torrões de terra (BRASIL, 2003).

Os defeitos depreciam a qualidade da bebida (SILVA *et al.*, 2006), e a presença dos mesmos está relacionada ao manejo inadequado na colheita e pós-colheita do café (FRANCA *et al.*, 2005). Os frutos de café que não se encontram no estágio de maturação cereja possuem alto potencial (PIMENTA; VILELA, 2002) para formar defeitos, como grão preto, grão ardido e grão verde que reduzem a qualidade sensorial e afetam a classificação por tipo. Normalmente cerca de 20,0% do café beneficiado são considerados defeitos (DELIZA *et al.*, 2005).

O grão brocado refere-se ao grão com marcas (furos) provocadas pelo inseto broca no café. Já o grão quebrado corresponde a uma parte de grão com formato e tamanho variável (BRASIL, 2003). O defeito verde é caracterizado pelo grão de coloração verde cana (TEIXEIRA *et al.*, 1979).

3.5.1.2 Classificação por peneira

A classificação por peneira distingue os grãos de café em relação ao formato e tamanho (BRASIL, 2003). Em relação ao formato, o café pode ser chato ou moca (Figura 3). O grão chato apresenta superfície convexa e ventral plana, enquanto o grão moca o seu formato é oval. Tanto o grão chato quanto o moca apresentam corte central no sentido longitudinal (BRASIL, 2003).



a



b

Figura 3 - Formato de café: a) grão chato e b) grão moca.

A granulometria dos grãos é avaliada por meio de um conjunto de peneiras com crivos circulares e alongados com dimensões variadas. O objetivo desta classificação é avaliar a homogeneidade dos grãos em relação às dimensões (BRASIL, 2003). O Quadro 2 apresenta o conjunto de peneiras para classificação por tipo.

Quadro 2 - Classificação do café por peneira.

Peneira	Tipo de crivo	Dimensões dos crivos (fração de 64 avos)
Grão chato graúdo		17, 18 e 19
Grão chato médio	Circular	15 e 16
Grão chato miúdo		menor que 14
Grão moca graúdo		11, 12 e 13
Grão moca médio	Alongado	10
Grão moca miúdo		9 abaixo

Fonte: Adaptado de BRASIL (2003).

Os cafés com maiores dimensões apresentam maior valor comercial (LAVIOLA *et al.*, 2006). A classificação por peneira uniformiza os grãos em relação as dimensões e propicia a homogeneidade do aspecto da torra em relação à cor (NASSER; CHALFOUN, 2000).

3.5.1.3 Classificação por bebida

A análise sensorial de um alimento está relacionada à satisfação do consumidor quanto à aspectos de qualidade do produto. Assim, o consumidor avalia o alimento por meio de sensações e percepções, o que resulta na rejeição ou aceitação (DELLA LUCIA *et al.*, 2006).

No Brasil, a classificação sensorial da bebida café para fins comerciais é realizada por meio da prova de xícara executada por degustadores certificados. Essa classificação se baseia na descrição dos atributos fragrância, aroma, uniformidade, sabor, ausência de defeitos, doçura, corpo, acidez, harmonia e avaliação global (SCAA, 2009).

O atributo fragrância é a sensação olfativa do café torrado e moído seco. O aroma é sentido após a infusão pela liberação de voláteis aromáticos que podem lembrar fruta, amêndoas, chocolate, erva, caramelo, malte, entre outros. A doçura

relaciona a presença de açúcares naturais do grão. O amargor refere à presença e quantidades de cafeína e trigonelina após a torra. Acidez se deve a presença de ácidos como málico e clorogênicos. O corpo está relacionado com a viscosidade do produto sentido pelo tato. O sabor é a junção dos gostos simples salgado, ácidos, amargor, adstringente e doce, sendo que para o café pode lembrar o sabor de chocolate, malte, erva, etc. O retrogosto é o sabor residual que fica após a ingestão do café na boca. A adstringência é a sensação de “repuxo” e secura na boca. A avaliação global é o somatório das notas de cada um dos atributos (BSCA, 2016).

A classificação da bebida é subjetiva, pois depende da habilidade e experiência do provador (CHAGAS, 1994; CORTEZ, 1997). Para análise sensorial, 10,0 gramas de café torrado e moído são colocados dentro de uma xícara com 100,0 mL de água quente. Espera-se quatro minutos para mistura e remove-se o material sobrenadante. O pó de café irá se depositar no fundo indicando que a análise pode ser iniciada. O provador, com auxílio de uma concha, pega uma quantidade da bebida e leva até a boca por tempo suficiente para sentir o sabor. Não é preciso engolir, por isso na sala de degustação tem uma cuspeira para descarte do café (ROSSETTI, 2007).

Em 2010, a Organização Mundial do Café lançou o Protocolo de Degustação de Robustas Finos. Este protocolo foi um trabalho conjunto do *Coffee Quality Institute* (CQI), com vários profissionais do ramo cafeeiro. Para o desenvolvimento foram utilizadas amostras de café conilon dos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Vila Valério, Castelo e Conceição de Castelo (EQUIPE CONILON BRASIL, 2011), situados no estado do Espírito Santo. As amostras de café foram avaliadas sob os seguintes parâmetros: fragrância/aroma, sabor, retrogosto, salinidade/acidez, amargor/doçura e corpo. O resultado final dá-se pela soma das notas de cada atributo. O Quadro 3 apresenta a classificação pelo Protocolo de Degustação do Robusta Fino.

Quadro 3 - Classificação da bebida pelo Protocolo de Degustação do Robusta Fino.

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: EQUIPE CONILON BRASIL (2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em laboratórios da Universidade Federal do Espírito Santo, *Campus* de Alegre; no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, *Campus* de Alegre; e na Cooperativa dos Cafeicultores do Sul do Estado do Espírito Santo (CAFESUL), em Muqui - ES.

4.1 PROCESSAMENTO DO CAFÉ CONILON

As amostras de café Conilon da variedade Vitória, com agrupamento de 13 clones, foram obtidas de uma propriedade rural localizada no município de Alegre, altitude média de 254,0 m, longitude de 20°46'52.0"S e latitude de 41°33'27.6"W.

A colheita do café conilon variedade Vitória foi realizada por meio de derrida total manual em peneira de bambu. Os frutos colhidos foram lavados para remoção de impurezas, como pedras, folhas, pedaços de madeira, grãos boias e passas; sendo selecionados apenas os frutos cereja. Os frutos selecionados foram divididos, no mesmo dia da colheita, em lotes de 10,0 L (5,4 kg) para os processamentos.

O experimento foi dividido em duas fases, na primeira foi realizado o processamento do café por via úmida com a adição de inóculos. Enquanto na segunda foram avaliadas seis formas de processamento: via seca, via semiseca, via úmida sem adição de inóculos e via úmida com adição de inóculo (Figura 4), fermentação semissólida e café via seca-produtor.

Na primeira fase, as amostras de café foram sanitizadas com solução de 100 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio por dez minutos (CENCI *et al.*, 2006), para evitar a ação de microrganismos indesejáveis. Transcorrido esse tempo, os frutos foram lavados em água corrente e despulpados empregando o despulpador da marca Pinhalense modelo DPM-02. O despulpador também foi sanitizado com a mesma solução utilizada para os frutos de café.

As amostras despulpadas foram acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade de 20,0 L com tampas. A adição dos inóculos foi realizada por aspersão manual. A massa de inóculo foi misturada a 1,0 L de água destilada e esperou-se 30 minutos para hidratação de acordo com especificações dos fabricantes. O café despulpado ficou fermentando por 24,0 h em temperatura ambiente média de 23,0°C.

Após a fermentação a massa de grãos de café foi lavada e submetida à secagem em secador a 50,0°C.

Os inóculos empregados foram as leveduras liofilizadas *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* e *Brettanomyces bruxellensis* três adquiridos da Indupropil e Lamas Brew Shop, respectivamente. As concentrações utilizadas foram 0,00; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20% m m⁻¹ em relação a massa de grãos de café.

Para a segunda fase, os frutos destinados ao processamento por via seca, após a lavagem foram submetidos à secagem em secador tipo cabine. Enquanto os destinados ao processamento por via semiseca, após a lavagem, tiveram a casca removida com o emprego do despulpador DPM-02 da marca Pinhalense e em sequência foram submetidos à secagem em secador tipo cabine.

As amostras do processamento via úmida sem adição de inóculo foram despulpadas em despulpador DPM-02 da marca Pinhalense e foram imersas em água destilada o suficiente para cobrir os frutos descascados durante 24,0 h, sendo então lavadas e conduzidas à secagem.

Em relação ao processamento fermentação semissólida, os frutos de café conilon foram despulpados com o despulpador DPM-02 da marca Pinhalense foram submetidos a fermentação sem adição de inóculo e água por 24,0 h. Transcorrido este tempo foram lavados e submetidos a secagem em secador tipo cabine.

O café conilon via seca cedido pelo produtor foi a amostra de café submetida ao processamento via seca tradicional, ou seja, sem separação por estádios de maturação do café e submetida a secagem em terreiro de terra batida.

A secagem das amostras foi realizada em secador convectivo tipo cabine com bandejas da marca Polidryer, com sistema de aquecimento elétrico. A temperatura do ar de secagem foi de 50,0°C. As secagens das amostras eram encerradas quando o teor de umidade das mesmas atingisse valores próximos a 12,0% b.u. A umidade dos grãos durante a secagem foi aferida com auxílio do determinador de umidade modelo Agri G650 da Gehaka. Os grãos secos foram envasados em sacos de papel e armazenados à temperatura ambiente durante 15 dias até o beneficiamento, quando foi empregado o descascador DRC-1 da marca Pinhalense. Após o beneficiamento, os grãos foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados a temperatura ambiente.

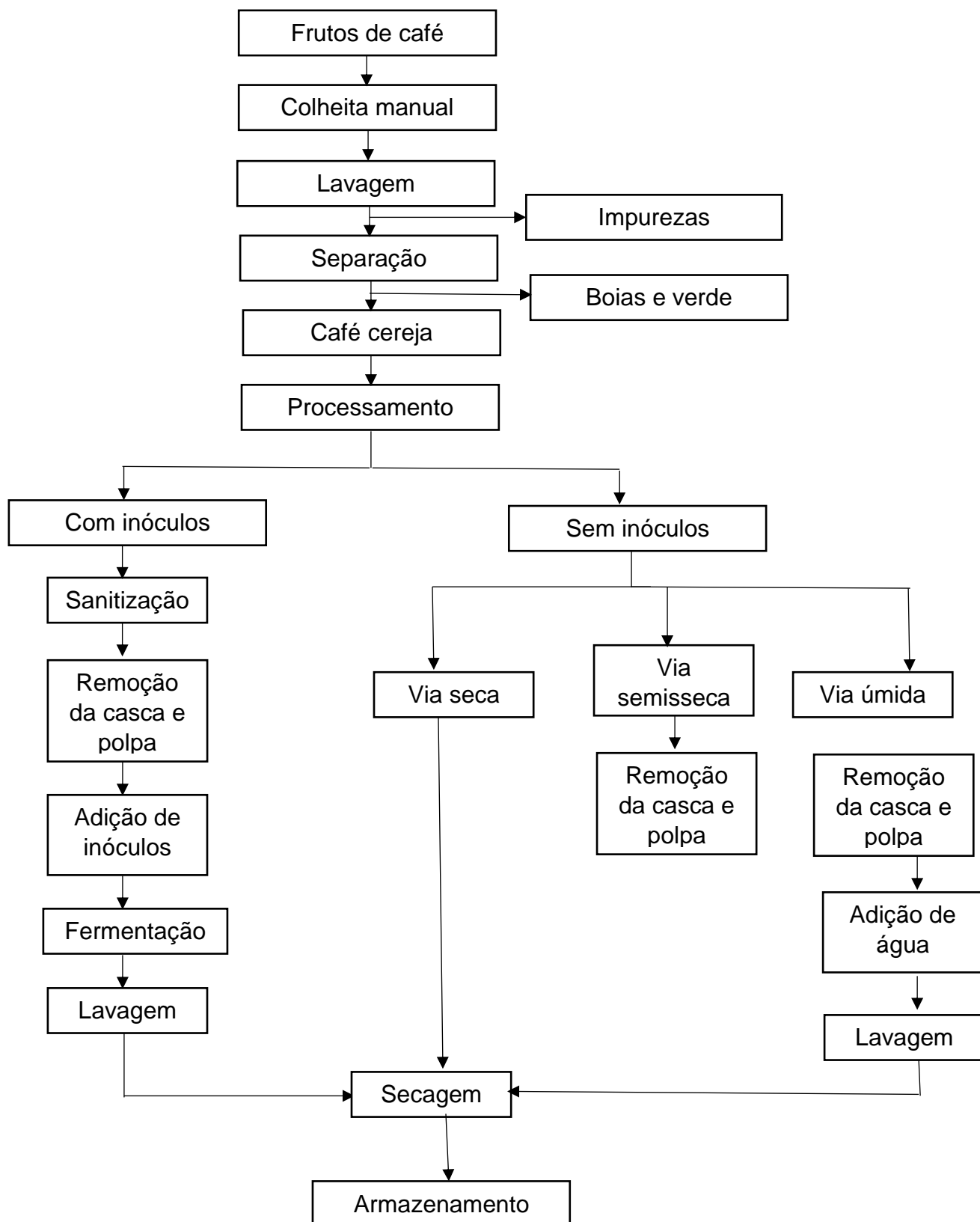


Figura 4 - Fluxograma do processamento de café conilon, variedade Vitória, utilizados neste experimento.

