

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO SUL DE MINAS GERAIS - IFSULDEMINAS**

Talita Amparo Tranches Cândido

**INDUÇÃO DE FERMENTAÇÕES BIOLÓGICAS NA
DIFERENCIAÇÃO SENSORIAL DO CAFÉ**

**MACHADO - MG
2017**

Talita Amparo Tranches Cândido

**INDUÇÃO DE FERMENTAÇÕES BIOLÓGICAS NA
DIFERENCIAÇÃO SENSORIAL DO CAFÉ**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Leandro Carlos Paiva
Co-orientadora: Dra. Kátia Alves Campos

**MACHADO – MG
2017**

C223i

Cândido, Talita Amparo Tranches

Indução de fermentações biológicas na diferenciação sensorial do café / Talita Amparo Tranches Cândido. -- Machado: [s.n.], 2019.

45 p.

Orientador: Prof^o. Dr. Leandro Carlos Paiva.

Trabalho de Conclusão de Curso (pós-graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado.

Inclui bibliografia

1. Cafés especiais . 2. Levedura. 3. Processamento. I Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado. II. Título.

CDD: 664.07

Talita Amparo Tranches Cândido

**INDUÇÃO DE FERMENTAÇÕES BIOLÓGICAS NA
DIFERENCIAÇÃO SENSORIAL DO CAFÉ**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de dezembro de 2017

Profa. Dra. Roseli dos Reis Goulart
IF Sul de Minas – Campus
Muzambinho

Profa. Dra. Anna Lygia Resen de Maciel
IF Sul de Minas – Campus
Muzambinho

Prof. Dr. Leandro Carlos Paiva
IF Sul de Minas – Campus Machado

DEDICATÓRIA

A Deus, o autor e consumidor de todas as coisas.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ebenezer!

Até aqui me ajudou o Senhor! Obrigada meu Deus por me guiar e me sustentar nessa fase de tantos desafios e dificuldades! Agradeço imensamente:

Ao meu Orientador Dr. Leandro Carlos Paiva que me fez descobrir que sou capaz, e a minha co-orientadora Kátia Alves Campos por tanta paciência, orientação, por seu desprendimento em ajudar e amizade sincera.

Ao IFSULDEMINAS, seu corpo docente, direção e a administração que me recebeu de braços abertos com todas condições que me proporcionaram dias de aprendizagem muito ricos. Em especial ao Campus Muzambinho, Luiz Carlos Machado Rodrigues, Luciana Lopes Mendonça e Poliana Coste por me liberar e apoiar em todo curso.

A primeira turma do mestrado Polyana Cardoso, Maurílio Vieira, Janaina Paiva, Leilane Lima, Maria Clara Nanetti, Bruna Teodoro, Mariana Rezende, Dayla Badann, Danielle Quintino, Thalita Brigagão, Joyce Alves e Cleuton Moraes, nossa união nesses dois anos fez essa árdua jornada se tornar mais leve!

A minha Família que tanto orou, me incentivou, apoiou, inspirou através de gestos e palavras a superar todas as dificuldades e seguir em frente confiante. (Pai e mãe obrigada)

Ao meu Marido pela paciência, apoio e compreensão por todos os dias mal dormidos, pelos fins de semana de estudos e longas viagens para execução do trabalho!

A querida Brígida Monteiro e Thiago Cardoso, por tanta paciência e incentivo (muito mesmo).

A minha banca maravilhosa Roseli Goulart e Anna Lygia Rezende, que com vasto conhecimento, acrescentaram muito tornando meu trabalho melhor!

Claro ao Pedro Sepini! Sem você eu simplesmente não teria terminado o projeto! Meu muito obrigado eterno!

E a Genilton Amparo que nos deixou algumas horas depois que conclui a defesa... tenho certeza que ficaria muito orgulhoso pela sua sobrinha mais bonita (ou a única).

A todos que de alguma forma acreditaram em mim, gratidão imensa!

“Feliz o homem que encontrou a sabedoria daquele que adquiriu a inteligência, porque mais vale este lucro que o da prata, e o fruto que se obtém é melhor que o fino ouro”.

Bíblia Sagrada- Livro de Provérbios

RESUMO

O consumo de cafés de qualidade vem aumentando gradativamente, influenciando diretamente no seu valor agregado, tanto para o mercado interno e externo. Diferentes processamentos realizados na produção de cafés, influenciam diretamente na qualidade do produto final. Com isso, objetivou-se avaliar os atributos sensoriais da bebida do café induzidas ao processo de fermentação biológica. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial $4 \times 4 + 1$. Considerou-se os atributos sensoriais da bebida, dispostos em diferentes tratamentos e tempos de fermentação, sendo: 8 h, 16 h, 24 h, 32 h, submergidas em água, água + *Saccharomyces cerevisiae*, água + *Saccharomyces bayanus*, água + *Lactococcus lactis*.

Palavras chave: cafés especiais, levedura, processamento, pós-colheita, via - úmida.

ABSTRACT

Quality coffee consumption has been gradually increasing and having an impact in coffee prices not only for the domestic, but also for the external market. Different processing (preparation) methods in coffee will directly influence the quality of the final product. Taking this into consideration, this study aimed at evaluating sensory attributes of coffees submitted to biological fermentation process. Block delineation in scheme factorial $4 \times 4 + 1$ was used. Sensory attributes of coffees submitted to different treatments and fermentation times (8 hours, 16 hours, 24 hours, 32 hours submerged in water, water + *Saccharomyces cerevisiae*, water + *Saccharomyces bayanus*, and water + *Lactococcus lactis* were evaluated.

