

Sucessão de microrganismos em diferentes estádios de secagem do café e sua influência na bebida**Microorganism succession at different coffee drying stages and its influence on the beverage**

DOI:10.34117/bjdv6n1-177

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 16/01/2020

Carlos Carrara Nakayama

Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia de Alimentos

UNICAMP - Campinas-SP

Email: carloscnakayama@gmail.com

Aldir A. Teixeira

Doutor em Agronomia

Experimental Agrícola do Brasil Ltda

Endereço: Rua Dr. Nicolau de Souza Queiroz, 518, CEP 04105-001- São Paulo – SP, Brasil

Email: Aldir.Teixeira@illy.com

Regina R. Teixeira

Bióloga

Experimental Agrícola do Brasil Ltda

Endereço: Rua Dr. Nicolau de Souza Queiroz, 518, CEP 04105-001- São Paulo – SP, Brasil

Email: Regina.Teixeira@illy.com

Márcio Reis

Técnico Agrícola

Experimental Agrícola do Brasil Ltda

Endereço: Rua Dr. Nicolau de Souza Queiroz, 518, CEP 04105-001- São Paulo – SP, Brasil

Email: topex@oi.com.br

Allan Monteiro

Experimental Agrícola do Brasil Ltda

Endereço: Rua Dr. Nicolau de Souza Queiroz, 518, CEP 04105-001- São Paulo – SP, Brasil

Email: Allan.Monteiro@illy.com

Josiane Bueno

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Instituto de Tecnologia de Alimentos

Endereço: Av. Brasil, 2880, CEP 13070-178 – Campinas – SP, Brasil

Email: bueno.josiane28@gmail.com

Marta H. Taniwaki

PhD em Applied Sciences

Instituto de Tecnologia de Alimentos

Endereço: Av. Brasil, 2880, CEP 13070-178 - Campinas – SP, Brasil

Email: marta@ital.sp.gov.br

RESUMO

O café passa por inúmeros processos até ser consumido como bebida e vários fatores contribuem para a qualidade final. Entre eles, a espécie e variedade, região do cultivo, condições climáticas, tratamentos culturais, maturação dos frutos, processamento pós-colheita, armazenagem e o preparo da bebida. Além disso, estudos têm demonstrado que a população microbiana e as condições que fizeram uma ou outra espécie prevalecer, podem influenciar nas características da bebida. No presente estudo foram analisadas 72 amostras provenientes de três tipos de preparos em diferentes dias de secagem ao sol no terreiro (0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias), a fim de identificar e quantificar a presença de fungos, leveduras e bactérias, avaliando seus efeitos na bebida do espresso. Os preparos foram: cereja descascado, onde foi retirada a casca e parte da mucilagem; cereja maduro, onde os frutos são colhidos dos pés de café na fase cereja e levados ao terreiro para secagem ao sol e; café natural, onde os frutos são colhidos dos pés de cafés nas fases passa ou seco e levados ao terreiro para secagem ao sol. Os gêneros de fungos mais encontrados foram *Fusarium* spp., fungos dematiáceos e *Cladosporium* spp. No início da secagem, nos 3 preparos houve alta contagem de leveduras, bactérias totais e bactérias lácticas, diminuindo com o tempo e a redução da atividade de água. O cereja descascado, seco em 12 dias, apresentou maior diversidade fúngica e menor infecção conferindo atributos positivos a bebida. O café natural após 15 dias, apresentou maior infecção fúngica (22%), principalmente por *Fusarium* spp. Na bebida, as amostras foram heterogêneas, algumas apresentaram atributos positivos e outras negativos - fermentação leve. O cereja maduro apresentou menor infecção fúngica (2,5%) e atributos muito negativos na bebida (fermentação forte). Isso indica que o fruto maduro intacto na árvore tem baixa contaminação por fungos. Porém, no terreiro, o fruto com casca, polpa açucarada, muita água e exposto ao calor por um longo período (18 dias) favorece a ação muito prolongada e diversificada de bactérias e leveduras causadoras de possíveis fermentações lácteas, alcoólicas ou acéticas e metabólitos nocivos ao paladar, como o ácido acético (vinagre) e derivados como o éster etil.

Palavras-chaves: café, fungos, bactérias lácticas, qualidade da bebida, análise sensorial.

ABSTRACT

Before coffee is consumed as a beverage, it undergoes several processes. Among factors contributing to the final coffee quality are species or botanical variety, region, climatic conditions, agricultural practices, fruit maturation, post-harvest processing storage and beverage preparation. Besides that, studies have demonstrated that the microbial population present and the conditions that lead to one or other species to prevail, may influence sensorial characteristics of the beverage. In the present study, 72 coffee samples were analyzed at different sun drying stages at the yard (0, 3, 6, 9, 12, 15 and 18 days) in order to identify and to enumerate mould presence, yeasts and bacteria and their effect on espresso beverage. Three

types of coffee preparation were analyzed: washed cherry, where the skin and part of the mucilage were removed before they were dried at the drying yard; mature cherry, where the fruits were harvested at the cherry stage and taken direct to the drying yard for sun drying; and natural coffee, where the fruits were harvested at the raisin or dried stages and taken to the drying yard for sun drying. The most common genera found were *Fusarium* spp., dematiaceous fungi and *Cladosporium* spp. At the beginning of drying all types of preparation showed high yeasts, total and lactic bacteria counts, decreasing with time and reduction of water activity. After 12 days, washed cherry showed the highest fungal diversity and low infection with positive beverage attributes. After 15 days, the natural coffee had the highest fungal infection (22%) mainly by *Fusarium* spp., some of them showed positive attributes and others negative, slightly fermented. The mature cherry had the lowest fungal infection (2.5%) and the worst beverage quality (strong fermentation), indicating that the mature fruit dried partly on the tree has low fungal infection. However, when it goes to the drying yard, the whole fruit with sugar pulp and high water content is exposed to the sun for a long period (18 days) favoring bacteria and yeast actions, causing possible lactic, alcoholic or acetic acid fermentation and harmful metabolites to taste, such as acetic acid (vinegar) and ethyl ester derivatives.