4.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a primeira fase do experimento foi adotado um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em arranjo fatorial com dois fatores, sendo três inóculos e cinco níveis de concentração, totalizando 15 tratamentos (Tabela 1). Os inóculos foram *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* e *Brettanomyces bruxellensis* três. O nível de 0,00% é o controle sem adição de inóculo nos grãos sanitizados. Os demais níveis de concentração foram 0,05; 0,10; 0,15 ou 0,20% em relação à massa das amostras de café em cada unidade experimental. Na primeira fase, o objetivo foi avaliar o uso dos inóculos no processamento via úmida e selecionar a melhor concentração utilizada.

Tabela 1 - Tratamentos do fatorial com seus respectivos níveis de cada fator.

Tratamento	Inóculos	Concentração (% m m ⁻¹)
SC00	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,0
SC05	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,05
SC10	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,10
SC15	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,15
SC20	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,20
SB00	<i>Saccharomyces bayanus</i>	0,0
SB05	<i>Saccharomyces bayanus</i>	0,05
SB10	<i>Saccharomyces bayanus</i>	0,10
SB15	<i>Saccharomyces bayanus</i>	0,15
SB20	<i>Saccharomyces bayanus</i>	0,20
BT00	<i>Brettanomyces bruxellensis</i> trois	0,0
BT05	<i>Brettanomyces bruxellensis</i> trois	0,05
BT10	<i>Brettanomyces bruxellensis</i> trois	0,10
BT15	<i>Brettanomyces bruxellensis</i> trois	0,15
BT20	<i>Brettanomyces bruxellensis</i> trois	0,20

A segunda fase foi conduzida em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com oito tratamentos: via seca, por via semisseca e por via úmida sem adicionar inóculo, três tratamentos foram a melhor concentração determinada na primeira fase

do experimento, fermentação semissólida e via seca cedido pelo produtor. A segunda teve por objetivo comparar as principais formas de processamento pós-colheita com o uso das mesmas culturas inicializadoras, fermentação do café sem adição de água ou inóculo (semissólida) e uma amostra do café processado por via seca doada pelo produtor.

As variáveis respostas para as duas fases foram as características físico-químicas e sensoriais do café. Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e ao ocorrer diferença significativa entre as médias dos tratamentos aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5,0% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos softwares de domínio público R (PETERNELLI; MELLO, 2007; R *DEVELOPMENT CORE TEAM*, 2011) e Action® (2013).

4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

4.3.1 Umidade

A umidade do grão cru foi determinada, pelo método gravimétrico, em estufa TE-393/1 MP da marca Tecnal a 105,0°C até massa constante (IAL, 2008). Para a análise foram utilizadas amostras de cinco gramas de grãos de café e os resultados foram expressos em porcentagem em base úmida (% b.u.).

4.3.2 pH

Para análise de pH foi empregado um pHmetro da marca Quimis modelo Q400MT com eletrodo de vidro. Foram pesados cinco gramas das amostras de grãos de café torrado e moído, e as quais foram adicionadas 50,0 mL de água destilada, sob agitação em agitador magnético da marca Kasvi, modelo K40-1820H por uma hora. Em seguida, foram realizadas filtração em papel de filtro quantitativo diâmetro 12,5 cm da marca Nalgon (IAL, 2008).

4.3.3 Acidez titulável total

Para análises de acidez titulável total foram pesadas amostras de cinco gramas de grãos de café torrado e moído e as mesmas foram adicionadas 50,0 mL de água destilada sob agitação com auxílio de agitador magnético da marca Kasvi, modelo K40-1820H durante uma hora. Para a filtração foi empregado papel de filtro diâmetro 12,5 cm da marca Nalgon (IAL, 2008).

A titulação foi realizada com solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹ até o ponto de viragem pH 8,3 com auxílio do pHmetro da marca Quimis, modelo Q400 MT (IAL, 2008). O café torrado apresenta coloração escura o que dificulta a visualização do ponto de viragem com o indicador fenolftaleína. O resultado da acidez foi expresso em mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café.

4.3.4 Açúcar redutor

A determinação de açúcar redutor no grão de café cru e grão torrado e moído foi realizada segundo a técnica de Somogy-Nelson (1944). Foram pesados 10,0 g de grãos e adicionou-se 50,0 mL de água destilada a 90,0°C.

O reagente Somogy-Nelson I (SN-I) foi preparado com 4,0 g de sulfato de cobre anidro; 24,0 g de carbonato de sódio anidro; 16,0 g de bicarbonato de sódio; 12,0 g de tartarato duplo de potássio e 18,0 g de sulfato de sódio anidro. Os reagentes foram diluídos em água destilada até completar o volume de 1,0 L em balão volumétrico. A solução reagiu por 24,0 h na ausência de luz. Após esse tempo foi filtrada em papel de filtro quantitativo de diâmetro 12,5 cm da marca Nalgon e armazenada em frasco âmbar.

O Somogy-Nelson II (SN-II) foi preparado por meio das soluções A e B. Sendo que a solução A foi preparada com 50,0 g de molibdato de amônio anidro; 900,0 mL de água destilada e 42,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. A solução B foi composta por 6,0 g de silicato de sódio e 50,0 mL de água destilada. As soluções A e B foram misturadas e ficaram em repouso por 24,0 h em estufa da marca Tecnal, modelo TE-393/1 MP a 25,0°C. Transcorrido esse tempo, a solução foi armazenada em frasco âmbar.

A curva de calibração padrão foi realizada com solução estoque de glicose a 0,5 g L⁻¹ em água destilada. As concentrações utilizadas foram 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 e 500 mg L⁻¹ de glicose.

Para realização da análise, 1,0 mL de amostra de café ou da amostra de padrão de glicose foi adicionada a um tubo de ensaio contendo 2,0 mL do reagente SN-I. O tubo de ensaio foi colocado em banho maria na chapa de aquecimento, da marca Kasvi, modelo K40-1820H, por seis minutos. Ao final do aquecimento, resfriou-se em água durante cinco minutos e adicionou-se 2,0 mL do reagente SN-II. Após cinco minutos de reação foram adicionados 25,0 mL de água destilada e foi feita a leitura da absorbância a 540 nm em espectrofotômetro *Spectrophometer* SP 2000 UV da Bel Photonics. O resultado foi expresso em percentual em base seca (% b.s.).

4.3.5 Açúcar total

O teor de açúcar total dos grãos cru e torrado foi determinado pelo método fenol sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956). Foram pesados 10,0 g de grãos de café e adicionou-se 50,0 mL de água destilada à temperatura de 90,0°C. Em um tubo de ensaio, colocou-se 1,0 mL da amostra ou da solução da curva de calibração, 1,0 mL de fenol e 5,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após atingir temperatura ambiente realizou-se a leitura da absorbância a 490 nm em espectrofotômetro *Spectrophometer* SP 2000 UV da Bel Photonics. O branco consistia de 1,0 mL de água destilada e as quantidades de 1,0 mL de fenol e 5,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. A curva de calibração foi preparada a partir de uma solução de glicose 1,0 g L⁻¹, após diluição da mesma em água destilada a fim de se obter as seguintes concentrações: 0, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mg L⁻¹ de glicose. O resultado da análise foi expresso em percentual em base seca (% b.s.).

4.3.6 Atividade antioxidante pela técnica de captura do radical ABTS

A atividade antioxidante do grão de café foi determinada segundo o método de captura do radical ABTS descrita por Re *et al.* (1999). Foram pesados 10,0 g de grãos de café torrado e moído e adicionados a 100,0 mL de água destilada a 90,0°C para extração dos compostos antioxidantes. Foi realizada a filtração em papel filtro quantitativo diâmetro 12,5 cm da marca Nalgon.

A solução padrão Trolox foi preparada com 0,0258 g e 500,0 mL de álcool etílico P.A. 80% (v v⁻¹). Para a solução de ABTS, 0,0979 g do reagente ABTS foram

misturados a 25,0 mL de água destilada. Já para o preparo da solução de persulfato de potássio, foi pesado 0,1672 g de reagente e adicionado a 250,0 mL de água destilada. Para a formação do radical ABTS foram misturados em frasco de vidro âmbar, 10,0 mL da solução estoque de ABTS e 10,0 mL da solução de persulfato de potássio que reagiu por 16,0 h na ausência de luz. Em seguida, foi corrigida a absorvância para $0,700 \pm 0,002$ a 734 nm com adição de etanol 80% (v v⁻¹), com auxílio de espectrofotômetro *Spectrophometer* SP 2000 UV da Bel Photonics.

Na curva padrão foram utilizadas as concentrações 0, 10, 30, 50, 70, 90, 110, 130 e 150 µM de Trolox. Em tubo de ensaio foram adicionados 0,5 mL de solução de Trolox e 3,5 mL de radical ABTS, sendo agitado e deixado reagir por seis minutos no escuro. Em seguida realizou-se a leitura da absorvância a 734 nm. Este procedimento foi repetido para cada concentração da solução de Trolox e também para cada amostra. O Trolox foi utilizado como padrão e os resultados foram expressos em equivalente de Trolox (µmols de Trolox g⁻¹ de café).

4.3.7 Atividade antioxidante pela captura dos radicais livres DPPH

A determinação da atividade antioxidante pela captura do DPPH foi realizada com café torrado e moído segundo proposto por Yen *et al.* (2005) com alterações. Para a extração dos compostos, pesou-se 10,0 g de café torrado e moído e na sequência adicionou-se 100,0 mL de água destilada a 90,0°C. Esta mistura foi filtrada em papel de filtro quantitativo diâmetro 12,5 cm da marca Nalgon.

Para a análise, adicionou-se 4,0 mL da amostra e 1,0 mL de solução de DPPH a 0,5 mmol L⁻¹ em tubo de ensaio, que reagiu por 30 minutos no escuro. Realizou-se a leitura da absorvância a 517 nm em espectrofotômetro *Spectrophometer* SP 2000 UV da Bel Photonics. O branco foi álcool PA.

A solução de DPPH 0,5 mmol L⁻¹ foi preparada com 0,0197 g do reagente DPPH e 100,0 mL de álcool etílico P.A. O resultado foi expresso em percentual de sequestro do radical DPPH, encontrado pela fórmula:

$$\% DPPH = 100 - \left(\frac{Abs_{controle} - Abs}{Abs_{controle}} * 100 \right)$$

Em que,

% DPPH é o percentual de sequestro do radical DPPH;

Abs_{controle} é a absorvância do controle positivo que foi álcool e solução de DPPH; e

Abs é a absorvância encontrada para a amostra.

4.3.8 Compostos fenólicos

A quantificação dos compostos fenólicos presentes no café foi realizada segundo o método de Folin-Ciocalteu (WOISK; SALATINO, 1998). A quantidade de 10,0 g de café torrado e moído foi misturada com 100,0 mL de água destilada a 90,0°C. A solução foi filtrada com papel de filtro quantitativo diâmetro 12,5 cm da marca Nalgon.

Em um tubo de ensaio, adicionou-se 0,1 mL da amostra e 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu diluído 1:10 em água destilada. Deixou-se reagir por oito minutos e adicionou-se 0,5 mL de solução de carbonato de sódio a 4% (m v⁻¹). O tubo foi mantido no escuro por 2,0 h. Transcorrido esse tempo foi realizada a leitura da absorvância a 740 nm em espectrofotômetro *Spectrophometer* SP 2000 UV da Bel Photonics.

A curva de calibração foi feita com ácido tânico nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 50, 70, 90, 110, 130 e 150 µM de ácido. O resultado foi expresso em mg de ácido tânico 100 g⁻¹ de café.

4.3.9 Análise de cor

A determinação da cor do café torrado e moído foi realizada com auxílio do colorímetro *Spectrophotometer* CM-5 da Konica Minolta na escala CIELab. Os parâmetros avaliados foram L* (luminosidade), a* (coordenada vermelho/verde) e b* (coordenada amarelo / azul).

4.3.10 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica dos grãos crus foi determinada pela metodologia recomendada por Prete (1992) com modificações. Amostras de 50,0 g de grãos de café aparentemente sem defeitos de cada tratamento foram pesadas e imersas em 75,0 mL de água deionizada, em recipientes plásticos com tampa, por 24,0 h em

estufa a 25,0°C. A condutividade elétrica foi lida em condutímetro DM-32 da marca Digimed previamente calibrado com solução padrão de NaCl com condutividade conhecida. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de amostra.

4.3.11 Lixiviação de potássio

A análise de lixiviação de potássio foi realizada segundo a metodologia de Prete (1992). Amostras de 50,0 g de grãos de café cru foram pesadas e imersas em 75,0 mL de água deionizada, durante 24,0 h, a temperatura de 25,0°C em estufa. A leitura foi realizada em fotômetro de chama DM-62 da marca Digimed e o resultado foi expresso partes por milhão (ppm).