Key words: specialty coffees, yeast, preparation, post-harvest, wet meal.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	8
CAPÍTULO 1	9
1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 Cafeicultura brasileira	10
2.2 Qualidade do café	11
2.2.1 Fatores que influenciam na qualidade da bebida	11
2.3 Composição química do grão de café	12
2.3.1 Açúcares	12
2.3.2 Compostos fenólicos	13
2.3.3 Cafeína.....	13
2.3.4 Acidez e pH.....	14
2.4 Processamento do café	14
2.4.1 Processamento via seca	15
2.4.2 Processamento via úmida	15
2.5 Microbiota presente no processamento.....	16
2.6 Fermentações.....	17
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
1. INTRODUÇÃO ARTIGO	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4. CONCLUSÃO	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém o título de maior produtor e exportador de cafés no mundo, e devido ao aumento da produção ano após ano, é extremamente necessário aprimorar e aplicar técnicas que possibilitem a produção de cafés com a qualidade superior, e que ganhe destaque na busca por novos mercados consumidores, principalmente ligados à exportação.

A qualidade é valorizada através dos atributos sensoriais e organolépticos da bebida, e com o aumento do consumo interno do café, a busca pela qualidade gera grandes desafios nesse setor (BORÉM, 2008). O processamento é uma etapa importante da pós-colheita, fazendo com que ocorra a maior homogeneidade possível dos frutos, evitando possíveis comprometimentos na qualidade da bebida. A escolha do método de processos, dependerá principalmente das condições de capitalização do produtor, da quantidade produzida e do padrão desejado de qualidade (WINTGENS, 2004).

O aroma da bebida do café é um dos atributos que garantem sua qualidade, isso acontece por causa da complexidade dos compostos presentes nos grãos de café. A quantidade de compostos voláteis varia de acordo com o tipo de processamento trabalhado. Brando (1999) em estudo sobre a qualidade do café preparado sob diferentes métodos de processamento, observou características superiores da bebida para os cafés descascados, despulpados e desmucilados em relação ao café natural.

O processamento do café passa a ser uma etapa importante dentro da pós-colheita. A separação dos frutos verdes e imaturos dos frutos cerejas é fundamental para se obter uma bebida de qualidade superior e, para isto, necessita-se utilizar as mais diferentes técnicas de processamento (via úmida e via seca) (WINTGENS, 2004). Durante o processamento do café, bactérias gram-positivas e gram-negativas, leveduras e fungos filamentosos estão presentes durante os diferentes estágios (MASOUD *et al.*, 2004). Uma vez que os microrganismos estão presentes naturalmente em todas as etapas, pré e pós-colheita do café, influenciando na bebida, seja pela degradação de compostos presentes nos grãos ou pela excreção de metabólitos, torna-se de suma importância a caracterização dessa microbiota através do seu isolamento e identificação. (REIS JÚNIOR *et al.*, 2004).

Visando a produção de alta qualidade (cafés especiais) e o controle das fermentações que ocorrem na pós-colheita, consegue-se evitar fermentações indesejáveis que comprometem a qualidade da bebida, diminuindo o valor na comercialização. Porém, quando a fermentação é controlada e aplicada de forma ideal, é possível proporcionar qualidades superiores e distintas na bebida do café, influenciando no mercado e garantindo uma melhor aceitação no mundo dos cafés especiais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cafeicultura brasileira

O Brasil é o maior exportador de café no mercado mundial e ocupa a segunda posição entre os países consumidores da bebida. A cafeicultura brasileira é uma das mais exigentes do mundo, em relação as questões sociais e ambientais, e há uma preocupação em se garantir a produção de um café sustentável (SUPLICY, 2013). O agronegócio do café no Brasil, ainda apresenta importância econômica e social destacada. Mesmo não sendo mais o motor da pauta de exportações ou um dos principais fatores da política econômica do país, como foi na década de 1950, o café gera mais de seis milhões de postos de trabalho e é um dos maiores empregadores de mão de obra (HERSZKOWICZ, 2013).

Além da importância social indiscutível, o café tem apresentado resultados econômicos apreciáveis nos últimos anos. Em 2011, as exportações em grão cru e de café solúvel totalizaram US\$ 8,7 bilhões, com 32% do share mundial das exportações, ou seja, a cada xícara de café consumida diariamente no mundo, um terço é de café brasileiro. No mercado interno, as vendas do café industrializado, em 2011, atingiram cerca de R\$ 7 bilhões, confirmando o produto como um dos mais importantes da cadeia do varejo, em virtude de seu alto giro, bom valor agregado ao varejista e grande consumo (HERSZKOWICZ, 2013).

Atualmente, o café é uma das mais importantes fontes de divisas para o nosso país, sendo o principal produtor e exportador mundial. A previsão para a safra em 2017 pode ficar entre 43 milhões e 47 milhões de sacas (60kg). Do total, a produção de café arábica deverá ser de 35 a 38 milhões de sacas, e de café robusta (conilon), de 8 a 10 milhões de sacas, de acordo com levantamento da safra feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017).

2.2 Qualidade do café

A qualidade do café pode ser definida como um conjunto de atributos físicos, sensoriais e de segurança que atenda a diversos tipos de consumidores. A qualidade do café está diretamente relacionada aos diversos constituintes físicos e físico-químicos, que são responsáveis pela aparência do grão torrado, pelo sabor e aroma característico das bebidas, destacando entre estes constituintes, os compostos voláteis, fenólicos (ácido clorogênico), ácidos graxos, proteínas, açúcares, acidez, índice de coloração, degradação da parede celular dos grãos com consequentes alterações em seus constituintes e algumas enzimas, cuja presença, teores e atividade conferem ao café, sabor e aroma peculiares (PIMENTA, 2003).

As transformações químicas que ocorrem no grão de café, proporcionando, com isso, qualidade de bebida superior ou inferior, são principalmente de natureza enzimática. Essas enzimas são constituintes do próprio grão ou provenientes do metabolismo de microrganismos naturalmente presentes no grão. A microbiota do café é bastante diversa e sua atuação está diretamente relacionada a alguns sabores e aromas que afetam a característica da bebida do café (LIMA, 2008).