Keywords: coffee, fungi, lactic acid bacteria, beverage quality, sensorial analysis.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo, comercialização e industrialização do café vem representando, ao longo dos últimos três séculos, um dos principais sustentáculos do desenvolvimento socioeconômico brasileiro. Neste contexto, o país vem ocupando, com relativa constância, a posição de maior produtor mundial, não significando, que o excelente desempenho em termos quantitativos seja sempre acompanhado no aspecto qualitativo, pela produção de matéria prima capaz de propiciar infusões de qualidade superior. Na verdade, é um fato reconhecido que a qualidade da bebida é decorrente da somatória de inúmeros fatores, incluindo a espécie ou variedade botânica, condições edafoclimáticas de cultivo, técnica de colheita e secagem dos grãos e as condições tecnológicas de preparo, moagem e torrefação dos grãos.

No entanto, dentro dessa enorme diversidade de fatores, sabe-se que o problema da contaminação microbiana do fruto e a intensidade de sua proliferação nas etapas cruciais de secagem em condições naturais ou artificiais são componentes fundamentais na definição da qualidade final da bebida. Esta contaminação dos grãos é bastante diversificada e complexa, envolvendo a participação de bactérias, bolores e leveduras, com a predominância de um ou outro grupo, dependendo da etapa do processo e das condições ambientais. Inúmeras pesquisas, conduzidas no Brasil ou no exterior, tem comprovado a participação constante e

marcante dos bolores como um dos principais componentes da microbiota presente nos frutos imediatamente após a colheita e durante os vários estágios da secagem.

O sabor característico do café deve-se à presença e aos teores de vários constituintes químicos voláteis, destacando-se, entre eles, os ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, entre outros, e também à ação de enzimas em alguns destes constituintes, o que irá gerar, como produtos de reações, compostos que interferirão no sabor do café (ILLY & VIANI, 1995). O café por si só possui os precursores que conferem o sabor e o aroma característico durante o processo de torração, mais de 700 compostos voláteis e não voláteis já foram identificados (FARAH et al., 2006). Contudo, o crescimento de micro-organismos durante os estágios de processamento, podem conferir caracteres sensoriais adicionais, que podem migrar para o grão de café (SILVA, 2014). A atividade microbiana e o tempo de fermentação poderá determinar a concentração dos açúcares e aminoácidos livres que permeiam o grão e subsequentemente contribuir para a produção da reação de Maillard e dos compostos voláteis durante o processo de torração (De MARIA et al., 1996).

Além disso, o café passa por vários processos até chegar a ser consumido como bebida. Vários fatores contribuem para a qualidade final do café, entre eles a população microbiana presente e as condições de que fizeram uma ou outra espécie prevalecer. Ocorre uma sucessão microbiológica desde a cultura no campo, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. Existe uma associação de microrganismos presentes como patógenos de plantas, contaminantes da superfície do fruto, no solo e no suco da polpa. A ecologia microbiana é complexa e envolve uma sucessão de crescimento de algumas espécies de bactérias lácticas (*Leuconostoc* e *Lactobacillus*), bactérias pectolíticas (*Erwinia*, *Bacillus*), leveduras e fungos filamentosos (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* entre outros).

A maioria dos estudos têm levado em consideração as diferentes condições ambientais e o processamento do café com a qualidade da bebida (BHUMIRATANA, et al., 2011, BARBOSA et al., 2012, CAPPuccio et al. 2006) sem correlacionar as características da bebida com a presença de micro-organismos. Num estudo realizado por IAMANAKA et al. (2014a) sobre a influência da microbiota do café na bebida, as seguintes espécies fúngicas foram isoladas dos cafés da região Sudeste do Estado de São Paulo: *Penicillium brevicompactum*, *Aspergillus* section *Nigri*, *Penicillium* sp. nov. *Aspergillus westerdijkiae* e *Fusarium* spp. As espécies de *P. brevicompactum* e *Penicillium* sp. nov. foram encontradas em todos os estágios de produção, mostrando que estes fungos são encontrados naturalmente

nos cafés desta região e a bebida produzida a partir destes grãos obteve uma avaliação positiva. Nas amostras de café boia e nos frutos coletados do solo houve uma avaliação negativa, com atributos sensoriais como mofado, sujo e fermentado e foi verificada uma alta infecção por *A. section Nigri* (IAMANAKA et al., 2014a, 2014b).