4.3.12 Classificação em relação ao tipo

Amostra de 300,0 g de café de cada tratamento foi espalhada sobre uma folha preta situada em cima de uma mesa provida de boa iluminação. Foram separados grãos de café com defeitos, como grãos pretos, ardidos, coco, marinheiros, brocados, mal granados, conchas, verdes, quebrados, com casca, pedra, pau e torrão. Na sequência foram contados e classificados segundo a Tabela de Equivalência de Grãos Imperfeitos e Impurezas (ANEXO A), conforme a Instrução Normativa nº 08 de 11 de junho de 2003 do MAPA. Além da classificação do tipo, foi calculado o percentual de cata:

$$\% \text{ Cata} = \frac{\text{Peso dos defeitos}}{3}$$

Em que,

% Cata - percentual de defeitos presentes em uma amostra de 100,0 g de café; e

Peso dos defeitos - somatório das massas das impurezas e grãos aparentemente defeituosos retirados da amostra de café.

4.3.13 Classificação por peneira

Para a classificação em peneira foram utilizados 100,0 g de grãos de café cru de cada tratamento isentos de defeitos, que passaram por um conjunto de peneiras na ordem Chato 19, Moca 13, Chato 18, Moca 12, Chato 17, Moca 11, Chato 16, Moca 10, Chato 15, Moca 9, Chato 14, Chato 13, Moca 8, Chato 12 e Fundo. Em seguida foi feita a pesagem dos grãos retidos em cada peneira e classificação em relação ao formato (moca ou chato). O resultado foi expresso em diâmetro médio em centímetros (cm), de acordo com a equação abaixo e em percentual em retido na peneira.

$$Dm(cm) = \frac{(P1 * 0,71) + (P2 * 0,64) + (P3 * 0,48) + (P4 * 0,52) + (P5 * 0,42) + (P6 * 0,36)}{(0,71 + 0,64 + 0,48 + 0,52 + 0,42 + 0,36)}$$

Em que,

Dm (cm) é o diâmetro médio em centímetros,

P - somatório dos pesos retidos nas peneiras, assim

P1: Chato 17, 18 e 19;

P2: Chato 15 e 16;

P3: Chato 12, 13, 14 e fundo;

P4: Moca 11, 12 e 13;

P5: Moca 10; e

P6: Moca 8 e 9.

As peneiras são especificadas de acordo com o diâmetro dos orifícios expresso em fração de 64 avos de polegadas. Assim, os valores 0,71; 0,64; 0,48; 0,52; 0,42 e 0,36 foram obtidos pela razão do comprimento e a largura dos orifícios da peneira em polegadas, depois o resultado foi convertido para centímetros.

4.4 ANÁLISE SENSORIAL

A avaliação sensorial dos tratamentos, das duas fases do experimento, foi realizada por avaliadores treinados da Cooperativa dos Cafeicultores do Sul do Estado do Espírito Santo (CAFESUL), localizada no município de Muqui, ES, seguindo o Protocolo de Degustação de Robustas Finos CQI (2010).

Amostras de grãos de café conilon beneficiadas foram torradas a 150,0°C por 8 a 12 minutos em torrador da marca Carmomaq. O grau de torra obtido foi torra clara. Esperou-se 48,0 h para realizar a moagem em moinho da marca Carmomaq. A quantidade de café torrado suficiente para 6 xícaras foi moída. A quantia de café referente a primeira xícara foi descartada para a ambientação do moinho.

Na mesa de degustação foram colocadas cinco xícaras de capacidade de 200,0 mL. A disposição das xícaras foi em formato de “M”. A água utilizada estava na temperatura de 96,0°C e foi colocada em movimentos circulares até preencher toda a capacidade da xícara. As amostras permaneceram em descanso por quatro minutos para depois ocorrer à quebra e a remoção do sobrenadante de café.

Os parâmetros avaliados foram Fragrância/Aroma, Sabor, Retrogosto, Salinidade/Acidez, Amargor/Doçura, Sensação na boca, Uniformidade, Equilíbrio, Limpeza e Conjunto. Apenas o parâmetro fragrância foi avaliado logo após a moagem dos grãos (Anexo B). Foram atribuídas notas de 0 a 10 para cada requisito e a pontuação final é a soma das notas atribuídas. De acordo com a pontuação o café foi classificado em café comercial, café de boa qualidade usual, café prêmio, café fino e café muito fino (Quadro 4).

Quadro 4 - Classificação da bebida do café conilon de acordo com ICQ.

Escala de Qualidade				
Comercial	Boa Qualidade Usual	Prêmio	Fino	Muito Fino
50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
52,5	62,5	72,5	82,5	92,5
55,0	65,0	75,0	85,0	95,0
57,5	67,5	77,5	87,5	97,5

Fonte: Adaptado de ICQ (2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta-se dividida em duas partes. A primeira refere-se às análises físico-químicas e sensorial dos tratamentos da primeira fase, em que se utilizaram inóculos na degomagem; e a segunda, apresenta a comparação das formas de processamento via seca, via semiseca, via úmida, via úmida com adição de inóculos, fermentação semissólida e via seca-produtor.

5.1 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO CAFÉ PROCESSADO POR VIA ÚMIDA COM EMPREGO DE INÓCULOS

5.1.1 Umidade, pH, acidez titulável total, compostos antioxidantes e fenólicos

De acordo com a análise de variância ($p > 0,05$) não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (diferentes inóculos em diferentes concentrações), para as variáveis umidade, pH, acidez titulável total, atividade antioxidante (AT) e compostos fenólicos avaliadas. Na Tabela 2 são apresentadas as médias e desvio padrão das variáveis citadas.

Os teores de umidade do grão cru variaram de 10,25% a 10,78% b.u e os mesmos estão de acordo com a Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003), que estabelece o limite máximo de 12,5% b.u.

Em relação ao pH do café torrado, os valores variaram de 5,28 a 5,47, estando dentro da faixa recomendada por Casal (2004), o valor de pH do café torrado deve estar entre 4,9 e 5,7. Porém, se comparado a faixa de pH agradável ao consumo, segundo Silvetz e Desrosivier (1979), o ideal são valores entre 4,95 a 5,20, todos os tratamentos apresentaram valores acima dessa amplitude.

A acidez titulável total do café torrado variou de 192,20 a 227,90 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café. Esse parâmetro é importante na definição da qualidade de café, pois está relacionado com a palatabilidade da bebida pelo consumidor.

Ao avaliar as propriedades físico-químicas de café arábica e conilon, Agnoletti (2015), observou valor de acidez titulável de 112,23 a 151,36 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de amostra para o café conilon, valores inferiores aos encontrados neste trabalho, o que pode ter sido provocado pela variedade de café conilon utilizada que

neste experimento foi a Vitória formada pelo agrupamento de 13 clones. Além disso, a variação da acidez titulável está associada ao grau de torra. Segundo Trugo, Moreira e De Maria (2000), a acidez da bebida café está diretamente relacionada com a formação de ácido durante a torrefação. Em relação à acidez os menores valores encontrados neste trabalho foram de 197,56 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café para SC10, de 193,45 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café SB05 e de 192,20 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café para BT00.

A atividade antioxidante pela técnica de captura do radical ABTS para os tratamentos variou de 171,50 a 316,74 μmols de Trolox g⁻¹ de café, para os tratamentos BT15 e BT00 respectivamente.

Para a metodologia da captura do radical DPPH, o percentual de sequestro variou de 29,78% para o tratamento SB15 a 47,04% no SB05. Esses valores são inferiores ao encontrado por Morais *et al.* (2008), que foi de 59,59% para café conilon com torra escura, respectivamente. Assim, observa-se que o uso de inóculos pode contribuir para a redução da atividade antioxidante, visto a possibilidade de degradação ou modificação de compostos com caráter antioxidante. No entanto, são necessários estudos complementares sobre os tipos de compostos formados e degradados durante a fermentação induzida.

O teor de compostos fenólicos encontrados foi inferior aos reportados por Lima, Pereira e Abraão (2010), que foi de 5,30 g de ácido tânico 100 g⁻¹ de café. Os valores constados no presente estudo variaram de 11,13 a 29,39 mg de ácido tânico 100 g⁻¹ de café.

Tabela 2 - Médias e desvio padrão das variáveis umidade, pH, acidez titulável total, atividade antioxidante (AT) e compostos fenólicos para grãos de café conilon Variedade Vitória.

Tratamentos	Umidade (% b.u.)	pH	Acidez titulável total (mL de NaOH 0,1 mol L ⁻¹ 100 g ⁻¹ de café)	AT ABTS (μmols de Trolox g ⁻¹ de café)	AT DPPH (%)	Fenólicos (mg de ácido tânico 100 g ⁻¹ de café)
SC00	10,77 ± 0,17	5,40 ± 0,12	219,67 ± 59,69	258,17 ± 73,56	43,75 ± 3,39	24,32 ± 17,40
SC05	10,33 ± 0,42	5,42 ± 0,15	207,03 ± 32,08	266,33 ± 21,04	42,15 ± 8,36	29,39 ± 6,35
SC10	10,71 ± 0,71	5,35 ± 0,03	197,56 ± 18,14	291,32 ± 61,31	42,97 ± 7,95	27,30 ± 0,29
SC15	10,78 ± 0,95	5,28 ± 0,06	216,34 ± 22,70	222,00 ± 38,74	44,08 ± 4,92	21,65 ± 8,43
SC20	10,52 ± 0,17	5,35 ± 0,13	227,90 ± 46,07	269,18 ± 28,76	40,65 ± 5,65	24,91 ± 7,62
SB00	10,68 ± 0,10	5,44 ± 0,08	208,00 ± 27,10	198,60 ± 53,87	45,72 ± 11,28	11,13 ± 4,36
SB05	10,61 ± 0,32	5,45 ± 0,08	193,45 ± 31,04	219,27 ± 80,15	47,04 ± 9,39	19,19 ± 4,50
SB10	10,47 ± 0,30	5,47 ± 0,11	199,51 ± 22,39	245,92 ± 95,56	37,20 ± 6,62	18,80 ± 4,14
SB15	10,62 ± 0,30	5,39 ± 0,02	206,85 ± 37,68	295,29 ± 14,54	29,78 ± 8,26	21,77 ± 9,59
SB20	10,76 ± 0,19	5,33 ± 0,05	202,20 ± 22,85	225,03 ± 27,53	40,96 ± 7,96	15,41 ± 3,30
BT00	10,71 ± 0,63	5,38 ± 0,05	192,20 ± 5,86	316,74 ± 52,99	41,03 ± 9,53	18,44 ± 5,55
BT05	10,72 ± 0,44	5,30 ± 0,12	226,28 ± 23,12	191,94 ± 44,38	41,11 ± 4,41	15,50 ± 3,31
BT10	10,38 ± 0,15	5,37 ± 0,11	221,21 ± 38,88	198,65 ± 51,82	45,15 ± 2,86	15,24 ± 3,38
BT15	10,25 ± 0,17	5,29 ± 0,07	221,18 ± 24,25	171,50 ± 68,87	40,21 ± 11,26	16,28 ± 4,83
BT20	10,60 ± 0,27	5,33 ± 0,06	211,36 ± 35,83	232,82 ± 73,51	38,40 ± 7,91	20,36 ± 6,14

*Média de três repetições seguidas do ± desvio padrão. ** b.u.: base úmida.

5.1.2 Parâmetros de análise de cor

Segundo os resultados da análise de variância, o fator inóculo foi significativo ($p < 0,05$) para as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* . Desse modo, o uso de inóculos influenciou na cor do grão torrado. Esta diferença na cor do café torrado induzida pelos inóculos, pode estar relacionada à formação de compostos que favoreceram a cor ou pela degradação do açúcar pelos microrganismos, no entanto é requerido análises complementares da composição do café após a fermentação para explicar a ocorrência deste fato.

A Tabela 3 traz o teste de Tukey ($p < 0,05$) para as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* , segundo as espécies de inóculos empregadas. Observou-se que o parâmetro L^* para o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae* diferiu do *Saccharomyces bayanus* e do *Brettanomyces bruxellensis* trois. No entanto, as coordenadas a^* e b^* do *Saccharomyces cerevisiae* diferiram apenas do *Saccharomyces bayanus*. O parâmetro L^* indica luminosidade que reduz ao longo da torrefação, a^* indica a coordenada da cor vermelha e b^* da cor azul (SANTOS; BATISTA, 2007). A coordenada L^* está relacionada à coloração do grau de torra.

Tabela 3 - Teste de Tukey para os valores encontrados para as coordenadas L^* , a^* e b^* para grãos torrados.

	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces bayanus</i>	<i>Brettanomyces bruxellensis</i> trois
L^*	33,69 a	31,13 b	31,93 b
a^*	8,003 a	6,84 b	7,31 ab
b^*	10,42 a	7,92 b	8,79 ab

*Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4 se observa as médias e desvio padrão para as coordenadas de cor de L^* , a^* e b^* para todos os tratamentos. Os valores médios variaram de 30,36 (SB15) a 34,42 (SC20) para a coordenada L^* , de 6,21 (SB20) a 9,16 (SC10) para a coordenada a^* e de 6,91 (SB20) a 10,77 (SC20) para b^* .