A qualidade é o fator fundamental para a valorização do café e está associada principalmente a condução adequada dos procedimentos após a colheita. Em relação aos fatores de pós-colheita, destacam-se as fermentações enzimáticas e microbianas, os processos de armazenamento do café beneficiado, os blends e a torração dos grãos (CHALFOUN; FERNANDES, 2013).

2.2.1 Fatores que influenciam na qualidade da bebida

O sabor agradável que é característico do café, é devido à presença de vários constituintes químicos voláteis e não-voláteis, como proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e também à ação de enzimas sobre alguns desses constituintes, o que gera como produto de reações, compostos que interferem no sabor e no odor (SANTOS *et al.*, 2009).

A qualidade do café está diretamente relacionada aos fatores da pré e pós-colheita, tais como espécies e variedades de café, local de cultivo, maturação dos grãos, incidência de microrganismos, efeitos de adubações na qualidade da bebida, fermentação enzimática e microbiana, armazenamento do café beneficiado, misturas de café e torração do café. Os fatores que têm sido considerados os mais limitantes na produção de cafés de boa qualidade são, o estágio de maturação dos frutos na ocasião da colheita e fatores que favorecem a ocorrência de fermentações indesejáveis (principalmente acética e butírica) (BORÉM, 2008).

2.3 Composição química do grão de café

A composição química do grão destaca-se entre outros fatores envolvidos com a qualidade sensorial do café, esses constituintes químicos são reflexos de uma série de atributos que, juntos, são responsáveis pelo sabor e aroma que o café apresenta durante a sua degustação (MENDONÇA; PEREIRA e MENDES, 2005)

Cerca de 300 compostos químicos que estão presentes no café beneficiado grão cru, dão origem a aproximadamente 850 outros compostos após a torração (FLAMENT, 2002) e, estes são responsáveis por determinar o sabor e aroma da bebida do café, que são fatores diretamente ligados à sua qualidade. Porém, os componentes precursores de aroma e sabor do café, variam em função de vários parâmetros como, fatores genéticos, ambientais, tecnológicos, maturidade e sanidade dos grãos e processamento pós-colheita (FARAH *et al.*, 2006; SRIDEVI; GIRIDHAR e RAVISHANKAR, 2010).

Quando o fruto atinge a maturação, os teores ideais das substâncias responsáveis pelas características físicas e sensoriais do café são alcançados. Injúrias causadas por invasão de microrganismos e efeitos do manejo incorreto da lavoura, geram ações adversas no fruto que pode comprometer o desenvolvimento natural do grão, gerando anormalidades no metabolismo dos frutos, podendo promover síntese de compostos químicos que prejudicam à qualidade (BARBOSA, 2002).

2.3.1 Açúcares

De forma geral, os cafés despulpados apresentam bebidas com acidez mais desejável em relação aos cafés naturais, que por sua vez, dão origem a bebidas mais doces e encorpadas (SANTOS; CHALFOUN e PIMENTA, 2009).

Considerado um dos atributos mais desejáveis no sabor dos cafés especiais, os açúcares além de contribuírem com a doçura da bebida, também participam de importantes reações químicas como a reação de Maillard, dando origem a compostos responsáveis pela formação do sabor, da cor e do aroma característico da bebida (SANTOS *et al.*, 2007).

Espécie, variedade, maturidade dos grãos, condições de processamento e estocagem são fatores que são interferentes nos teores de sacarose. Açúcares redutores variam entre 0,1 e 1% em cafés arábica, glicose e frutose estão presentes em maiores níveis e em menores quantidades encontram-se estaquiase, rafinose, arabinose, manose, galactose, ribose e ramnose (PINTO, 2002).

Os açúcares e a qualidade dos cafés, estão associados pelo fato destes estarem relacionados com a origem dos muitos voláteis formados na torração junto com os aminoácidos presentes no grão (BARBOSA, 2002).

Alves (2009) verificou que o grau Brix tem forte correlação com a qualidade da bebida, 95% dos cafés com pontuação superior a 80 apontavam grau Brix superior a 20 durante a colheita.

2.3.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são uma das principais classes de antioxidantes naturais e estão vastamente distribuídos em legumes, frutos, grãos, folhas, sementes, cascas e raízes (DE MORAIS-LEMOS *et al.*, 2009). São um grupo de compostos que abrange várias estruturas, sendo que, apresentam sempre ao menos um anel aromático contendo grupamentos hidroxilas. Estes compostos encontrados na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas, são originados do metabolismo secundário de vegetais (ARAÚJO, 2011).

O sabor e o aroma da bebida de café, são alterados negativamente à presença desses compostos, pois estão diretamente ligados a maturação, frutos maduros contém baixo índice de fenólicos, que são responsáveis pela adstringência, ou seja, quanto menor a quantidade de fenólicos, melhor a qualidade do café (PINTO, 2002).

No café, os principais compostos fenólicos não voláteis encontrados, são os ácidos clorogênicos, que representam de 6 a 12% de toda massa seca. Dentre estes, o principal subgrupo corresponde ao dos ácidos cafeoilquínicos (CQA), feruloilquínicos e dicafeoilquínicos (di-CQA). Os ácidos clorogênicos dão pigmentação, aroma e adstringência à bebida (FRANCA *et al.*, 2005).

2.3.3 Cafeína

Derivado das xantinas, a cafeína confere o sabor amargo e é importante para o flavor da bebida de café. A cafeína e trigonelina em grãos crus e torrados são positivamente associadas à qualidade do café (FRANCA *et al.*, 2005; FARAH *et al.*, 2006).