Nestas condições o presente trabalho teve o objetivo de analisar a presença de fungos, a contagem de bactérias totais e bactérias lácticas nas amostras de café em diferentes tempos de secagem; analisar a atividade de água das amostras de café; e correlacionar estes fatores com as características sensoriais da bebida.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PREPARO DAS AMOSTRAS DE CAFÉ

O experimento foi realizado durante os meses de julho a agosto de 2018, na fazenda Experimental EPAMIG, em Patrocínio, MG. As temperaturas, o ponto de orvalho e a umidade relativa do ambiente externo foram coletadas pelo registrador data logger. Foram analisadas 72 amostras de café da variedade Mundo Novo, submetidas a três formas de preparo:

Cereja descascado (CD) - frutos colhidos dos pés de café na fase cereja, despolidos mecanicamente através do despolidor, sem retirar toda a mucilagem e o pergaminho e levados ao terreiro para secagem ao sol.

Cereja maduro (CM) – frutos colhidos dos pés de café na fase cereja e levados ao terreiro para secagem ao sol.

Natural (NT) – frutos colhidos dos pés de cafés nas fases passa ou seco e levados ao terreiro para secagem ao sol.

O período em dias da secagem ao sol no terreiro foi de: 0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18, até atingir o teor de umidade de 11%. Para cada tratamento, 3 repetições foram analisadas em cada etapa da secagem.

2.2 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

A análise de atividade de água foi determinada no aparelho Aqualab, modelo 3TE (Decagon, USA). As leituras foram realizadas em triplicatas a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

2.3 ANÁLISE MICOLÓGICA

As análises micológicas (fungos filamentosos e leveduras) foram realizadas pelo método de plaqueamento direto, segundo PITT & HOCKING (2009). As amostras de café foram

superficialmente desinfetadas em solução de hipoclorito 0,4% por dois minutos e em seguida, 90 grãos foram diretamente plaqueados em 9 placas (10 grãos por placa) contendo ágar Dicloran 18% glicerol (DG18). As placas foram incubadas a 25°C por 5 dias. O resultado foi expresso em porcentagem de grãos de café infectados por fungos.

Os isolados foram inoculados em ágar extrato de levedura Czapeck (CYA) e identificados através das características macroscópicas e microscópicas pela chave de classificação PITT & HOCKING (2009) e SAMSON et al. (2010).

2.4 CONTAGEM BACTÉRIAS TOTAIS

Para contagem de bactérias totais, foi feita uma diluição seriada das amostras e uma alíquota de 1ml de cada diluição foi plaqueada em profundidade no meio de cultura ágar padrão para contagem (PCA). As placas foram incubadas a 35°C por 48 h, conforme SILVA et al. (2017).

2.5 CONTAGEM DE BACTÉRIAS LÁCTICAS

Para a contagem de bactérias lácticas, foi feita uma diluição seriada e 1ml de cada diluição foi plaqueada no meio de cultura ágar de Man Rogosa & Sharpe (MRS). As placas foram incubadas em jarros com kit de anaerobiose a 30°C por 72h. Após o período, foi feito o teste de catalase e a morfologia das colônias típicas para caracterização das bactérias lácticas, conforme SILVA et al. (2017).

2.6 ANÁLISE SENSORIAL

As amostras de café foram avaliadas em dois testes diferentes de degustação: infusão e *espresso* como descrito por IAMANAKA et al. (2014a). As análises sensoriais foram realizadas avaliando a qualidade da bebida em relação ao aroma, corpo, acidez, amargor, doçura e adstringência. Adicionalmente, a presença de sabores e aromas positivos como: pão torrado, mel, caramelo, chocolate, amêndoa, fruta, floral; e/ou características negativas como: imaturo, fermentado, pútrido, madeira, ranço, mofado e rido foram também avaliados. A avaliação da bebida no *espresso* seguiu a seguinte pontuação: 10 - raro e único (especial); 9 - excepcional (especial); 8 - excelente (especial); 7 - muito bom (especial); 6 - bom (especial); 5 - regular (não especial); 4 - inferior (não especial); 3 - defeito leve (não especial); 2 - defeito médio (não especial); 1,0 - defeito forte (não especial).

3 RESULTADOS

3.1 REGISTRO DE TEMPERATURA, PONTO DE ORVALHO E UMIDADE RELATIVA

Os registros de temperatura, ponto de orvalho e umidade relativa do ambiente externo do local do experimento, no período de julho a agosto de 2018, podem ser visualizados na Figura 1.