Tabela 4 - Médias das coordenadas de cor L^* , a^* e b^* dos tratamentos do fatorial.

Tratamentos	L^*	a^*	b^*
SC00	33,50 ± 0,98	7,70 ± 0,63	10,48 ± 1,62
SC05	34,15 ± 1,85	7,80 ± 0,37	10,59 ± 1,54
SC10	32,91 ± 1,32	9,16 ± 3,38	9,95 ± 1,75
SC15	33,44 ± 2,48	7,85 ± 1,39	10,29 ± 3,02
SC20	34,42 ± 4,21	7,52 ± 0,68	10,77 ± 3,36
SB00	31,72 ± 0,39	7,07 ± 0,63	8,31 ± 1,04
SB05	30,98 ± 0,76	6,89 ± 0,25	7,80 ± 0,63
SB10	32,12 ± 1,98	7,10 ± 1,11	8,70 ± 2,52
SB15	30,36 ± 1,42	6,94 ± 0,39	7,87 ± 0,91
SB20	30,46 ± 0,46	6,21 ± 1,43	6,91 ± 2,07
BT00	31,59 ± 2,51	7,17 ± 0,81	8,63 ± 2,49
BT05	32,66 ± 1,92	7,73 ± 0,53	9,57 ± 1,83
BT10	32,34 ± 0,31	7,54 ± 0,33	9,25 ± 0,75
BT15	31,95 ± 1,72	7,25 ± 0,67	8,65 ± 1,77
BT20	31,11 ± 0,65	6,88 ± 0,62	7,89 ± 1,03

*Média de 3 repetições ± desvio padrão.

Agnoletti (2015) encontrou a variação de L^* entre 28,60 a 34,12; de a^* 10,06 a 10,95 e de b^* 15,83 a 18,15, para o café conilon. Ao analisar os resultados obtidos neste experimento observou-se que os valores estão próximos ao encontrados por Agnoletti (2015), apenas a coordenada b^* que não está dentro da faixa.

Com a finalidade de identificar o grau de torra, Franca *et al.* (2009) utilizaram a coordenada L^* , sendo muito leve para valores de 32 a 35, leve de 29 a 31, média de 26 a 27, média-escura de 25 a 26 e escura de 23 a 24. Assim, com base nesses

valores os tratamentos SB00, SB05, SB15, SB20, BT00, BT15, E BT20 podem ser classificados com o grau de torra leve e os demais graus de torra muito leve.

5.1.3 Açúcar total e redutor

Conforme resultados da análise de variância ($p > 0,05$) não houve diferença significativa entre os tratamentos. As médias para os teores de açúcar total e redutor são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias e desvio padrão para açúcar redutor e total (% base seca) para o grão de café cru e torrado.

Tratamentos	Açúcar redutor (% b.s.)		Açúcar total (% b.s.)	
	Grão cru	Grão torrado	Grão cru	Grão torrado
SC00	3,25 ± 1,09	2,55 ± 0,10	5,95 ± 1,09	3,72 ± 0,71
SC05	3,03 ± 0,57	2,09 ± 1,39	5,12 ± 1,05	2,58 ± 0,04
SC10	2,63 ± 0,01	2,60 ± 0,04	5,05 ± 1,18	3,25 ± 0,32
SC15	4,13 ± 1,74	1,09 ± 0,65	5,30 ± 1,13	2,52 ± 0,08
SC20	3,73 ± 0,95	1,30 ± 0,26	6,50 ± 0,73	2,56 ± 0,07
SB00	2,62 ± 0,02	2,55 ± 0,08	5,61 ± 1,28	5,79 ± 3,23
SB05	3,99 ± 1,44	2,51 ± 0,04	7,76 ± 2,82	4,84 ± 0,81
SB10	2,87 ± 0,43	2,58 ± 0,04	5,93 ± 0,93	2,91 ± 0,37
SB15	3,59 ± 0,67	2,55 ± 0,06	5,60 ± 1,29	3,35 ± 0,90
SB20	4,48 ± 0,35	2,60 ± 0,04	5,81 ± 0,73	2,89 ± 1,53
BT00	2,62 ± 0,01	2,64 ± 0,01	4,95 ± 1,21	4,23 ± 1,47
BT05	2,63 ± 0,01	2,60 ± 0,04	6,13 ± 2,30	2,20 ± 0,15
BT10	2,75 ± 0,25	2,58 ± 0,03	4,36 ± 0,30	3,59 ± 2,87
BT15	2,71 ± 0,13	2,61 ± 0,02	4,75 ± 0,87	4,51 ± 1,45
BT20	3,32 ± 1,20	2,51 ± 0,08	4,84 ± 1,24	4,54 ± 0,41

*Média de 3 repetições ± desvio padrão. **% b.s.: base seca

O teor de açúcar total no café cru variou de 4,36% (BT10) a 6,50% b.s. (SC20), enquanto o teor de açúcar redutor de 2,62% (BT00 e SC00) a 4,48% b.s. (SB20).

Para o café torrado os teores variaram de 2,20% (BT05) a 5,79% b.s. (SB00) e de 1,09% (SC15) a 2,64% b.s. (BT00) para açúcar total e redutor, respectivamente.

Ao comparar os teores de açúcares redutor e total para café cru e torrado, notou-se que ocorreu a redução, fato comum, pois os açúcares são degradados, ou reagem com a proteína presente no grão durante a torrefação para a transformação da cor e compostos responsáveis pelo sabor e aroma.

5.1.4 Testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio

Para os parâmetros condutividade elétrica e lixiviação de potássio não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos. As médias e desvio padrão para os tratamentos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias e desvio padrão para condutividade elétrica e de lixiviação de potássio.

Tratamentos	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de amostra)	Lixiviação de potássio (ppm)
SC00	95,86 \pm 46,44	160,26 \pm 38,81
SC05	102,25 \pm 24,01	124,83 \pm 32,03
SC10	83,34 \pm 34,76	77,90 \pm 14,69
SC15	107,40 \pm 26,38	77,90 \pm 18,72
SC20	74,08 \pm 3,24	73,32 \pm 16,36
SB00	100,95 \pm 37,56	95,37 \pm 15,14
SB05	119,04 \pm 42,45	85,49 \pm 31,36
SB10	107,47 \pm 0,72	74,45 \pm 36,95
SB15	88,19 \pm 3,67	61,88 \pm 3,76
SB20	92,91 \pm 21,76	67,81 \pm 19,25
BT00	90,61 \pm 24,03	66,14 \pm 21,07
BT05	70,36 \pm 15,87	61,88 \pm 20,15
BT10	78,23 \pm 6,74	59,49 \pm 13,67
BT15	81,11 \pm 18,10	50,96 \pm 9,57
BT20	110,15 \pm 29,03	92,98 \pm 10,62

*Média de 3 repetições \pm desvio padrão.

Os valores de condutividade elétrica para café conilon variaram de 70,36 a 119,04 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de amostra.

Em relação à lixiviação de potássio, constatou uma variação de 50,96 a 124,83 ppm. Estes valores são inferiores aos encontrados por Agnoletti (2015) para o café conilon.

Os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio estão relacionados ao dano na membrana do grão de café e conseqüentemente à qualidade da bebida (GOULART *et al.*, 2007; ANGÉLICO, 2008).

5.1.5 Classificação - tipo, peneira e bebida

De acordo com a análise de variância ($p > 0,05$) não houve diferença significativa entre os tratamentos para classificação em relação ao tipo, percentual de cata, diâmetro médio dos grãos e análise sensorial. A Tabela 7 e Tabela 8 trazem os valores médios para a classificação por tipo, peneira, notas sensoriais e classificação sensorial, para cada tratamento.

Os tratamentos foram classificados com os Tipo 6 e 7. O percentual de cata do café variou de 5,42% a 17,11% e este resultado corrobora a classificação por tipo obtida, devido à quantidade de defeitos presentes em cada amostra. O diâmetro médio variou de 0,45 a 0,52 cm, sendo influenciado pelas condições climáticas, visto que a safra de 2016 foi acometida por falta de chuva.

A variação do percentual de café retido na classificação por peneira foi de 1,30% a 9,20%, 12,50% a 33,00% e 15,20% a 29,50% nas peneiras de crivo circular 17,18 e 19, 15 e 16 e abaixo de 14, respectivamente. Já nas peneiras de crivo alongado variou de 9,00% a 19,57%, 11,50% a 20,50% e 14,83% a 32,17% nas peneiras 11, 12 e 13, 10 e abaixo de 9.

As notas sensoriais variaram de 71,13 (SB15) a 79,29 (BT00). Conforme o Protocolo de Degustação dos Robusta Finos (EQUPE CONILON BRASIL, 2011), notas atribuídas entre 70 a 80 corresponde a classificação café prêmio, o que foi constatado para todos os tratamentos avaliados.

Tabela 7 - Classificação por tipo e as médias e desvio padrão para cata, diâmetro e nota sensorial, e classificação da bebida para o café conilon submetido a degomagem biológica com inóculos em concentrações variadas.

Tratamentos	Tipo	Cata (%)	Diâmetro médio (cm)	Nota sensorial	Classificação sensorial
SC00	6-45	11,30 ± 1,55	0,50 ± 0,03	77,88 ± 2,13	Prêmio
SC05	7	5,42 ± 3,40	0,49 ± 0,04	72,75 ± 10,39	Prêmio
SC10	6-30	13,46 ± 3,33	0,51 ± 0,04	73,84 ± 1,65	Prêmio
SC15	6-35	7,03 ± 0,00	0,47 ± 0,00	72,08 ± 9,39	Prêmio
SC20	6-25	17,11 ± 1,40	0,50 ± 0,01	76,09 ± 1,80	Prêmio
SB00	7	12,24 ± 1,37	0,47 ± 0,01	78,09 ± 2,61	Prêmio
SB05	6-45	9,83 ± 0,00	0,47 ± 0,00	75,09 ± 0,48	Prêmio
SB10	6-30	14,38 ± 2,30	0,47 ± 0,02	77,40 ± 1,62	Prêmio
SB15	6-35	16,81 ± 3,01	0,52 ± 0,04	71,13 ± 9,02	Prêmio
SB20	7-05	16,99 ± 5,88	0,53 ± 0,05	77,29 ± 1,63	Prêmio
BT00	6-10	8,74 ± 2,62	0,50 ± 0,01	79,29 ± 2,46	Prêmio
BT05	7	11,04 ± 4,04	0,49 ± 0,03	78,63 ± 2,34	Prêmio
BT10	6-45	14,46 ± 2,98	0,45 ± 0,01	78,05 ± 3,09	Prêmio
BT15	6-45	14,13 ± 2,58	0,48 ± 0,01	78,21 ± 1,73	Prêmio
BT20	6-35	13,98 ± 2,54	0,49 ± 0,02	77,96 ± 2,88	Prêmio

*Média de 3 repetições ± desvio padrão.

Tabela 8 - Percentual de café retido durante a classificação por peneira.

Tratamentos	Percentual de café retido nas peneiras					
	17, 18 e 19	15 e 16	Menor que 14	11, 12 e 13	10	9 abaixo
SC00	7,37 ± 4,80	18,27 ± 7,73	15,20 ± 1,81	19,57 ± 3,74	19,43 ± 6,62	19,97 ± 5,31
SC05	8,60 ± 6,8	17,40 ± 6,30	21,20 ± 8,70	13,00 ± 6,60	16,60 ± 0,30	23,67 ± 11,65
SC10	6,63 ± 4,58	23,80 ± 11,90	23,78 ± 11,80	10,97 ± 6,79	11,50 ± 5,70	19,43 ± 12,59
SC15	1,30 ± 0,00	17,80 ± 0,00	29,50 ± 0,00	9,00 ± 0,00	19,60 ± 0,00	22,50 ± 0,00
SC20	9,20 ± 4,40	19,40 ± 2,00	17,50 ± 2,00	15,77 ± 1,45	16,10 ± 1,60	21,07 ± 2,05
SB00	3,80 ± 2,85	13,33 ± 0,64	19,77 ± 8,58	17,00 ± 7,40	18,83 ± 5,10	23,20 ± 5,92
SB05	2,50 ± 0,00	13,70 ± 0,00	22,20 ± 0,00	10,70 ± 0,00	20,50 ± 0,00	20,40 ± 0,00
SB10	3,53 ± 3,09	15,07 ± 4,76	25,60 ± 14,31	12,73 ± 8,01	19,10 ± 5,45	23,97 ± 7,35
SB15	7,30 ± 5,82	28,53 ± 13,49	16,93 ± 11,02	9,00 ± 3,73	17,97 ± 7,06	14,83 ± 7,22
SB20	8,87 ± 5,75	33,00 ± 13,60	17,10 ± 1,90	11,37 ± 4,05	13,97 ± 5,25	15,70 ± 7,70
BT00	5,17 ± 1,05	23,00 ± 1,10	18,40 ± 4,80	15,60 ± 6,00	16,20 ± 0,30	21,37 ± 1,15
BT05	6,20 ± 5,26	17,87 ± 4,21	21,67 ± 10,85	15,76 ± 9,96	16,57 ± 3,68	22,10 ± 5,82
BT10	1,80 ± 0,60	12,50 ± 0,60	25,80 ± 0,90	8,47 ± 0,95	19,50 ± 1,90	32,17 ± 1,35
BT15	4,73 ± 1,39	16,23 ± 3,42	20,50 ± 1,47	16,43 ± 4,82	18,67 ± 4,05	24,20 ± 2,50
BT20	4,83 ± 0,60	20,57 ± 9,28	15,77 ± 2,35	16,87 ± 5,00	20,20 ± 1,74	19,00 ± 7,57

*Média de 3 repetições ± desvio padrão.