No grão verde, o teor de cafeína difere segundo a espécie. O café arábica, por exemplo, alcança níveis entre 0,8 a 1,2%. Graças a sua estabilidade térmica, verifica-se apenas pequenas perdas no processo de torração, são sublimadas quantidades mínimas na temperatura de 176°C (PINTO, 2002).

O teor de cafeína numa xícara de café, varia de 40 a 160 mg, podendo diferenciar de acordo com fatores, como condições de crescimento, método de cultivo, além de aspectos genéticos e sazonais. Na bebida, além da quantidade de pó usada no preparo, há outros interferentes, como o tipo de produto (instantâneo ou torrado, normal ou descafeinado) e o modo de preparo (SIQUEIRA; ABREU, 2006; VILELA *et al.*, 2007).

Por ser o principal metabólito fisiologicamente ativo e o alcalóide mais importante do café, a cafeína foi e ainda é o composto mais estudado desde a sua descoberta e identificação (ALVES, 2009).

2.3.4 Acidez e pH

Eventuais transformações dos frutos de café podem ser indicadas pelo pH, como as fermentações indesejáveis, que ocorrem na pré ou na pós-colheita, que acarretam defeitos e, conseqüentemente, redução do pH e deterioração da bebida (SIQUEIRA; ABREU, 2006).

Segundo Barbosa (2002), na formação e nas propriedades do sabor em alimentos e bebidas, a acidez é um fator importante. No caso do café, a acidez aparente (pH), é um fator relevante por ser de fácil percepção ao sabor. Franca *et al.* (2005) correlacionaram baixa qualidade à acidez, que provavelmente é resultado de grãos fermentados.

Pinto *et al.* (2002), ao estudar os padrões de bebida no preparo de café expresso, observaram que os cafés de bebida inferior, com paladar ríspido e ácido, apresentaram maior acidez que as bebidas de paladar estritamente mole e suave.

Os ácidos oxálico, málico, cítrico, tartárico e o pirúvico fazem parte dos ácidos não voláteis, que são parte da fração ácida do grão de café. Já o butírico, propiônico, valérico e acético são alguns dos principais ácidos voláteis. São originados da fermentação dos açúcares dos frutos e da polpa do café e de diversas vias bioquímicas. Os ácidos não voláteis, apesar de encontrados em pequena quantidade, são responsáveis pelo sabor ácido indesejável conhecido como “acidity” em cafés “Gourmet” (PINTO *et al.*, 2002).

2.4 Processamento do café

O café proveniente da lavoura pode constituir-se de frutos verdes, maduros ou “cereja”, super-maduros ou “passa”, frutos secos, folhas, ramos, terra, paus e pedra. A presença de cada um desses constituintes e sua proporção, dependerão do sistema e dos cuidados adotados na colheita. Assim, a colheita seletiva, indesejável para a produção de cafés com qualidade superior, resultará na sua totalidade de frutos maduros; colheita por derrida completa, quando realizada

precocemente, produzirá cafés com grande porcentagem de frutos verdes, enquanto colheitas tardias, grande quantidade de frutos secos; nesses dois últimos casos poderão ser produzidos, com maior frequência, café com qualidade inferior. (BORÉM, 2008).

O fruto do cafeeiro pode ser processado por via seca, mantendo-se intactos todos os seus componentes anatômicos, ou por via úmida, que resulta nos cafés em pergaminho. A forma de processamento interfere tanto na composição química quanto na qualidade do café.

A escolha do modo de processamento do café é decisiva na rentabilidade da atividade cafeeira, e dependerá de diversos fatores tais como: condições climáticas da região; disponibilidade de capital; tecnologia e equipamentos; exigências do mercado consumidor quanto às características do produto; outorga para uso de água, disponibilidade de tecnologia para o tratamento das águas residuárias. Assim, pode-se dizer que três aspectos são fundamentais na escolha do método de processamento do café: a relação custo/benefício do método de processamento; a necessidade de atendimento à legislação ambiental; e o padrão desejado de qualidade (BORÉM, 2008).

2.4.1 Processamento via seca

A produção de café natural, tradicionalmente conhecido como via seca, é o modo mais antigo e mais simples de processar o café e consiste em submetê-lo à secagem na sua forma integral, ou seja, com a casca, pergaminho, mucilagem e grãos, produzindo frutos secos, conhecidos como café em coco ou café natural. É largamente usado nas regiões tropicais onde há uma estação seca característica durante o período de colheita (BORÉM, 2008).

A via seca consiste na secagem de todos os frutos imediatamente após a colheita. Na verdade, apesar de ser a situação mais frequente, essa é apenas uma das opções desse processo, em geral aplicada por produtores sem a infra-estrutura adequada para o processamento. Todo o café, seja ele formado somente por frutos maduros, verdes, secos ou mesmo a mistura desses, quando secados mantendo-se a casca, terá sido processado pela via seca. (BORÉM, 2008; VICENT, 1987).

2.4.2 Processamento via úmida

A via úmida pode ser conduzida em três formas distintas: removendo-se a casca mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação biológica, resultando no café despulpado, sendo este o método mais tradicional e usado na via úmida, e em todo o mundo; removendo-se mecanicamente a casca e a parte da mucilagem, resultando no café cereja descascado, também conhecido como CD, comumente usado no Brasil; ou removendo-se

mecanicamente a casca e a mucilagem, produzindo o café desmucilado. No processamento via úmida, a colheita exclusiva dos frutos maduros, a remoção da casca e da mucilagem, o controle da fermentação e a secagem cuidadosa resulta, em geral, em café de bebidas de melhor qualidade (BORÉM, 2008).