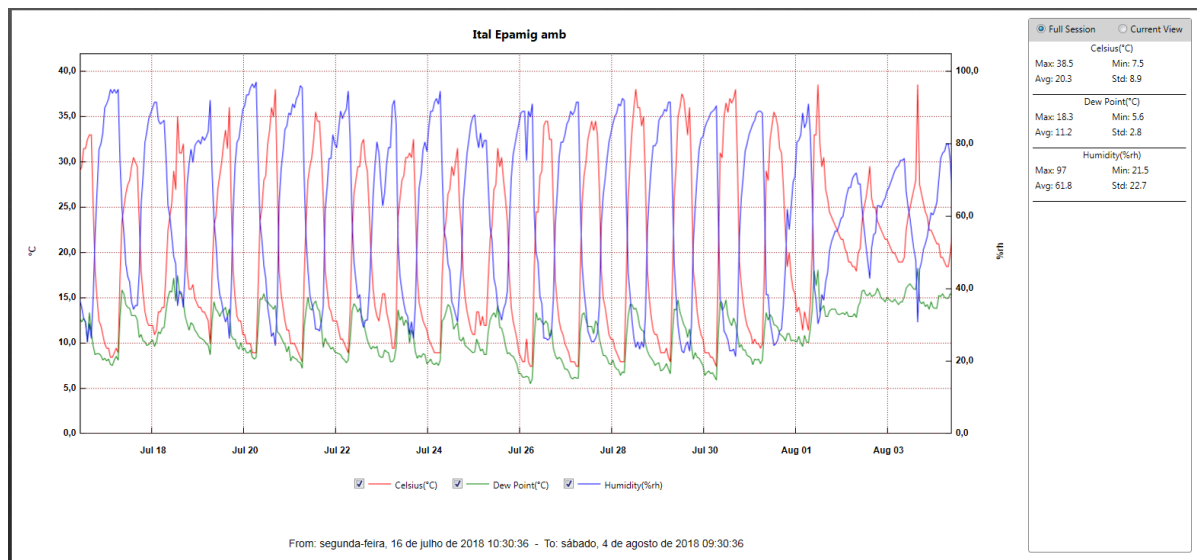


Figura 1. Registro de temperatura, ponto de orvalho e umidade relativa durante os meses de julho a agosto de 2018.

Conforme este registro, a temperatura média foi de 20,3°C com a máxima de 38,5°C e a mínima de 7,5°C. A média do ponto de orvalho foi de 11,2°C, com a máxima de 18,3°C e mínima de 5,6°C. A média da umidade relativa foi de 61,8%, com a máxima de 97% e a mínima de 21,5%. Estes dados mostram que houve uma grande variação de temperatura, ponto de orvalho e umidade relativa durante o período do experimento, o que pode influir na secagem do café, afetando o conteúdo de atividade de água.

3.2 ATIVIDADE DE ÁGUA DAS AMOSTRAS DE CAFÉ

A Tabela 1 apresenta a atividade de água (a_w) das amostras de café cereja descascado (CD), cereja maduro (CM) e café natural (NT) durante diferentes períodos de secagem no terreiro. O café CM foi o que apresentou a maior a_w inicial (0,973) e levou 18 dias para atingir o teor de umidade em torno de 11% e a_w abaixo de 0,50. O café CM é o fruto que foi colhido inteiro e levado ao terreiro com toda mucilagem, necessitando assim de tempo maior para sua

secagem. O café CD passou por um processo de despolpamento úmido antes de ser levado ao terreiro, assim a sua a_w inicial foi alta (0,969), mas após 12 dias o seu teor de umidade já estava em torno de 11% e a a_w abaixo de 0,50. O café NT por passar por uma etapa de secagem já no pé de café antes de ser levado ao terreiro, apresentou uma a_w inicial menor (0,869) levando 15 dias para secar.

Tabela 1. Atividade de água¹ das amostras de café: cereja descascado (CD), cereja maduro (CM) e natural (NT) em diferentes períodos de secagem no terreiro.

Tempo	Atividade de água (a_w)		
	CD	CM	NT
0	0,969	0,973	0,869
3	0,813	0,792	0,638
6	0,581	0,665	0,550
9	0,550	0,601	0,530
12	0,466	0,534	0,526
15	-	0,488	0,465
18	-	0,494	-
Final	0,460	0,484	0,466
Beneficiado	0,468	0,467	0,484

Média de 3 repetições

As porcentagens de infecção fúngica do café cereja descascado (CD), cereja maduro (CM) e natural (NT) durante diferentes dias de secagem são apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente.

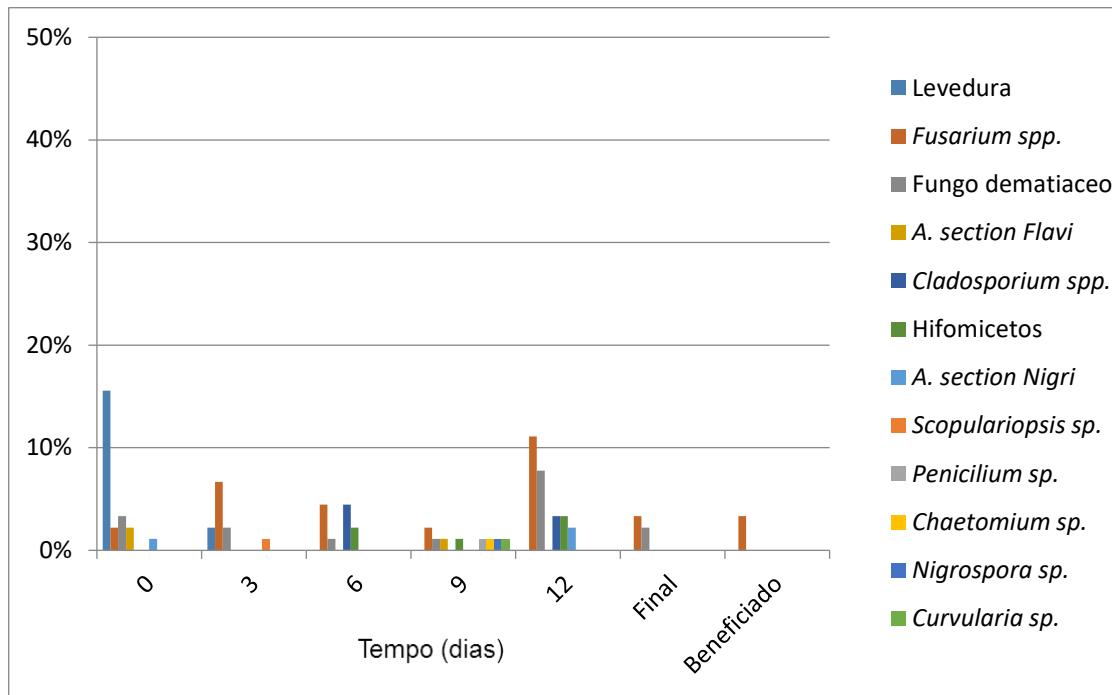


Figura 2. Porcentagem (%) de infecção fúngica (fungos filamentosos e leveduras) do café cerejeja descascado (CD) durante diferentes dias de secagem.