O café inoculado com *Saccharomyces cerevisiae* apresentou sabor amadeirado, pouco doce, pouco amargor, cereal, cana de-açúcar, malte e especiarias. Os inoculados com *Saccharomyces bayanus* apresentaram características amadeiradas, condimentadas, chá mate, doce de leite, erval e amêndoas. O café inoculado com *Brettanomyces bruxellensis* três apresentou sabor amadeirado, erval, condimentado, melado frutado, amêndoas frutado e de vinho. De forma geral, o aroma dos cafés inoculados nas concentrações 0; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20% foram amadeirados, erval maltados, condimentados e frutados.

5.1.6 Seleção de inóculo e concentração

A seleção dos tratamentos para a segunda fase do experimento levou-se em consideração a nota sensorial (Tabela 7) e o custo de cada inóculo, que variou de R\$ 0,00 (concentração 0,0% m m⁻¹) a R\$ 113,98 (concentração de 0,20% m m⁻¹) para as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces bayanus* e para a levedura *Brettanomyces bruxellensis* três variou de R\$0,00 (concentração 0,0% m m⁻¹) a R\$ 230,79 (concentração de 0,20% m m⁻¹), tais custos foram calculados para uma saca de café beneficiado de 60 kg.

A análise de variância para a nota sensorial demonstrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a classificação por bebida. Os custos para ambos os inóculos utilizados sofrem aumento com o incremento na concentração. Porém, com a finalidade de comparação entre as diferentes formas de processamento pós-colheita optou-se por utilizar a via úmida com adição dos inóculos *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus*, *Brettanomyces bruxellensis* três, na concentração de 0,20% m m⁻¹ de café, totalizando três tratamentos.

5.2 ANÁLISE DAS FORMAS DE PROCESSAMENTO PÓS-COLHEITA VIA ÚMIDA SEM ADIÇÃO DE INÓCULO, VIA SECA, VIA SEMISSECA, VIA ÚMIDA COM ADIÇÃO DE INÓCULO, FERMENTAÇÃO SEMISSÓLIDA E VIA SECA PRODUTOR

5.2.1 Umidade, pH e acidez titulável

Conforme análise de variância não foi constatada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos quanto ao teor de umidade, pH e acidez titulável total. As médias e desvio padrão para umidade, pH e acidez são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Valores médios para o teor de umidade, pH e a acidez titulável total em relação para tratamentos avaliados.

Tratamentos	Umidade (% b.u.)	pH	Acidez titulável total (mL de NaOH 0,1 mol L ⁻¹ 100 g ⁻¹ de café)
Via úmida	10,36 ± 0,35	5,31 ± 0,16	247,68 ± 31,30
Via seca	10,41 ± 0,25	5,43 ± 0,23	246,19 ± 16,77
Via semiseca	10,36 ± 0,28	5,33 ± 0,04	263,99 ± 39,59
SC20	10,48 ± 0,10	5,37 ± 0,10	251,68 ± 20,66
SB20	10,58 ± 0,22	5,29 ± 0,17	269,47 ± 9,33
BT20	10,46 ± 0,30	5,28 ± 0,17	253,42 ± 13,14
Fermentação semissólida	10,70 ± 0,29	5,38 ± 0,18	248,64 ± 37,61
Via seca-produtor	10,38 ± 0,28	5,52 ± 0,03	243,53 ± 13,48

*Média de 3 repetições ± desvio padrão. **b.u.: base úmida.

O teor de umidade variou de 10,36 a 10,70% b.u., valores dentro do limite estabelecido pela legislação (BRASIL, 2003).

A variação do pH foi de 5,28 a 5,52, dentro da faixa ideal para café conilon, conforme descrito por Balzer (2001), exceto o tratamento café via cedido produtor.

Lima Filho *et al.* (2013) obtiveram valores de pH entre 5,35; 5,27; e 5,40 para as formas de processamento via seca, via semiseca e via úmida para o café conilon, que são semelhantes aos obtidos neste estudo foram 5,33; 5,43 e 5,31, respectivamente.

Os valores para a acidez titulável total variaram de 243,53 a 269,47 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café. Para o tratamento via seca a acidez foi de 246,19, via semiseca de 263,99 e via úmida de 247,68 47 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café. Estes valores são superiores aos encontrados por Jacintho (2002) que foram de 139,14, 163,85 e 154,65 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café conilon,

respectivamente. A diferença nos valores de acidez pode ser explicada pelo uso de diferentes variedades de café conilon. Neste estudo utilizou a variedade Vitória, com agrupamento de 13 clones, enquanto Jacintho (2002) não relata a variedade utilizada.

5.2.2 Compostos fenólicos e antioxidante

Consoante os resultados da análise de variância ($p > 0,05$), foi constatado que os tratamentos avaliados não diferiram no que se refere à atividade antioxidante e compostos fenólicos. As médias e desvio padrão para essas variáveis são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores médios para atividade antioxidante (AT) ABTS e DPPH e para compostos fenólicos totais.

Tratamentos	AT ABTS ($\mu\text{mols de Trolox g}^{-1}$ de café)	AT DPPH (%)	Fenólicos (mg de ácido tânico 100 g^{-1} de café)
Via úmida	281,27 \pm 54,87	41,97 \pm 2,02	23,91 \pm 2,19
Via seca	296,40 \pm 44,38	43,29 \pm 2,76	10,40 \pm 4,19
Via semiseca	252,13 \pm 30,83	67,25 \pm 5,56	20,26 \pm 5,38
SC20	238,92 \pm 51,07	61,84 \pm 8,17	13,45 \pm 9,40
SB20	288,94 \pm 33,60	40,61 \pm 16,62	36,12 \pm 6,25
BT20	240,84 \pm 23,68	40,93 \pm 19,25	7,74 \pm 3,58
Fermentação semissólida	309,09 \pm 34,57	51,29 \pm 1,34	20,76 \pm 9,84
Via seca-produtor	270,76 \pm 16,38	58,99 \pm 1,88	12,13 \pm 5,56

*Média de 3 repetições \pm desvio padrão.

Os valores médios de atividade antioxidante variaram entre 238,92 e 309,09 $\mu\text{mols de Trolox g}^{-1}$ de café, e os mesmos são próximos aos encontrados por Fonseca-García, Calderón-Jaimes e Riveira (2014). A atividade antioxidante média para o café arábica variou de 224,0 a 245,0 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ de café, sendo um resultado já era

esperado visto que o café conilon apresenta maiores teores de compostos antioxidantes do que o café arábica.

O percentual de sequestro do radical DPPH variou de 40,61% a 67,25%. Morais *et al.* (2009) avaliaram a capacidade antioxidante de café conilon em diferentes graus de torra e obtiveram o percentual de sequestrante de DPPH entre 59,59% a 79,60%.

O teor de compostos fenólicos variou entre 7,74 a 36,12 mg de ácido tânico 100 g⁻¹ de café. Esses valores são superiores aos encontrados por Almeida e Benassi (2011) para cafés arábica comerciais. A faixa de 63,71 a 89,21 mg eq. ácido gálico g⁻¹ café para compostos fenólicos foi obtida para café conilon por Morais *et al.* (2009), em diferentes graus de torra e são inferiores ao encontrados no presente estudo.

5.2.3 Quantificação de açúcares

Conforme análise de variância ($p > 0,05$), não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos. A Tabela 11 traz as médias para os teores de açúcar total e redutor para grãos de café cru e torrado.

Para os grãos de café cru, o teor de açúcar total variou entre 3,73% a 6,53% b.s. Quanto aos teores de açúcar redutor foram constatados valores entre 2,62% a 3,07%. No que se refere aos teores de açúcar total e redutor para grãos de café torrados e moídos, os valores variaram de 2,34% a 7,45% e 1,30% a 2,61%, respectivamente. Normalmente, os teores de açúcar total e redutor reduzem durante a torrefação do café por causa das reações de Maillard e caramelização que levam à formação de compostos associados ao aroma e o sabor da bebida.

Partielli *et al.* (2014) observaram valores de açúcar total em grãos de café conilon cru preparados por via seca entre 4,42% a 4,93%. Estes valores estão próximos aos tratamentos SB20, BT20 e fermentação semissólida. Em relação, ao teor de açúcar total em grãos de café torrado, os valores obtidos neste estudo foram superiores aos encontrados por Agnoletti (2015), que constatou valores entre 0,65% a 0,80%.

Tabela 11 - Valores médios para os teores de açúcar redutor e total (% base seca) em grãos de café cru e torrado.

Tratamentos	Açúcar redutor (% b. s.)		Açúcar total (% b. s.)	
	Grão torrado	Grão cru	Grão torrado	Grão cru
Via úmida	2,45 ± 0,88	2,82 ± 0,32	2,58 ± 0,04	5,14 ± 1,47
Via seca	2,53 ± 0,08	2,63 ± 0,01	2,94 ± 0,41	3,73 ± 0,66
Via semiseca	2,60 ± 0,05	2,64 ± 0,01	2,34 ± 0,49	4,63 ± 0,99
SC20	2,53 ± 0,07	2,64 ± 0,01	4,55 ± 0,27	5,02 ± 1,23
SB20	2,52 ± 0,11	3,07 ± 0,79	3,41 ± 0,09	5,42 ± 1,16
BT20	2,61 ± 0,05	2,62 ± 0,01	7,45 ± 0,60	4,64 ± 1,07
Fermentação semissólida	1,30 ± 0,17	2,63 ± 0,01	2,63 ± 0,01	4,53 ± 0,31
Via seca-produtor	2,08 ± 0,26	2,63 ± 0,01	2,63 ± 0,01	6,53 ± 1,42

*Média de 3 repetições ± desvio padrão. **% b.s.: base seca.

5.2.4 Análise colorimétrica do café

Segundo análise de variância ($p < 0,05$), os tratamentos avaliados diferiram estatisticamente, sendo as médias e desvio padrão das coordenadas L^* , a^* e b^* apresentadas na Tabela 12.

O parâmetro luminosidade (L^*) variou de 29,47 a 41,86. Os tratamentos via seca e café via seca-produtor divergiram dos demais tratamentos em relação a luminosidade. A coordenada a^* variou de 4,73 a 9,47. A faixa para coordenada b^* foi de 4,99 a 17,21. Em relação às coordenadas a^* e b^* , os tratamentos via úmida, via seca e via seca do produtor foram divergentes dos demais. Baseados nos resultados de Franca *et al.* (2009), o grau de torra dos cafés foi leve para via seca-produtor e muito leve para os demais tratamentos.

Tabela 12 - Valores médios das coordenadas L*, a* e b*.

Tratamentos	L*	a*	b*
Via úmida	39,61 ± 4,66 ab	9,34 ± 0,16 a	16,82 ± 2,45 a
Via seca	41,86 ± 2,75 a	9,47 ± 0,68 a	17,21 ± 2,10 a
Via semiseca	34,71 ± 2,76 ab	8,13 ± 1,00 ab	11,76 ± 2,79 ab
SC20	35,73 ± 5,47 ab	7,79 ± 1,84 ab	11,97 ± 4,80 ab
SB20	35,48 ± 3,82 ab	8,09 ± 1,12 ab	12,01 ± 3,21 ab
BT20	35,04 ± 0,84 ab	8,04 ± 0,11 ab	11,47 ± 0,15 ab
Fermentação semissólida	35,63 ± 4,69 ab	7,98 ± 2,41 ab	12,07 ± 5,13 ab
Café via seca- produtor	29,47 ± 1,21 b	4,73 ± 1,12 b	4,99 ± 1,60 b

*Média de 3 repetições ± desvio padrão. ** Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

5.2.5 Lixiviação de potássio e condutividade elétrica

A análise de variância ($p > 0,05$) não demonstrou diferença significativa entre os tratamentos avaliados para condutividade elétrica e lixiviação de potássio. As médias e desvio padrão são apresentados na Tabela 13.

A condutividade elétrica variou de 89,20 a 123,23 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de amostra, sendo o maior valor observado para o processamento via seca e o menor para a via úmida. A exemplo de Saath *et al.* (2012), pode se concluir que o processamento via seca proporciona maiores danos a membrana do que o via úmida, e conseqüentemente maiores são os valores de condutividade elétrica. Além disso, com base nos dados experimentais, conclui-se que o uso dos inóculos *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* e *Brettanomyces bruxellensis* três não influenciaram negativamente no resultado da condutividade elétrica. A lixiviação de potássio variou 66,56 (SC20) a 141,80 ppm (SB20).