2.5 Microbiota presente no processamento

Os microrganismos desenvolvem-se nos mais variados habitats, modificando e interagindo os aspectos físicos e químicos do ambiente, podendo colonizar diversos substratos alterando-os pela excreção de seus produtos metabólicos. O café em coco (semente, casca e polpa) pode ser utilizado pelas bactérias, fungos filamentosos e leveduras como substrato para o seu desenvolvimento, por apresentar hemicelulose, celulose, pectinas, sacarose, açúcares redutores, óleos, amido, ácidos, proteínas e cafeína, que supre a necessidade de nitrogênio e carbono. A falta de cuidado durante o processamento do café, favorece as contaminações microbianas, que podem comprometer negativamente a qualidade final do produto. A microbiota presente no café pode variar de acordo com a variedade, a região de cultivo, processamento utilizado, entre outros fatores (SILVA, 2000).

Alguns microrganismos são relatados como de suma importância na fermentação do café, como os gêneros *Bacillus*, *Erwinia*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (ARUNGA, 1982, *apud* VILELA, 2011).

Porém, havendo falhas nas Boas Práticas Agrícolas, aumentam-se as contaminações e o desenvolvimento de microrganismos de efeitos negativos para o produto final, dentre esses, os fungos toxigênicos. Quando associados aos frutos e grãos de café, podem afetar a qualidade, produzindo sabores e odores desagradáveis, podendo ainda colocar em risco a segurança alimentar, devido a produção de micotoxinas, que são nocivas aos consumidores (BATISTA *et al.*, 2009; VILELA *et al.*, 2010).

Segundo estudos de Silva (2000) pelo fato do café natural apresentar quantidade maior de substratos, ao avaliarem amostras de café arábica de diversas fazendas de Minas Gerais, durante diferentes estágios de maturação, foi encontrada grande variedade de microrganismos. As leveduras tiveram um aumento significativo durante a fermentação, e as bactérias encontradas em maior quantidade.

Os fungos filamentosos são um grupo de microrganismos encontrados em café que são mais citados na literatura. Os gêneros mais relatados isolados dos grãos de café, no processamento, nos diferentes estágios de maturação e beneficiamentos são: *Aspergillus*,

Alternaria, Cladosporium, Fusarium e Penicillium (BATISTA *et al.*, 2003, 2009; SILVA; BATISTA e SCHWAN, 2008; SILVA *et al.*, 2000).

2.6 Fermentações

A fermentação é o procedimento pelo qual o mesocarpo mucilaginoso, preso ao pergaminho, é deteriorado por enzimas que existem naturalmente na café cereja (AVALLONE *et al.*, 2002). Esse processo varia entre 15 e 20 horas, com a adição de algumas enzimas digestivas, é possível reduzir esse processo para até 7 horas (PIMENTA, 2003). Os grãos que são obtidos após a fermentação, pela perda da mucilagem, modificam sua textura tornando-se ásperos ao tato e possuindo, em torno de 57% de umidade (ICO, 2008).

A ação dos microrganismos na mucilagem, resulta na produção de ácidos e álcoois no qual se difundem para a semente, ocasionando reações bioquímicas que interferem na qualidade final do produto (SCHWAN; WHEALS, 2003).

Esse processamento (via úmida) quando feito adequadamente, resulta em um produto com poucos defeitos e homogêneo, devido a preservação das qualidades intrínsecas dos grãos. Obtendo melhores preços no mercado por ser considerado de qualidade superior (ICO, 2008).

Inúmeras espécies de leveduras, bactérias, e fungos filamentosos já foram isoladas e caracterizadas fisiologicamente nos processamentos via seca, via semi-seca e via úmida, sendo que as leveduras e as bactérias são responsáveis pela fermentação dos frutos (SILVA *et al.*, 2008; VILELA *et al.*, 2010).

No método de processamento via úmida, a mucilagem é removida mecanicamente e os grãos são fermentados em tanques de água. O método de processamento semi-seco é uma variação do processamento via úmida, nele os frutos de café também são despolpados, porém, o processo de fermentação ocorre nas plataformas de secagem (VILELA *et al.*, 2010).

O tempo utilizado na fermentação dos frutos, em todos os tipos de processamento, são diferentes e, nesse período, acontecem mudanças físico químicas na mucilagem e na polpa, como a diminuição do conteúdo de açúcares simples, água e formação de iniciadores de aroma e flavor. Estes iniciadores são provenientes do metabolismo vegetal e microbiano e interferem diretamente na qualidade final da bebida (VAAST *et al.*, 2006).

A produção de alimentos fermentados tem como base a utilização de culturas iniciadoras, que são de suma importância para a elaboração do produto. Culturas iniciadoras são microrganismos inoculados diretamente na matéria-prima para que possam predominar sobre a microbiota existente no meio, provocando alterações apetecíveis no produto final. Essas alterações podem incluir preservação do alimento, funcionalidade, redução dos riscos no

que diz respeito à segurança alimentar, incremento da qualidade sensorial, melhoria do valor nutricional do alimento e aumento do valor econômico do alimento (CAPLICE; FTIZGERALD, 1999).

O grupo de maior importância de bactérias utilizadas como culturas iniciadoras na elaboração desse alimento, é o das bactérias do ácido lático, as quais são incluídas em quatro gêneros: *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* e *Lactobacillus* (SANDINE, 1996). As leveduras são amplamente utilizadas como culturas iniciadoras de alimentos fermentados. *Saccharomyces cerevisiae* possui habilidade em produzir grandes quantidades de dióxido de carbono, e por isso é uma espécie selecionada para a produção de pães, vinho, cerveja, cachaças e outras bebidas não alcoólicas (COGAN, 1996).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. A. **Variabilidade espacial e temporal da qualidade do café cereja produzido na região das Serras de Minas**. 2009. 122 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ARAÚJO, C. R. R. **Composição Química, Potencial Antioxidante e Hipolipidêmico da Farinha da Casca de *Myrciaria cauliflora* (Jabuticaba)**. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

AVALLONE, S. BRILLOUET, Jean M.; GUYOT, Bernard; OLGUIN, Eugenia. Involvement of pectinolytic microorganisms in coffee fermentation. **International Journal of Food Science and Technology**, Davis, v. 37, n. 2, p. 191-198, feb. 2002.