As amostras do café CD apresentaram uma grande diversidade fúngica (11 grupos de fungos) e uma baixa porcentagem de infecção (0 – 15,6%), sendo que as espécies de *Fusarium* spp. e os fungos dematiaceos foram os que predominaram durante todo o tempo de secagem. As leveduras apareceram nos primeiros 3 dias de secagem, sendo que a infecção inicial foi de 15,6%, isto devido à alta a_w (0,969) das amostras e ao processo de despulpamento do café com água. No final da secagem quando o café atingiu um teor de 11% de umidade, houve uma baixa infecção de *Fusarium* spp. (3,3%) e fungos dematiaceos (2,2%). No café beneficiado houve somente a infecção por *Fusarium* spp. (3,3%). Este processo levou 12 dias de secagem no terreiro.

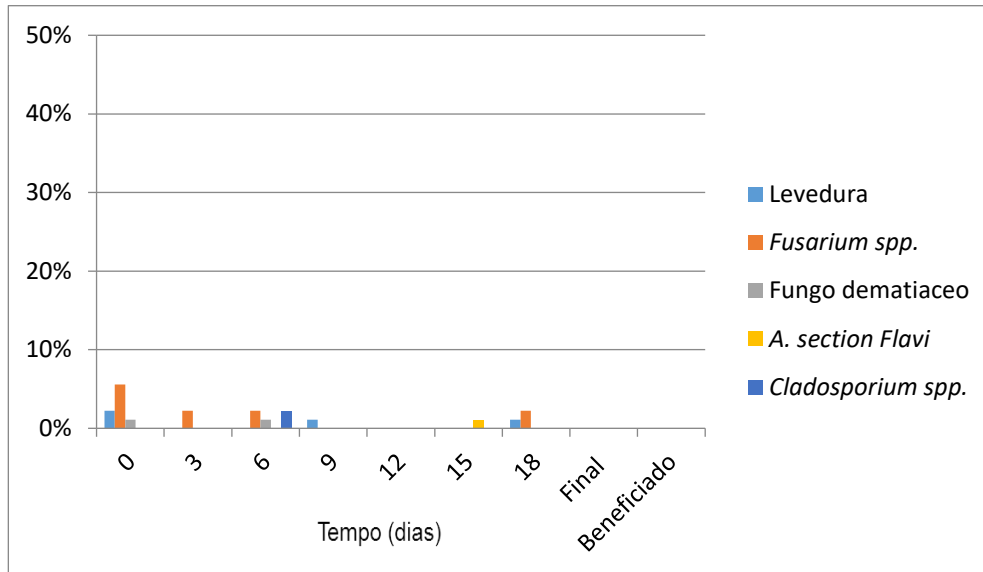


Figura 3. Porcentagem (%) de infecção fúngica (fungos filamentosos e leveduras) do café cereja maduro (CM) durante diferentes dias de secagem.

As amostras do café CM apresentaram uma pequena diversidade fúngica (5 grupos de fungos) e uma baixa infecção durante todo o tempo de secagem (0 – 5,6%). Aos 12 dias não houve infecção fúngica. Aos 15 uma baixa infecção com *A. section Flavi* (1,1%) e aos 18 dias uma infecção com *Fusarium spp* (2,2%) e leveduras (1,1%). Não houve infecção fúngica no final da secagem quando o café atingiu 11% de umidade e no café beneficiado. Este processo levou 18 dias de secagem no terreiro.