Tabela 13 - Valores médios da condutividade elétrica e lixiviação de potássio para as diferentes formas de processamento.

Tratamentos	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de amostra)	Lixiviação de potássio (ppm)
Via úmida	89,20 \pm 6,68	71,24 \pm 24,41
Via seca	123,23 \pm 4,14	101,09 \pm 18,59
Via semisseca	114,85 \pm 9,16	77,38 \pm 13,77
SC20	103,01 \pm 19,66	66,56 \pm 7,49
SB20	102,76 \pm 24,69	141,867 \pm 68,99
BT20	108,22 \pm 28,88	89,86 \pm 14,32
Fermentação semissólida	109,86 \pm 27,93	76,02 \pm 18,93
Via seca-produtor	111,18 \pm 3,17	99,22 \pm 11,31

*Média de 3 repetições \pm desvio padrão.

5.2.6 Classificação – tipo, peneira e bebida

Conforme os resultados obtidos na análise de variância, averiguou-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos em relação à classificação por peneira e por bebida. As médias para cada tratamento para estas classificações são mostrados nas Tabela 14 e Tabela 15.

Na classificação por tipo foram determinados o tipo e calculado o percentual de cata. O tipo variou de 7-15 a 7-20. O percentual de cata variou de 7,86% a 20,19%. Assim, o café processado por via úmida foi o que obteve o menor tipo e o menor percentual de cata em relação aos demais tratamentos.

Em relação ao diâmetro médio, a variação foi de 0,47 a 0,51 cm. O diâmetro médio do grão de café do processamento via úmida diferiu do da via seca, da via semisseca e do SB20 e não distinguiu de SC20, de BT20, de fermentação semissólida e café via seca do produtor. Os diâmetros dos grãos foram influenciados pela seca que acometeu o estado do Espírito Santo no ano de 2016.

Tabela 14 – Classificação por tipo e as médias cata (%), diâmetro médio, nota sensorial e classificação em relação a bebida para os diferentes processamentos.

Tratamentos	Tipo	Cata (%)	Diâmetro médio (cm)	Notas sensorial	Classificação
Via úmida	6-15	7,86 ± 0,14	0,51 ± 0,01 a	79,38 ± 1,52 a	Prêmio
Via seca	6-30	14,30 ± 2,77	0,47 ± 0,01 b	77,50 ± 1,89 ab	Prêmio
Via semisseca	6-20	11,03 ± 2,45	0,48 ± 0,02 b	76,75 ± 2,38 ab	Prêmio
SC20	7	13,24 ± 4,57	0,50 ± 0,02 ab	77,13 ± 0,70 ab	Prêmio
SB20	6-20	12,45 ± 2,55	0,48 ± 0,01 b	77,25 ± 4,79 ab	Prêmio
BT20	6-40	10,52 ± 52,15	0,49 ± 0,01 ab	75,58 ± 0,75 ab	Prêmio
Fermentação semissólida	6-40	11,44 ± 4,56	0,49 ± 0,00 ab	72,13 ± 0,00 b	Prêmio
Via seca-produtor	7-20	20,19 ± 0,00	0,48 ± 0,00 ab	74,35 ± 0,00 ab	Prêmio

*Média de 3 repetições ± desvio padrão. ** Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 15 - Classificação por peneira do café conilon variedade Vitória processado em diferentes formas de processamento pós-colheita.

Tratamentos	Percentual de café retido nas peneiras					
	17, 18 e 19	15 e 16	Menor que 14	11, 12 e 13	10	9 abaixo
Via úmida	7,97 ± 1,02	26,9 ± 3,31	9,63 ± 1,75	18,40 ± 4,42	21,57 ± 2,83	15,40 ± 0,88
Via seca	1,30 ± 0,55	14,93 ± 1,90	37,20 ± 5,20	6,47 ± 1,27	11,00 ± 3,12	20,20 ± 5,13
Via semiseca	3,27 ± 1,40	19,00 ± 5,54	28,60 ± 8,55	15,97 ± 4,81	13,60 ± 2,52	26,00 ± 5,46
SC20	8,83 ± 4,25	15,57 ± 4,72	20,67 ± 13,14	19,17 ± 5,04	17,97 ± 3,08	20,10 ± 2,91
SB20	3,87 ± 2,19	19,63 ± 3,65	18,23 ± 1,50	11,53 ± 4,65	19,43 ± 2,61	27,30 ± 2,49
BT20	3,03 ± 0,91	23,00 ± 5,38	20,77 ± 10,36	11,13 ± 6,05	19,10 ± 5,48	22,90 ± 3,39
Fermentação semissólida	3,13 ± 1,73	24,17 ± 5,42	22,33 ± 10,75	11,37 ± 6,60	16,50 ± 4,22	20,03 ± 0,75
Via seca-produtor	2,80 ± 0,00	22,00 ± 0,00	23,20 ± 0,00	10,30 ± 0,00	14,00 ± 0,00	27,4 ± 0,00

*Média de 3 repetições ± desvio padrão.

Em relação ao percentual de café retido na classificação por peneira a variação foi de nas peneiras de crivo circular: 1,30% a 8,83% nas peneiras 17, 18 e 19; de 14,93% a 26,90% nas peneiras 15 e 16; de 9,63% a 37,20% nas peneiras menores que 14; de nas peneiras de crivo alongado: 6,47% a 19,17% nas peneiras 11, 12 e 13; de 11,00% a 21,57% na peneira 10 e de 15,40% a 27,40% nas peneiras menores que 9.

As notas sensoriais variaram de 72,13 a 79,38. O processamento pós-colheita via úmida obteve a maior nota sensorial e diferiu do tratamento fermentação semissólida que obteve a menor nota. De acordo com o Protocolo de Degustação de Robustas Finos (2010), todos os tratamentos foram classificados como café prêmio.

O café processado por via úmida apresentou sabor remetente a cereal, caramelo, amêndoas, floral, erval e amadeirado, e o via seca, erval, amadeirado, acidez baixa e chá mate. Quanto o processo via semisseca foi constatado sabor erval, madeirado, fermentado, floral e frutado.

O tratamento SC20 explicitou sabor achocolatado, condimentado, caramelo, cereal fermentado, erval, frutado e malte. Os sabores de nozes, achocolatado, frutado, rapadura, erval, amendoado, amanteigado, caramelo e cereal fermentado foram encontrados no tratamento SB20. Para o tratamento BT20 foram observados os sabores chocolate, apimentado, erval, frutado, condimentado, cereal e rapadura. Portanto o uso de inóculos diferenciados pode explicitar sabores próprios. Cabe definir quais são os apreciados pelos consumidores.

A fermentação semissólida conferiu os sabores cereal, amadeirado, condimentado e erval. O tratamento via seca-produtor apresentou característica de fermentado, amadeirado e erval.

Na Figura 5 observa-se o perfil sensorial para os processamentos pós-colheita estudados, sendo que o valor médio para cada atributo está marcado no eixo correspondente. A escala para cada eixo é de 0 a 10.

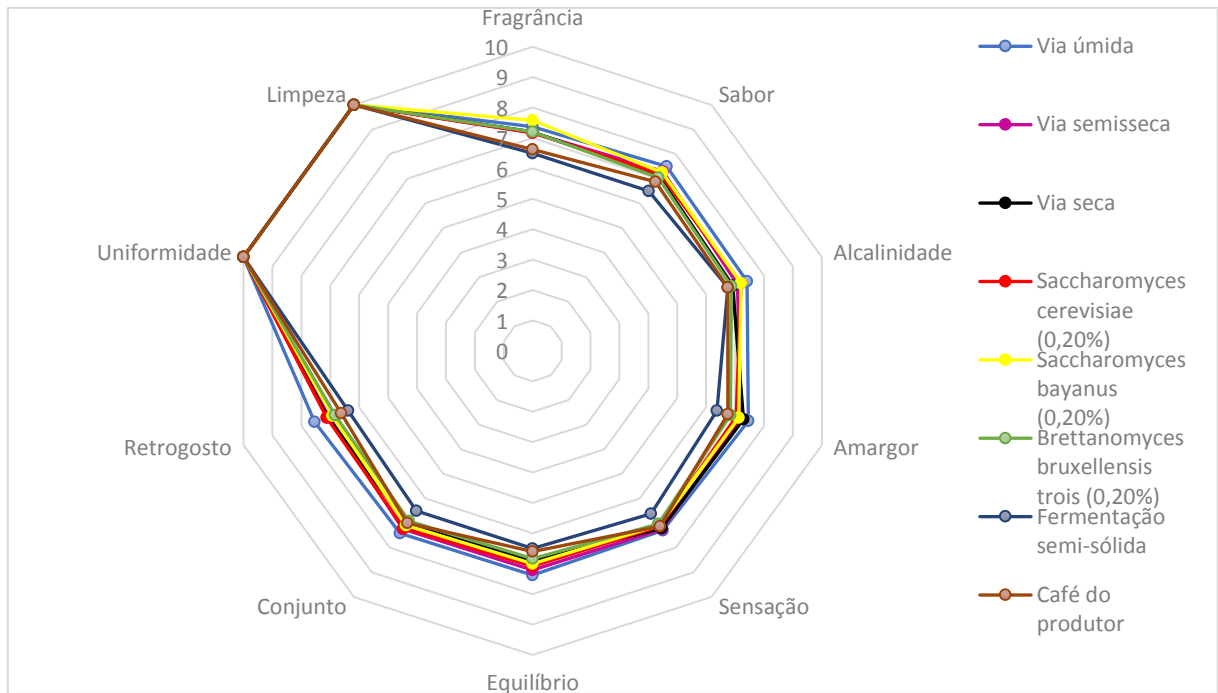


Figura 5 - Perfil sensorial para classificação por bebida em diferentes formas de processamento pós-colheita.

De acordo com o perfil sensorial, notou que as formas de processamento assemelham para cada um dos atributos. O café via seca-produtor, assim como a fermentação semissólida obtiveram as menores notas. Já a forma de processamento via úmida se destacou com as melhores notas em cada atributo, devido a ação dos microrganismos endofíticos.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados nesse estudo confirmou-se que o emprego de inóculos de *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* e *Brettanomyces bruxellensis* três, durante a secagem de café conilon variedade Vitória, foi viável e satisfatória, uma vez que os mesmos atuam como agentes de degomagem sem provocarem mudanças prejudiciais às características físico-químicas e sensoriais dos grãos de café.

Além disso, com este trabalho pode-se concluir que o tipo de processamento do fruto de café conilon influencia nas propriedades sensoriais da bebida final, porém não influenciou, no presente estudo, nas propriedades físico-químicas dos grãos de café cru e torrado. Comprovou-se ainda, através dos experimentos realizados, que a realização do processamento via úmida de forma adequada é suficiente para obtenção de uma bebida de qualidade, não sendo necessária adição de inóculos, uma vez que esta etapa tornaria o processo mais lento e um pouco mais caro.

Este trabalho foi apenas o início de intensas pesquisas que devem ser realizadas quando se trata de fermentação induzida em café conilon, sendo necessários outros estudos com outras espécies de microrganismos endógenos e exógenos aos frutos de café, de diferentes locais, além de diferentes variedades do café conilon.

7 REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, S. A.; GUALBERTO, R.; ALVARENGA, F.; LIMA, A. R. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 1799–1804, 2008.

ACTION. [pacote estatístico] Disponível em: < <http://portalaction.com.br/> >. Acesso em: 08 set. 2016.

AFONSO JÚNIOR, P. C. **Aspectos físicos, fisiológicos e da qualidade do café em função da secagem e do armazenamento**. 2001. 373 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2001.

AGATE, A. D.; BHAT, J. V. Role of pectinolytic yeasts in the degradation mucilage layer of *Coffea robusta* cherries. **Applied and Environmental Microbiology**. Washington D C. v. 14, n. 2, p. 256–260, mar. 1966.

AGNOLETTI, B. Z. **Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*) classificados quanto à qualidade da bebida**. 2015. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Espírito Santo. 2015.

AGUIAR, A. T. E.; FAZOULI, L. C.; SALVA, T. J. G.; FAVARIN, J. L. (Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. Bragantia: **Revista de Ciências Agrônomicas**. Campinas, v. 64, n. 4, p. 577-582. 2005.

ALMEIDA, M. B.; BENASSI, M. T. Atividade antioxidante e estimativa do teor de melanoidinas em cafés torrados comerciais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1893-1900, 2011.

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração de qualidade**. 1978. 85 f. Tese (Livre-docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 1978.

AMORIM, H. V.; AMORIM, V. L. Enzyme in food and beverage processing. Washington: **American Chemical Society**, 1977, 86p. 1977.

ANGÉLICO, C. L. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes da secagem**. 2008. 175 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras. 2008.

ARNOLD, U.; LUDWIG, E.; KÜHN, R.; MÖSCHWITZER, U. Analysis of free amino acids in green coffee beans. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung**, Springer Berlin, Heidelberg, v. 199, n. 1, p. 22-25, 1994.