BATISTA, L. R.; CHALFOUNB, Sára Maria; PRADOC, Guilherme; SCHWAND Rosane Freitas; WHEALS, Alan E. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **International Journal of Food Microbiology**, Oxford, v. 85, n. 1, p. 293-300, jan. 2003.

BATISTA, L. R. CHALFOUNB, Sára Maria; SILVA, Cristina Ferreira; CIRILLO, Marcelo; VARGA, Eugênia Azevedo; SCHWAND Rosane Freitas. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and methods. **Food Control**, Guildford, v. 20, n. 9, p. 784-790, sept. 2009.

BARBOSA, R. M. **Caracterização físico-química de seis categorias da bebida café classificada pelo teste da xícara**. 2002. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. UFLA: Ed. UFLA, 2008.

CAPLICE, E.; FITZGERALD, G. F. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 50, n. 1/2, p. 131-149, sept. 1999.

CHALFOUN, S. M.; FERNANDES, A. Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café. **Revista Visão Agrícola**, São Paulo, v. 12, p. 105-108, jul. 2013.

COGAN, T. M. History and taxonomy of starter cultures. *In*: COGAN, T. M.; ACCOLAS, J. P. (Ed.). **Dairy starter cultures**. New York: VCH, 1996. p. 1-23.

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

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, p. 373-380, 2006.

FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. England: John Wiley & Sons Ltd. 2002.

FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; MENDONÇA, J. C. F., SILVA, X. A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, p. 84-89, 2005.

GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 7-16, mar./abr. 2011.

HERSZKOWICZ, N. Consumo interno e potencial do torrado e moído no mercado externo. **Revista Visão Agrícola**, São Paulo, v. 12, p. 118-120, jul. 2013.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). Dados estatísticos. 2008. Disponível em: <http://www.ico.org>. Acesso em: 10 dez. 2008.

LIMA, M. L. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região Sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 128-129, jul. 2008.

MASOUD, W.; CESAR, L. B.; JESPERSEN, L.; JAKOBSEN, M. Yeast involved in fermentation of Coffea Arabica in East Africa determined by genotyping and by direct denaturing gradient gel electrophoresis. New York, v. 21, n. 1, p. 549-556, 2004.

MENDONÇA, L. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café**. Lavras: UFLA, 2003.

PINTO, N. A. V. D. **Avaliação química e sensorial de diferentes padrões de bebida do café arábica cru e torrado**. 2002. 92 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

REIS JÚNIOR, F. B.; TEIXEIRA, K. R. dos S.; REIS, V. M. **Análises de restrição do DNA Ribossomal Amplificado (ARDRA) em estudos de diversidade intra-específica de *Azospirillum amazonense* isolado de diferentes espécie de brachiaria**. Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2004.

SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição físico-química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 213-218, jan./fev. 2009.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) - Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, 2007.

SANDINE, W. E. Commercial production of dairy starter cultures. In: COGAN, T. M.; ACCOLAS, J. P. (Ed.). **Dairy starter cultures**. New York: VCH, 1996.

SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Incidence and distribution of filamentous fungi during fermentation, drying and storage of coffee (*Coffea Arabica*) beans. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 521-526, jan./feb. 2008.

SILVA, C. F. **Diversidade microbiana em grãos de café (*Coffea arabica* L.) processados por via seca nas fases pré e pós-colheita**. 2000. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

SIQUEIRA, H. H. de; ABREU, C. M. P. de. Composição Físico-Química e Qualidade do Café Submetido a Dois Tipos de Torração e com Diferentes Formas de Processamento. **Ciênc. Agrotec.**, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2006.

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

SRIDEVI, V.; GIRIDHAR, P.; RAVISHANKAR, G. A. Free diterpenes cafestol and kahweol in beans and in vitro cultures of *Coffea* species. **Current Science**, v. 99, p. 1101-1104, 2010.

SUPLICY, E. M. Brasil se consolida na tradição de grande produtor mundial de café. **Revista Visão Agrícola**, São Paulo, v. 12, p. 124-126, jul. 2013.

VAAST, P. BERTRAND, Benoit; PERRIOT, Jean-Jacques; GUYOT, Bernard; GÉNARD, Michel. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 86, n. 2, p. 197-204, jan. 2006.

VICENT, J. C. Green coffee processing. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Technology**. London, New York: Elsevier, 1987.

VILELA, D. de A.; LOURENÇO, K. D.; TAMES, M. L. S.; BAHIA, R. F.; NAVARRO, F. Análise da ausência do teor de cafeína nas rotulagens dos cafés comercializados. **Revista Bras. de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 1, n. 5, p. 92 – 105, 2007.

VILELA, D. M.; PEREIRA, G. V.; SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.). **Food Microbiology**, London, v. 27, n. 8, p. 1128-1135, dec. 2010.

VILELA, D. M. **Seleção in vitro de culturas iniciadoras para fermentação de frutos de café (*Coffea arabica* L.) processados via seca e semi-seca**. 2011. 80 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

WINTGENS, J. N. **Coffee**: growing, processing, sustainable production. Weinheim: Oxford, 2004.

CAPÍTULO 2

INDUÇÃO DE FERMENTAÇÕES BIOLÓGICAS NA DIFERENCIAÇÃO SENSORIAL DO CAFÉ

Talita Amparo Tranches Cândido¹, Pedro Pereira Sepini², Polyana de Faria Cardoso Abrão³,
Reginaldo de Oliveira⁴, Kátia Alves Campos⁵, Leandro Carlos Paiva⁶.