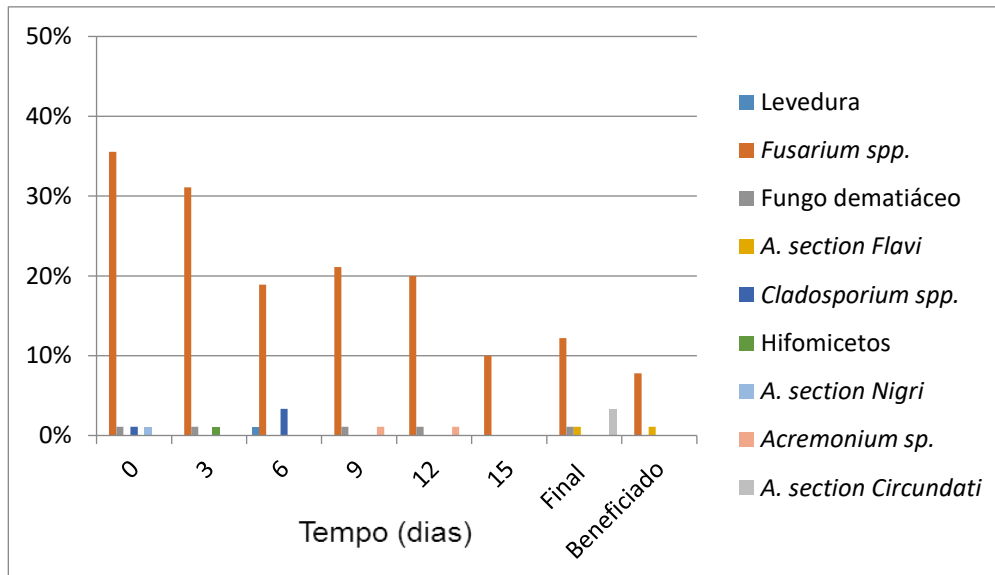


Figura 4. Porcentagem (%) de infecção fúngica (fungos filamentosos e leveduras) do café natural (NT) durante diferentes dias de secagem.

As amostras de café NT apresentaram uma diversidade fúngica de 9 grupos de fungos. A infecção fúngica foi a mais alta (0 – 35,6%) comparada com as amostras de café CD e CM. As espécies de *Fusarium* apareceram em todas as etapas de secagem, inclusive no café seco com 11% de umidade e no beneficiado. A infecção pelos outros fungos foi esporádica, não ultrapassando 3,3% como no caso de *A. section Circumdati* no final da secagem. Este processo levou 15 dias de secagem no terreiro.

3.3 CONTAGEM DE BACTÉRIAS MESÓFILAS TOTAIS

A contagem de bactérias mesófilas totais (UFC/g) nas amostras de cafés cereja descascado (CD), cereja maduro (CM) e natural (NT) é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Contagem de bactérias mesófilas totais (UFC/g) nas amostras de cafés cereja descascado (CD), cereja maduro (CM) e natural (NT) em diferentes tempos de secagem (média de 3 repetições).

Tempo (dias)	CD	CM	NT
0	$2,0 \times 10^6$	$5,2 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$
3	$3,5 \times 10^4$	$1,2 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$
6	$1,7 \times 10^5$	$2,1 \times 10^4$	$1,8 \times 10^5$
9	$8,6 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$	$2,2 \times 10^5$
12	$7,5 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$	$3,3 \times 10^5$
15	-	$6,0 \times 10^3$	$6,7 \times 10^3$
18	-	$1,1 \times 10^5$	-
Final (11% umidade)	$3,9 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$
Beneficiado	$2,3 \times 10^3$	$3,0 \times 10^2$	$9,9 \times 10$

Em todos os processos de secagem do café a contagem de bactérias mesófilas totais foi alta no início, diminuindo com o tempo de secagem, provavelmente devido a redução da atividade de água, como mostram as Tabelas 1 e 2. A maior contagem inicial ocorreu no café CD ($2,0 \times 10^6$), isto provavelmente, devido ao processo de descascamento no despulpador, que aumentou a sua umidade. O café CM apresentou a menor contagem inicial ($5,2 \times 10^5$) e o café natural uma contagem intermediária ($1,4 \times 10^6$). Aos 15 dias de secagem houve a presença destas bactérias nos cafés CM e NT, e aos 18 dias, somente o CM apresentou contagem. No final da secagem quando o café atingiu 11% de umidade todas as amostras apresentaram contagem sendo $3,9 \times 10^3$, $2,4 \times 10^3$ e $1,2 \times 10^5$ nas amostras de café CD, CM e NT,

respectivamente. Nas amostras de café beneficiado, a contagem foi de $2,3 \times 10^3$, $3,0 \times 10^2$ e $9,9 \times 10$, no CD, CM e NT, respectivamente.

3.4 CONTAGEM DE BACTÉRIAS LÁCTICAS

A contagem de bactérias lácticas (UFC/g) nas amostras de cafés cereja descascado (CD), cereja maduro (CM) e natural (NT) é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Contagem de bactérias lácticas (UFC/g) nas amostras de cafés cereja descascado (CD), cereja maduro (CM) e natural (NT) em diferentes tempos de secagem (média de 3 repetições).

Tempo (Dias)	CD	CM	NT
0	$2,6 \times 10^6$	$1,7 \times 10^4$	$6,4 \times 10^5$
3	$7,4 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$	$4,9 \times 10^4$
6	$3,6 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$
9	$1,8 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$	$1,2 \times 10^6$
12	$1,9 \times 10^3$	$2,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$
15	-	$6,1 \times 10^3$	$4,6 \times 10^3$
18	-	$6,3 \times 10^3$	-
Final (11% umidade)	$1,1 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$	$5,4 \times 10^2$
Beneficiado	$4,7 \times 10^2$	$3,1 \times 10$	$3,0 \times 10^2$

Como na contagem de bactérias totais, a maior contagem inicial de bactérias lácticas ocorreu no café CD ($2,6 \times 10^6$), seguido do café NT ($6,4 \times 10^5$) e do café CM ($1,7 \times 10^4$). Embora a contagem inicial do café CD tenha sido alta, aos (o café CD secou em 12 dias) 15 e 18 dias de secagem não houve mais a presença destas bactérias, provavelmente porque o café já estava seco, com baixa atividade de água como mostra a Tabela 1. O café CM apresentou contagem destas bactérias em todo tempo e foi o que levou mais tempo para secar (18 dias). O café NT apresentou contagem de bactérias lácticas até o 15º dia. Nas amostras do café beneficiado, a contagem foi de $4,7 \times 10^2$, $3,1 \times 10$ e $3,0 \times 10^2$, no CD, CM e NT, respectivamente.