ARUNGA, R.O. Coffee. **Economic Microbiology**, Amsterdam, v. 7, n. 2, p. 259-279, 1982.

AVALLONE, S.; GUYOT, B.; BRILLOUET, J. M.; OLGUIN, E.; GUIRAUD, J. P. Microbiological and Biochemical study of coffee fermentation. **Current Microbiology**, New York, v. 42, p. 252-256, 2001.

AVALLONE, S.; GUIRAUD, J. P.; GUYOT, B.; OLGUIN, E.; BRILLOUET, J. M. Polysaccharide constituents of coffee bean mucilage. **Journal of Food Science**, v.65, p. 1308-1311. 2000.

BALZER, H. H. Acids in coffee. In: CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. (Ed.). Coffee: recent developments. London: **Blackwell Science**, 2001. cap. 1B, p. 18-32. 2001.

BANKS, M.; MCFADDEN, C.; ATKINSON, C. **Manual Enciclopédico do Café**. Lisboa: Editorial Estampa. 2000.

BATISTA, L. R. **Incidência de fungos produtores de acrotoxina A em grãos de café (*Coffea arabica* L.) pré-processados por via seca e úmida**. Lavras: UFLA, 218 p. 2005.

BICHO, N. C. C.; OLIVEIRA, J. F. S.; LINDON, F. J. C.; RAMALHO, J. C.; LEITÃO, A. E. O. **Café-Origens, Produção, Processamento e Definição de Qualidade** (10 Edição.). Escolar Editora. 2011.

BICUDO, L. P. Para fazer café fino não é indispensável gastar muito. **Lavoura e Criação**, São Paulo, n. 155, p. 17-20, 1962.

BORÉM, F. M. **Processamento do café**. Pós-colheita do café. Lavras, MG: Editora UFLA, 631p. 2008.

BORÉM, F. M.; SAATH, R.; ALVES, E.; TAVEIRA, J. H. Caractization of the moment of endosperm cell damage during coffee drying. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE**, 22, 2008. Campinas. Resumo. Campinas: ASIC, p. 14-19, 2008.

BORÉM, F. M.; MARQUES, E. R.; ALVES, E. Ultrastructural analysis damage in parchment Arabica coffee endosperm cells. 2008. **Biosystems Engineering**, Elsevier, Amsterdam, v. 99, p. 62-66, 2008.

BORÉM, F. M. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade**. Lavras: UFLA/FAEPE, 103 p. 2004.

BRANDO, C. H. J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despulpado ou lavado. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS**, 25,1999, França. Anais. Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, p. 342-346. 1999.

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 da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29. Disponível em: <<http://www.ministério.gov.com.br>>. Acesso em: 12 nov 2016.

Brazil Specialty Coffee Association (BSCA). **Classificação por tipo e bebida.** Disponível em: <<http://bsca.com.br/clasificacao-tipo-bebida.php>>. Acesso em 16 jun 2016.

Brazil Specialty Coffee Association (BSCA). **O que são cafés especiais.** Disponível em: <<http://bsca.com.br/cafes-especiais.php>>. Acesso em 14 dez 2016.

BUTT, M. S.; SULTAN, M. T. Coffee and its consumption: benefits and risks. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 4, p. 363–73, 2011.

CAFÉ DAMASCO. Disponível em: <http://www.cafedamasco.com.br/sobre_cafe/tipos.htm>. Acesso em 17 nov 2016.

CAFÉ TOLEDO. **Cafés especiais do Brasil consolidam novos mercados.** Disponível em: <<http://www.cafetoledo.com.br/noticias/segredos-do-cafe/>>. Acesso em 14 dez 2016.

CAMPOS, M. A. P. **Estudo químico-fisiológico dos elementos minerais: macro e microelementos.** In: CHAVES, N. (Ed.) *Nutrição básica e aplicada*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 9, p.33-155. 1978

CANO-MARQUINA, A.; TARÍN, J. J.; CANO, A. The impact of coffee on health. **Maturitas**, v. 75, n.1, p. 7–21, 2013.

CASAL, S. I. P. **Compostos nitrogenados: desenvolvimento de metodologias analíticas e sua aplicação na discriminação de espécies e no controlo da intensidade da torra do café.** 2004. 266 f. (Dissertação de Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. Porto, 2004.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee*. London: **Elsevier Science**, v. 1, 306 p. 1985.

CENCI, S. A.; GOMES, C. A. O.; ALVARENGA, A. L. B.; JUINIOR, M. F. Boas Práticas de Processamento Mínimo de Vegetais na Agricultura Familiar. In: Felon do Nascimento Neto. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas**

Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar. 1a ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 59-63, 2006.

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais.** 1994. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1994.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Ed.). *Coffee: botany, biochemistry, and production of beans and beverage.* London: **Croom Helm Publishers Ltda**, p. 305-374. 1985

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. **Café.** Disponível em: < <http://www.ceplac.gov.br/radar/cafe.htm>>. Acesso em 04 mar 2017.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de café.** Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_27_16_26_51_boletim_cafe_portugues_-_4o_lev_-_dez.pdf>. Acesso em 21 mar 2017.

CORADI, P.C.; BORÉM, F. M.; SAATH, R.; MARQUES, E. R. Effect of drying and storage conditions on the quality of natural and washed coffee. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 38-47, 2007.

CORRÊA, P. C. **Simulação de secagem de café em camada espessa.** 1982. 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, MG. 1982.

CORTEZ, J. G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 21-26, 1997.

CORTEZ, J.G. Controle das fermentações do café e a qualidade da bebida. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS**, 19., 1993, Três Pontas. Resumos. Rio de Janeiro: MARA, p. 86. 1993.

CUELLAR, J. D. H. **Mucilagem residual em café cereja descascado e seus efeitos na qualidade da bebida e na produção de cafés especiais**. 2007. 155 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

CUNHA, A. P. Farmacognosia e Fitoquímica (3th ed.). **Fundação Calouste Gulbenkian**. 2010.

CUNHA, D. F.; CUNHA, S. F. C. Microminerais. In: OLIVEIRA, J.E.D.; MARCHINI, J.S. (Ed.). **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Savier, cap. 9, p.142-143. 1998.

DELIZA, R.; ALVES, P. L. S.; RIBEIRO, E. N.; SILVA, A. L. S.; FARAH, A. Efeito do PVA na preferência da bebida de café. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 4., 2005, Londrina, PR. Anais. Brasília: Embrapa Café, 4p. 2005.

DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. **Análise sensorial de alimentos**. In: MININ, V. P. R. Análise sensorial. Estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225p. 2006.

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Avaliação de métodos para remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15. 1993.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method form Determination of Sugars and Related Substaces. **Nature**, v. 28, n. 3, p. 350 — 356, 1956.

EL HALAL, S. L. M. **Composição, processamento e qualidade do café**. 2008. 47 f. Trabalho- Curso de Bacharelado em Química de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas. 2008.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 488–495, 2012.

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

FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B. Café robusta: uma nova opção para a cafeicultura paulista. **O Agrônomo**, v. 59, n. 1, p. 71-74, 2007.

FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; PINTO, N. A. V. D. P.; NERY, M. C.; PÁDUA, F. R. M. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 5, p.1076-1081, 2003.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FILHO, A. C. V.; VOLPI, P. S.; MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. **Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. 4ª ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012.

FARAH *et al.* Coffee: emerging health effects and disease prevention. EUA, **Wiley - Blackwell**. 2012.

FONSECA-GARCÍA, L.; CALDERÓN-JAIMES, L. S.; RIVERA, M. E. Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en norte de santander (Colombia). **Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica**, v. 21, n. 3, p. 228-236, 2014.

FRANCA, A.; OLIVEIRA, L. S.; AGRESTI, P. C. M.; AUGUSTI, R. A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. **Journal of Food Engineering**, v. 92, n. 3, p. 345-352, 2009.

FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, S. D.; MENDONÇA, J. C. F.; SILVA, X. A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, v. 90, n. 1/2, p. 84-89, 2005.

FRANK, H. A.; LUM, N. A.; CRUZ, A. S. D. Bacteria responsible for mucilage-layer decomposition in kona coffee cherries. **Applied Microbiology**, New York, v. 13, n. 2, p. 201-207, 1965.

GIRANDA, R. do N. **Aspectos qualitativos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes processos de secagem**. 1998. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1998.

GOULART, P. F. P.; ALVES, J. D.; CASTRO, E. M.; FRIES, D. D.; MAGALHÃES, M. M.; MELO, H. C. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 662-666, 2007.

HOFFMANN, F. B., BOARD, E., BEAVO, J. A., BARRETT, J. E., GANTEN, D., GEPPETTI, P., ROSENTHAL, W. **Handbook of Experimental Pharmacology**. USA: Springer. 2011.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Dados estatísticos. 2008. Disponível em: <<http://www.ico.org>>. Acesso em 01 dez. 2016.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf>>. Acesso em 25 jan. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p. 2008.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSITÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). **Vitória Incaper 8142- Variedade clonal de café conilon**. Disponível em:< <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/989/1/FOLDER-Conilon-Vitoria-2011-4-Ed.compressed.pdf>>. Acesso em 14 mar 2017.

JACINTHO, M. I. M. **Efeito do modo de preparo na composição química de grãos de café cru e torrado. Relação da composição química com a qualidade da bebida**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado), da Universidade Estadual de Campinas, 2002.

LAVIOLA, B. G.; MAURI, A. L.; MARTINEZ, H. E. P.; ARAÚJO, E. F.; NEVES, Y. P. Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 39-42, 2006.

LEITE, R. A. Qualidade tecnologica do cafe (*Coffea arabica* L.) pré-processado por “via seca” e “via úmida” avaliada por método químico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 2, n. 3, p.308- 311, 1998.

LIMA, A. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; ABRAHÃO, S. A. Compostos bioativos do café: atividade antioxidante **in vitro** do café verde e torrado antes e após a descafeinação. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 20-24, 2010.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; SARAIVA, S. H., SARTORI, M. A. Composição físico-química e qualidade sensorial de café conilon produzido no Estado do Espírito Santo e submetido a diferentes formas de processamento. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n.4, p. 1723-1730, 2013.

LUDWIG, E.; LIPKE, U.; RACZEC, U.; JÄGER, A. Investigations of peptides and proteases in green coffee beans. **European Food Research Technology**, v. 211, p. 111-116, 2000.

MACRAE, R. Nitrogenous compounds. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Chemistry coffee**. London: **Elsevier Applied Science**, 1985. v. 1, p. 115- 152, 1985.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; COSTA, J. N. M.; JÚNIOR, J. R. V.; OLIVEIRA, S. J. M.; FERNANDES, S. R.; VENEZIANO, W. **Cultivo dos Cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia**. 3ª ed. revista e atualizada – Porto Velho: Embrapa Rondônia: EMATER-RO, 2009.

MASOUD, W.; JESPERSEN, L. Pectin degrading enzymes in yeasts involved in fermentation of *Coffea arabica* in East Africa. **International Journal of Food Microbiology**, v. 110, p. 291–296, 2006.

MASOUD, W.; KALTOFT, C. H. The effects of yeasts involved in the fermentation of *Coffea arabica* in East Africa on growth and ochratoxin A (OTA) production by *Aspergillus ochraceus*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 106, n. 2, p. 229-34, 2006.

MAZZAFERA, P.; SILVAROLLA, M. B. Caffeine content variation in single green Arabica coffee seeds. **Seed Science Research**, v. 20, p. 163–167. 2010.

MENDONÇA, L. M. V. L. **Características químicas, físico-químicas e sensoriais de cultivares de *Coffea arabica* L.** 2004. 153 f. Tese (Doutorado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2004.

MORAIS, S. A. L.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, P. M.; NASCIMENTO, E. A.; CHANG, R. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torra. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 327-331, 2009.

MORAIS, S. A. L.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, E. A.; OLIVEIRA, G. S.; CHANG, R.; SANTOS, N. C.; ROSA, G. M. Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 198-207, 2008.

MUSSATTO, S. I.; MACHADO, E. M. S.; MARTINS, S.; TEIXEIRA, J. A. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. **Food and Bioprocess Technology**, New York, v. 4, n. 5, p. 661-672, 2011.

NASCIMENTO, L. C. do; LIMA, L. C. de O.; PICOLLI, R. H.; FIORINI, J. E.; DUARTE, S. M.; SILVA, J. M. S. F. da; OLIVEIRA, N. de M.; VEIGA, S. M. de O. M. Ozônio e ultra-som: processos alternativos para o tratamento do café despulpado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 282-294, 2008.

NASSER, P. P.; CHALFOUN, S. M. Eficiência da separação de grãos de café de acordo com o tamanho dos grãos de café na análise da qualidade da bebida pelo método químico. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL**, 1., 2000, Poços de Caldas. Resumos expandidos. Brasília: Embrapa Café; MINASPLAN, v.1, p. 737-739. 2000.

NELSON, N. A. Photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, v. 153, p.375-380, 1944.