ABSTRACT: *Quality coffee consumption has been gradually increasing and having an impact in coffee prices not only for the domestic, but also for the external market. Different processing (preparation) methods in coffee will directly influence the quality of the final product taking this into consideration, this study aimed at evaluating sensory attributes of coffees submitted to biological fermentation process. Block delineation in scheme factorial 4 x 4 +1 was used. Sensory attributes of coffees submitted to different treatments and fermentation times (8 hours, 16 hours, 24 hours, 32 hours submerged in water, water + *Saccharomyces cerevisiae*, water + *Saccharomyces bayanus*, and water + *Lactococcuslactis* were evaluated.*

Key words: specialty coffees, yeast, preparation, post-harvest, wet meal.

RESUMO: O consumo de cafés de qualidade vem aumentando gradativamente, influenciando diretamente no seu valor agregado, tanto para o mercado interno e externo. Diferentes métodos de processamentos realizados na produção de cafés influenciam diretamente na qualidade do produto final. Com isso objetivou-se avaliar os atributos sensoriais da bebida do café induzidas ao processo de fermentação biológica. Foi utilizado o delineamento de blocos em esquema fatorial 4 x 4 + 1. Considerou-se os atributos sensoriais da bebida, dispostos em diferentes tratamentos e tempos de fermentação, sendo: 8 h, 16 h, 24 h, 32 h, submergidas em água, água + *Saccharomycescerevisiae*, água + *Saccharomycesbayanus*, água + *Lactococcuslactis*.

Palavras chave: cafés especiais, levedura, processamento, pós-colheita, via – úmida.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém o título de maior produtor e exportador de cafés no mundo, e devido ao aumento da produção ano após ano, é extremamente necessário aprimorar e aplicar técnicas que possibilitam a produção de cafés com a qualidade superior, e que ganhe destaque na busca por novos mercados consumidores, principalmente ligados à exportação.

A qualidade é valorizada através dos atributos sensoriais e organolépticos da bebida, e com o aumento do consumo interno do café, a busca pela qualidade gera grandes desafios nesse

setor (BORÉM, 2008). O processamento é uma etapa importante da pós-colheita, fazendo com que ocorra a maior homogeneidade possível dos frutos, evitando possíveis comprometimentos na qualidade da bebida. A escolha do método de processos dependerá principalmente das condições de capitalização do produtor, da quantidade produzida e do padrão desejado de qualidade (WINTGENS, 2004).

O aroma da bebida do café é um dos atributos que garantem sua qualidade, isso acontece por causa da complexidade dos compostos presentes nos grãos de café. A quantidade de compostos voláteis varia de acordo com o tipo de processamento trabalhado. Brando (1999) em estudo sobre a qualidade do café preparado sob diferentes métodos de processamento, observou características superiores da bebida para os cafés descascados, despulpados e desmucilados em relação ao café natural.

O processamento do café passa a ser uma etapa importante dentro da pós-colheita, a separação dos frutos verdes e imaturos dos frutos cerejas é fundamental para se obter uma bebida de qualidade superior e, para isto, necessita-se utilizar as mais diferentes técnicas de processamento (via úmida e via seca) (WINTGENS, 2004). Durante o processamento do café, bactérias gram-positivas e gram-negativas, leveduras e fungos filamentosos estão presentes durante os diferentes estádios (MASOUD *et al.*, 2004). Uma vez que os microrganismos estão presentes naturalmente em todas as etapas pré e pós-colheita do café, influenciando na bebida, seja pela degradação de compostos presentes nos grãos ou pela excreção de metabólitos, torna-se de suma importância a caracterização dessa microbiota através do seu isolamento e identificação. (REIS JÚNIOR *et al.*, 2004).

Realizando o controle das fermentações que ocorrem na pós-colheita, consegue-se evitar fermentações indesejáveis que comprometem a qualidade da bebida, diminuindo o valor de comercialização, quando a fermentação é controlada e aplicada de forma ideal, é possível proporcionar qualidades superiores e distintas na bebida do café influenciando no mercado e garantindo uma melhor aceitação no mundo dos cafés especiais.

Assim, o presente trabalho objetivou-se avaliar os atributos sensoriais da bebida do café induzidas ao processo de fermentação biológica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no IFSULDEMINAS, Campus Machado – MG (21° 40' S; 45° 55' W; 850 m de altitude), onde foi coletado um lote de café arábica, variedade Mundo Novo, no estágio cereja de maturação. Os grãos foram processados por via-úmida para

obtenção máxima de grãos cereja, retirando o máximo possível de grãos passa e boia, mantendo maior homogeneidade nos tratamentos.

As leveduras foram dosadas e reidratadas de acordo com a recomendação do produto comercial, onde foi adicionada em uma solução açucarada aquecida até 30° C, a proporção do número de células vivas pela quantidade de café trabalhada (litros). Foram trabalhados aproximadamente 160 litros de café cereja (natural). O lote de café colhido foi fracionado em 10 litros de café por tratamento e isolado em sacos plásticos transparentes. Posteriormente as leveduras foram adicionadas de acordo com seu tratamento e os sacos foram fechados. As amostras foram transportadas para o terreiro suspenso, onde foram fermentadas durante os tempos estabelecidos. Após atingir o tempo estimado de fermentação, a amostra fermentada é retirada do saco plástico e espalhada diretamente no terreiro suspenso para que atinja 11-12% de umidade para o armazenamento dos grãos. O pH e a temperatura do mosto foram monitoradas antes da retirada da amostra após atingir o tempo de fermentação.

Os tratamentos foram dispostos em diferentes cepas de leveduras, sendo: água, água + *Saccharomyces cerevisiae*, água + *Saccharomyces bayanus*, água + *Lactococcus lactis* trabalhando a dosagem para fermentações difíceis em diferentes tempos de fermentação, sendo: 8 h, 16 h, 24 h e 32 h. No experimento também foi trabalhado um tratamento adicional, sendo o café lavado e posteriormente conduzido à secagem, não passando pelo processo de fermentação, caracterizando assim, um experimento em esquema fatorial com um adicional (4X4+1).