3.5 ANÁLISE SENSORIAL DAS AMOSTRAS DE CAFÉ

Os resultados da análise sensorial estão apresentados na Tabela 4. Pode se observar que as amostras de café cereja descascado (CD) apresentaram sabores de chocolate, caramelo, mel, fruta e amêndoa, e obtiveram a maior nota (média 7,9), enquanto que o cereja maduro (CM)

apresentou sabor fermentado e a menor nota (média 2,7) e o café natural (NT - secos e passas) embora tenha apresentado sabores positivos como de chocolate, caramelo, amêndoa, mel, fruta, apresentou também características negativas como leve fermentado e adstringente com uma nota intermediária (média 5,8).

Tabela 4. Pontuação e médias da análise sensorial dos cafés cereja descascado, cereja maduro e natural (frutos secos ou passas no pé), após secagem (3 repetições).

Nº da amostra	Descrição tratamento	Comentários da análise sensorial	Pontuação espresso	Média
1	Cereja maduro natural (CM)	sabor fermentado	1,8	1,8
2		sabor fermentado	1,6	
3		sabor fermentado	2,2	
4	Cereja maduro natural (CM)	sabor fermentado	2,4	2,7
5		sabor fermentado	3	
6		sabor fermentado	2,6	
1	Cereja descascado (CD)	sabor chocolate, caramelo, amêndoa, mel, doce, leve adstringente	7,4	7,5
2		sabor chocolate, caramelo, amêndoa, mel, doce	7,8	
3		sabor chocolate, caramelo, fruta, mel, doce	7,2	
4	Cereja descascado (CD)	sabor chocolate, caramelo, mel, doce	7	7,9
5		sabor chocolate, caramelo, fruta, mel, doce	8,4	
6		sabor chocolate, caramelo, amêndoa, fruta, mel, doce	8,4	
1	Seco natural (NT)	sabor leve fermentado	3	3,2
2		sabor leve fermentado	3	
3		sabor imaturo, leve fermentado, adstringente	3,6	
4	Seco natural (NT)	sabor chocolate, caramelo, doce, leve fermentado, adstringente	3	5,8
5		sabor chocolate, caramelo, doce, leve fermentado	5,8	
6		sabor chocolate, caramelo, amêndoa, fruta, mel, doce	8,6	

Pontuação no espresso: 10 - raro e único (especial); 9 - excepcional (especial); 8 - excelente (especial); 7 - muito bom (especial); 6 - bom (especial); 5 - regular (não especial); 4 - inferior (não especial); 3 - defeito leve (não especial); 2 - defeito médio (não especial); 1,0 - defeito forte (não especial).

4 DISCUSSÃO

Neste trabalho foram estudados três tipos de preparo de café conhecidos como cereja descascado, cereja maduro e café natural, que são comumente usados na cafeicultura brasileira. A escolha do processo depende da uniformidade, da maturação do fruto, das condições climáticas na época da colheita e da disponibilidade de água no local da produção (Silva et al., 2014). Todos os preparos envolvem diferentes tipos de fermentação onde as atividades dos micro-organismos hidrolisam o complexo polpa/mucilagem.

No presente estudo, houve uma grande variação da temperatura durante o período de secagem que foi de 20,3°C a 38,5°C durante o dia e de 7,5°C a 20,3°C durante a noite. Além da variação no ponto de orvalho (5,6 a 18,3°C) e umidade relativa (21,5% a 97%). O tempo de secagem é um fator crítico, pois, neste período vários microrganismos podem crescer, produzir metabólitos que interagem com o café afetando a sua qualidade e características sensoriais.

As amostras de café cereja descascado (CD) apresentaram a maior diversidade fúngica, e uma baixa porcentagem de infecção (0 – 15,6%). As contagens de bactérias mesófilas totais e bactérias lácticas foram altas no início da secagem, mas com 15 e 18 dias não houveram mais contagens. O aparecimento dessas bactérias nas amostras no final da secagem (com 11% de umidade) e no beneficiado, indica uma nova contaminação, porém como a contagem foi baixa, não houve um desenvolvimento real. De acordo com a análise sensorial, as amostras de café cereja descascado apresentaram sabores de chocolate, caramelo, mel, fruta e amêndoa, e obtiveram a maior nota (média 7,9). O CD é colhido quando os frutos estão na fase cereja, passando por um processo de despulpamento com água a fim de remover a casca e são secos no terreiro com parte da mucilagem e pergaminho. Nesta fase os micro-organismos podem crescer e produzir os metabólitos pela fermentação dos açúcares e polissacarídeos. Este processamento por não ser seco com a casca, leva menos tempo para secagem (Silva et al., 2014).