OLIVEIRA, G. A.; VILELA, E. R.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; ANDRADE, E. T. efeito de diferentes graus de maturação do café (*Coffea arabica* L.) e diferentes temperaturas de secagem na qualidade. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL**, 2., 2001, Vitória, ES. Anais. Vitória, ES: IBC, 2001, p. 864-871. 2001.

OLIVEIRA, J. E. D.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Savier, 1998.

PARTELLI, F. L.; PARTELLI, O.; PARTELLI, A. S.; BORÉM, F. M.; TAVEURA, J. H. da S. Qualidade do café conilon seco em terreiro de estufa com beneficiamento antecipado. **Semina Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2367-2372, 2014.

PEE, W.; CASTELEIN, J. M. The yeasts flora of fermenting robusta coffee. **East African Agricultural and Forestry Journal, Nairobi**, v. 26, n.3, p. 308- 310, 1971.

PERDERSON, C. S.; BREED, R. S. Fermentation of coffee. Oxford: **Food Research**, v. 11, 99 p. 1946.

PIMENTA, C. J.; VILELA, V. R.; CARVALHO JUNIOR C. de Componentes de parede celular de grãos de frutos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos à espera da secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 26, n. 2, p. 203-209, 2004.

PIMENTA, C. J. **Composição química e qualidade do café**. In: PIMENTA, C. J. **Qualidade do café**. Lavras: Editora UFLA, cap. 4, p. 147. 2003.

PIMENTA, C. J.; VILELLA, E. R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em sete épocas diferentes na região de Lavras/MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1481-1491, dez. 2002. Especial. 2002.

PIMENTA, C. J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café**. 2001. 145 f. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2001.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudado de grão de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP, 1992.

PTERNELLI, L. A.; MELLO, M. P. **Conhecendo o R: uma visão estatística**. Viçosa: Ed. UFV, 118 p. 2007.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

REINATO, C. H. R. **Avaliação técnica, econômica e quantitativa do uso de lenha e GLP na secagem de café**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2002.

REINECCIUS, G. A. The maillard reaction and coffee flavor. In: ÈME PROCEEDING OF THE COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 16., 1995, Kyoto, Japan. **Proceedings**. Paris, France: ASIC, 1995. p. 249-257. 1995.

RIBEIRO, F. C.; FIGUEIREDO, L. P.; GIOMO, G. S.; BARBOSA, F. D; MANTOVANI, S. M.; BORÉM, F.M. Influência de métodos de degomagem biológica sobre a germinação e vigor de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. 2009.

RIBEIRO, F. C.; FIGUEIREDO, L. P.; GIOMO, G. S.; ISQUIERDO, E. P.; FERREIRA, I. T.; BORÉM, F. M. Qualidade de bebida, condutividade elétrica e lixiviação de potássio de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes métodos de degomagem biológica. In: **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2009**.

RIBEIRO, D. M. **Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem**. 2003. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

RODRIGUES, T. P. B. **Efeitos fisiológicos da *Coffea arabica* e *Coffea canephora***. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêutica do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz. 2014.

ROSSETTI, R. P. **Determinação de fenóis totais em frutos do café**: Avaliações em diferentes fases de maturação. 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências da Universidade de São Paulo. São Carlos. 2007.

SAATH, R.; BIAGGIONI, M. A. M.; BORÉM, F. M.; BROETTO, F.; FORTUNATO, V.A. Alterações na composição química e sensorial de café (*Coffea arabica* L.) nos processos pós-colheita. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n. 2, p. 96-112, 2012.

SAATH, R. **Qualidade do café natural e despulpado em diferentes condições de secagem e tempos de armazenamento.** 2010. 246 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação da Faculdade de Ciências Agrônômicas, da UNESP - Campus de Botucatu. 2010.

SAATH, R. **Microscopia eletrônica de varredura do endosperma de café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem.** 2000. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2000.

SANTOS, M. H. dos, BATISTA, B. L. Influência do processamento e da torrefação sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica*). **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 604-610, 2007.

SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. **Mixed microbial fermentations of chocolate and coffee.** In: BOEKHOUT, T.; ROBERT, V. (Ed.). **Yeasts in food: beneficial and detrimental aspect.** Hamburg: Behr's Verlag, p.426-459. 2003.

SELMAR, D; BYTOF, G.; KNOPP, S. E.; BRADBURY, A.; WILKENS, J.; BECKER, R. Biochemical insights into coffee processing: quality and nature of green coffee are interconnected with an active seed metabolism. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE IN COFFEE SCIENCE**, 20., 2004, Bangalore. Proceedings. Bangalore: ASIC, 2004.

SILVA, C. F.; VILELA, M. D.; CORDEIRO S. C.; DUARTE F. W.; DIAS R. D.; SCHWAN R. F. Evaluation of a potential starter culture for enhance quality of coffee fermentation. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 29, p. 235–247, 2013.

SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; ABREU, L. M.; DIAS, E. S.; SCHWAN R. F. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. **Food Microbiology**, v. 25, p. 951–957, jul. 2008.

SILVA, J. R. **Otimização do processo de torração do café pelo monitoramento de prâmetros e propriedades físicas e sensoriais.** 2008. 82 f. Dissertação (Mestrado)

Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Ciências de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 2008.

SILVA, R. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; MUNIZ, J. A. Altitude e a qualidade do café cereja descascado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 9, p. 40-47, 2006.

SILVA, R. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; MUNIZ, J. A. Qualidade do café-cereja descascado produzido na região sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, 2004.

SILVA, R. F. **Qualidade do café cereja descascado produzido no sul de Minas Gerais**. 2003. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

SILVA, C.F.; SCHWAN, R.F.; DIAS, E.S.; WHEALS, A.E. Microbiota presente em frutos e grãos de café (*Coffea arabica* L.) despulpado e natural: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2003.

SILVA, C.F.; BATISTA, L.R.; ABREU, L.M.; DIAS, E.S.; SCHWAN, R.F. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. **Food Microbiology**, Kidlington Oxford, United Kingdom, v. 60, n. 1, p. 251-260, 2000.

SILVA, C. F.; SCHWAN, R. F.; SOUSA, E. S. D.; WHEALS, A.E. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 60, p. 251-260, 2000.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. Drying green coffee beans. In: Coffee technology. **Westport, Connecticut: Avi**, 1979a. cap. 6, p. 117-169. 1979.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. Physical and chemical aspects of coffee. In: Coffee technology. **Westport, Connecticut: Avi**, 1979b. cap. 14, p. 527- 575. 1979.

Sindicato do café do estado de Minas Gerais- SINDICAFÉ-MG. **Café no mundo**. Disponível em:< <http://sindicafe-mg.com.br/plus/modulos/conteudo/?tac=cafe-no-mundo>>. Acesso em 04 out 2016.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes, **Revista de Nutrição**, 15(1), 71–81. 2002.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. Protocolo para análise sensorial de café metodologia SCAA. **SCAA CUPPING PROTOCOLS**. TSC-SCAA. Doc: V Portuguese. Revista December. 2008.

SOUZA, S. M. S. de. **Secagem de café com qualidade III: secagem**. Lavras: EPAMIG, 2000. 4 p., Circular técnico, 118. 2000.

TEIXEIRA, A. A.; FAZUOLI, I.C., HASHIZUME, H., NOBRE, G. W., CORTEZ, J. G., O efeito da temperatura de secagem na caracterização dos defeitos provenientes de frutos colhidos verdes. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS**, 7. Anais. Araxá: MAPA/PROCAFÉ, s.n., 1979.

THOMPSON, S. S.; MILLER, K. B.; LOPES, A. L. Cocoa and coffee. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J. (Ed.). **Food microbiology: fundamentals and frontiers**. 2nd ed. Washington: ASM, p. 721-733. 2001.

TOSTA, M. F. **Caracterização fisiológica, bioquímica e sensorial de cafés naturais e desmucilados, produzidos em diferentes altitudes**. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 2014.

TRUGO, L. C.; MOREIRA, R. F.; DE MARIA, C. A. B. Componentes voláteis do café torrado. Parte I: compostos heterocíclicos. **Química Nova**, v. 22, n. 2, p. 209-217, 1999.

VILELA, D. M., PEREIRA, G. V., SILVA, C. F., BATISTA, L. R., SCWHAN, R. F. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with

semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.). **Food Microbiology**, v.27, n. 8, p. 128-135, 2010.

VILELA, D. M. **Isolamento e caracterização convencional e molecular por ARDRA e DGGE da microbiota associada ao café despulpado (*Coffea arabica* L.)**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação Strictu-Sensu em Ciências de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 2009.

VILLELA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem**. 2002. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2002.

WILBAUX, R. **Agricultural engineering**. Rome, Italy: FAO Online Catalogues, 293 p. 1963. 2002.

WINTGENS, J. N. **Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers**, by Wiley-VCH Verlag GmbH & CoKGaA, Weinheim, República Federal da Alemanha, Hardcover, 1022 p. 2004.

WOISK, R. G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal of Apicultural Research**, v. 37, 1998.

YEN, W. J.; CHANG, L. W.; DUH, P. D. Antioxidant activity of peanut seed testa and its antioxidative component, ethyl protocatechuate. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 193-200, 2005.

ANEXO A -Tabela de Equivalência de Defeitos e Classificação por tipo

Defeitos	Quantidade	Equivalência
Grão Preto	1	1
Grãos Ardidos	2	1
Concha	3	1
Grãos Verdes	5	1
Grãos Quebrados	5	1
Grãos Brocados	2 a 5	1
Grãos Mal Granados ou Chochos	5	1


Defeitos	Quantidade	Equivalência
Grão Preto	1	1
Grãos Ardidos	2	1
Concha	3	1
Grãos Verdes	5	1
Grãos Quebrados	5	1
Grãos Brocados	2 a 5	1
Grãos Mal Granados ou Chochos	5	1

Fonte: Adaptado de BRASIL (2003).

Defeitos	Tipo	Pontos	Defeitos	Tipo	Pontos
4	2	+100	46	5	50
4	2 - 05	+ 95	49	5 - 05	55
5	2 - 10	+ 90	53	5 - 10	60
6	2 - 15	+ 85	57	5 - 15	65
7	2 - 20	+ 80	61	5 - 20	70
8	2 - 25	+ 75	64	5 - 25	75
9	2 - 30	+ 70	68	5 - 30	80
10	2 - 35	+ 65	71	5 - 35	85
11	2 - 40	+ 60	75	5 - 40	90
11	2 - 45	+ 55	79	5 - 45	95
12	3	+ 50	86	6	100
13	3 - 05	+ 45	91	6 - 05	105
15	3 - 10	+ 40	100	6 - 10	110
17	3 - 15	+ 35	108	6 - 15	115
18	3 - 20	+ 30	115	6 - 20	120
19	3 - 25	+ 25	123	6 - 25	125
20	3 - 30	+ 20	130	6 - 30	130
22	3 - 35	+ 15	138	6 - 35	135
23	3 - 40	+ 10	145	6 - 40	140
25	3 - 45	+ 05	153	6 - 45	145
26	4	Base	160	7	150
28	4 - 05	05	180	7 - 05	155
30	4 - 10	10	200	7 - 10	160
32	4 - 15	15	220	7 - 15	165
34	4 - 20	20	240	7 - 20	170
36	4 - 25	25	260	7 - 25	175
38	4 - 30	30	280	7 - 30	180
40	4 - 35	35	300	7 - 35	185
42	4 - 40	40	320	7 - 40	190
44	4 - 45	45	340	7 - 45	195
			360	8	200
			> 360	Fora de Tipo	

Fonte: Adaptado de BRASIL (2003).

ANEXO B – Ficha de avaliação sensorial




Formulário para a Degustação de Robustas Finos

Nome: _____

Data: ____/____/____ Sessão: _____

Escala de Qualidade	
5,00 - Médio	6,00 - Bom
5,25	6,25
5,50	6,50
5,75	6,75
7,00 - Muito Bom	8,00 - Fino
7,25	8,25
7,50	8,50
7,75	8,75
9,00 - Excepcional	9,25
	9,50
	9,75



Código Quality Institute
COTIPON
Lda - 2014

Anotação #	Grau de Terra de Anosada	Pontuação Fragrância / Aroma	Pontuação Sabor	Pontuação Substância / Azidez	Pontuação Amargor / Doçura	Pontuação Sentença na Boca	Pontuação Equilíbrio	Pontuação Limpeza	Pontuação Contorno	Defeitos	Substrat	Pont. Total
		Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Lave 2 # Xiters limpidade Grave 4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/>	Lave 2 # Xiters limpidade Grave 4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/>	Resultado Final ➤

Anotação #	Grau de Terra de Anosada	Pontuação Fragrância / Aroma	Pontuação Sabor	Pontuação Substância / Azidez	Pontuação Amargor / Doçura	Pontuação Sentença na Boca	Pontuação Equilíbrio	Pontuação Limpeza	Pontuação Contorno	Defeitos	Substrat	Pont. Total
		Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Nota: _____ Escala: 6-10 Seta: _____ Queda: _____	Lave 2 # Xiters limpidade Grave 4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/>	Lave 2 # Xiters limpidade Grave 4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/>	Resultado Final ➤