A infecção fúngica nas amostras do cereja maduro (CM) foi baixa durante todo o tempo de secagem, não passando de 5,6%. No final da secagem, ao 18º dia, houve baixa presença de *Fusarium* spp. (2,2%) e leveduras (1,1%). Quanto às bactérias, o CM apresentou contagem de

bactérias totais e lácticas em todo tempo da secagem e até após a secagem no café beneficiado. Na análise sensorial o CM apresentou atributos bem negativos na bebida (fermentação forte) e a menor nota (média 2,7). A colheita dos frutos inteiros (com casca e polpa), a alta atividade de água e uma longa exposição ao calor durante a secagem (18 dias) podem ter favorecido a ação tanto dos micro-organismos associados ao fruto, como os do ambiente. Os mesmos metabolizam os açúcares e polissacarídeos presentes na mucilagem e causam uma secreção de ácidos orgânicos e outros metabólitos como o ácido acético (vinagre) e derivados como o éster-etílico, que podem ter afetado negativamente a característica sensorial final da bebida. Este tipo de processamento é caracterizado por resultar numa bebida encorpada, com caracteres distintos. Isso depende das condições ambientais de temperatura e umidade que podem favorecer uma espécie ou outra de micro-organismos.

No café natural (NT) que inclui os frutos secos e passas no pé, a infecção fúngica foi a mais alta (0 – 35,6%) se comparada com as amostras de café CD e CM. As espécies de *Fusarium* apareceram em todas as etapas de secagem, inclusive no café seco com 11% de umidade e no beneficiado. O café NT apresentou contagem de bactérias lácticas até o 15º dia (tempo total de secagem), com uma baixa contagem nas amostras de café com 11% de umidade e no beneficiado. Na análise sensorial, embora a bebida tenha apresentado sabores positivos como de chocolate, caramelo, amêndoa, mel e fruta, apresentou também características negativas como leve fermentado e adstringente com uma nota intermediária (média 5,8). Neste processo, uma parte da fermentação ocorre enquanto os frutos estão no pé e a outra parte após a colheita na secagem no terreiro.

De acordo com Knopp et al. (2006) o processamento por via seca ou natural, é caracterizado por ser mais aeróbico, resultando em maiores concentrações de glicose e frutose nos grãos. Na via seca as espécies do gênero *Bacillus* são mais comuns especialmente *B. megaterium* que podem ser responsáveis pela produção de ácido propiônico. De acordo com Silva et al. (2008) quando o processo de secagem por via seca no café natural ou no cereja maduro, é demorado com mais de duas semanas, ocorre uma super-fermentação, levando à produção excessiva de ácido acético pelas bactérias como as Enterobacteriaceae e bactérias acéticas. É possível que no presente estudo, devido ao tempo de secagem superior a 2 semanas para os cafés CM e NT, tenha ocorrido uma fermentação excessiva, que resultou na formação do ácido acético percebido na análise sensorial da bebida, principalmente no caso do CM que levou 18 dias para secar.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq/PIBIC pela bolsa concedida. Agradecemos também a equipe de degustadores *Seniors* (Aldir Teixeira, Regina Teixeira, Allan Monteiro, Kaique Frezze e Hobert Reis) da Experimental Agrícola do Brasil que avaliaram as amostras do experimento.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J.N.; BOREM, F.M.; CIRILLO, M.A.; MALTA, M.R.; ALVARENGA, A.A.; ALVES, H.M.R. Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v.4, p.181-190, 2012.
- BHUMIRATANA, N.;ADHIKARI, K.;CHAMBERS I.V.E. Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p. 2185-2192, 2011.
- CAPPUCCIO, R.; TEIXEIRA, A.A.; TEIXEIRA, A.R.R. The effect of black bean, black-green bean and immature bean defects in *espresso* coffee: one single bean can spoil one cup. **Proceedings of the 21st International Scientific Colloquium on Coffee**, Montpellier - France, September 11 – 15th, 2006.CD-ROM
- DE MARIA, C.A.B.; TRUGO, L.C.; AQUINO NETO, F.R.; MOREIRA, R.F.A.; ALVIANO, C.S. Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. **Food Chemistry**, v. 55, p. 203-207, 1996.
- FARAH, A.; MONTEIRO, A.C.; CALADO, V.; FRANCA, A.S; TRUGO, L.C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, p. 373-380, 2006.
- IAMANAKA, B.T.; TEIXEIRA, A.A.; TEIXEIRA, A.R.R.; COPETTI, M.V.; BRAGAGNOLO, N., TANIWAKI, M.H. The mycobiota of coffee beans and its influence on the coffee beverage. **Food Research International**, v. 62, p.353-358, 2014a. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.02.033
- IAMANAKA, B.T.; TEIXEIRA, A.A.; TEIXEIRA, A.R.R.;VICENTE, E.;FRISVAD, J.C.; TANIWAKI, M.H.; BRAGAGNOLO, N. Potential of volatile compounds produced by fungi

to influence sensory quality of coffee beverage. **Food Research International**, v.64, p.166-170, 2014b. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.06.017

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso Coffee: The Chemistry of Quality**. San Diego, Academic Press, 1995, 253p.

KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, v. 223, p. 195-201, 2006.

PITT, J.I.; HOCKING, A.D. **Fungi and Food Spoilage**, 3rd ed. New York, Springer. 2009, 519p.

SAMSON, R.A.; HOUBRAKEN, J.; THRANE, U.; FRISVAD, J.C.; ANDERSEN B. **Food and Indoor Fungi**. Utrecht, The Netherlands, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010, 390p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; GOMES, R.A.R.; OKAZAKI, M.D. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo: Blucher. 5ed., 2017, 535p.

SILVA, C.F. Microbial activity during coffee fermentation. Chapter 11. p. 397-430. In: **Fermented Foods and Beverages Series: Cocoa and Coffee Fermentations**. Schwan, R.F. & Fleet, G.H. eds. CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, 2014, 611p.