A avaliação sensorial do café é feita por meio dos órgãos dos sentidos, especialmente gosto, olfato e tato. A análise sensorial é o método mais utilizado para caracterização da qualidade da bebida do café. O método SCAA de análise sensorial prescreve a utilização de protocolos estabelecidos pelos Comitês Técnicos da SCAA. De acordo com esses protocolos a torra deve ser moderadamente leve, com coloração de 58 pontos na escala Agtron para grão inteiro e 63 pontos para o grão moído. A torra deve ser realizada com o prazo mínimo de 8 h e 24 h antes da degustação (GIOMO; BORÉM, 2011).

Os dados analisados foram obtidos a partir de um experimento com um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4 + 1. Como técnica alternativa, a análise de variância foi realizada a transformação dos dados por meio da aplicação da Função Discriminante de Fisher (FISHER, 1936), com sete variáveis respostas (X_1 ; X_2 ; X_3 ; X_4 ; X_5 ; X_6 e X_7).

De maneira a seguir para a análise de variância os dados obtidos foram verificados por meio dos testes de Shapiro-Wilks (1965) para validar a normalidade de erros e, de Bartlett

(1937) para homogeneidade de variâncias. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando as interações se mostraram significativas em nível de 5% de significância, foram desdobrados os fatores. Para complementar a análise univariada, os dados receberam também tratamento multivariado, por meio da utilização da técnica da função discriminante linear de Fisher. As características que foram utilizadas para estimar a nova variável foram: aroma (X_1), sabor (X_2), retrogosto (X_3), acidez (X_4), corpo (X_5), balanço (X_6) e geral (X_7), por meio do cálculo do maior auto vetor que maximiza a razão $\frac{t'Ht}{t'Rt}$, em que H e R são respectivamente as matrizes de soma de quadrados e produtos devidos aos efeitos dos tratamentos e dos resíduos. Foram estimados os coeficientes (b_i) que definem a função discriminante linear de Fisher que é descrita por função discriminante linear de Fisher = $b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7$, em que X_i , com $i = 1, \dots, 7$ e cada característica como descrita antes, e cada b_i , com $i = 1, \dots, 7$, são os coeficientes determinados pelo método proposto. Substituindo-se os valores observados de cada característica, obtendo-se uma nova variável (função discriminante linear de Fisher (FISHER, 1936), capaz de explicar grande parte das informações contida nas características. Para análise, após a mensuração das notas, elas foram tabuladas em planilhas eletrônicas e com ajuda do R, foram calculadas as médias dos tratamentos e estimados os testes F, em 5% de probabilidade, de forma a testar o tratamento adicional em comparação aos outros e também a interação entre os tempos e as fermentações. Para as interações que apresentaram significância foram realizados os desdobramentos e as medidas foram comparadas pelo teste Scott-Knott em 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando detalhadamente o efeito de cada tratamento com as características sensoriais em estudo, aroma, sabor, retrogosto, acidez, corpo, balanço e geral, observou-se comportamentos diferentes quanto ao tempo de fermentação e cepas de leveduras.

O teste F observado para os diferentes atributos sensoriais entre cada tratamento, não obteve significância entre o tratamento adicional. Para fermentação, houve efeito significativo apenas para retrogosto e balanço, em nível de 5% e 1% respectivamente. Para o tempo de fermentação, foi observado significância no aroma, sabor, acidez e geral. Entre a interação tempo x levedura, retrogosto, balanço e geral, foram os atributos que diferenciaram significativamente, no entanto, entre o tratamento adicional ou não fermentado, nenhum atributo apresentou diferença significativa (Tabela 1).

Causa de Variação	Quadrados médios							
	GL	Aroma	sabor	Retrogosto	Acidez	Corpo	Balanço	Geral
Leveduras	3	0,03 ^{NS}	0,54 ^{NS}	0,24*	0,012 ^N _s	0,09 ^{NS}	0,09**	0,09 ^{NS}
Tempo	3	0,28**	0,65**	0,16 ^{NS}	0,40**	0,10 ^{NS}	0,027 ^{NS}	0,21*
Provadores	1	0,01**	0,15 ^{NS}	0,046 ^{NS}	0,26*	0,18 ^{NS}	0,18**	0,31*
Tempo x Levedura	9	0,03 ^{NS}	0,054 ^N _s	0,16*	0,078 ^N _s	0,08 ^{NS}	0,14**	0,19*
Fermentado x não fermentado	1	0,60 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,009 ^N _s	0,0001 ^N _s	0,0001 ^N _s	0,03 ^{NS}
Resíduo	16	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,02	0,03
C.V. (%)		2,79	2,78	3,17	2,71	2,84	1,65	2,39

Tabela 1. Análise de variância para as características sensoriais em estudo, em função dos fatores de variação do tempo de fermentação com diferentes cepas de levedura. Machado, MG, 2017.

4.1. Aroma

Para o aroma, ocorreu maior atribuição de nota para fermentação a água (Figura 1.a) com o tempo de 8h, ao qual apresentou diferença significativa entre a fermentação de 24h e 32h (Figura 1.b). Realizando o desdobramento das interações fermentação x tempo, observa-se que não houve diferenças significativas para os efeitos da fermentação dentro do tempo (figura 2.a), contudo, quando observado a interação do tempo na fermentação (Figura 2.b), o tempo de fermentação entre o tratamento água + *Saccharomyces cerevisiae* (comum) apresentou diferenças significativas entre 8h e 24h, sendo a melhor e menor nota obtidas respectivamente (Figura 2.b).

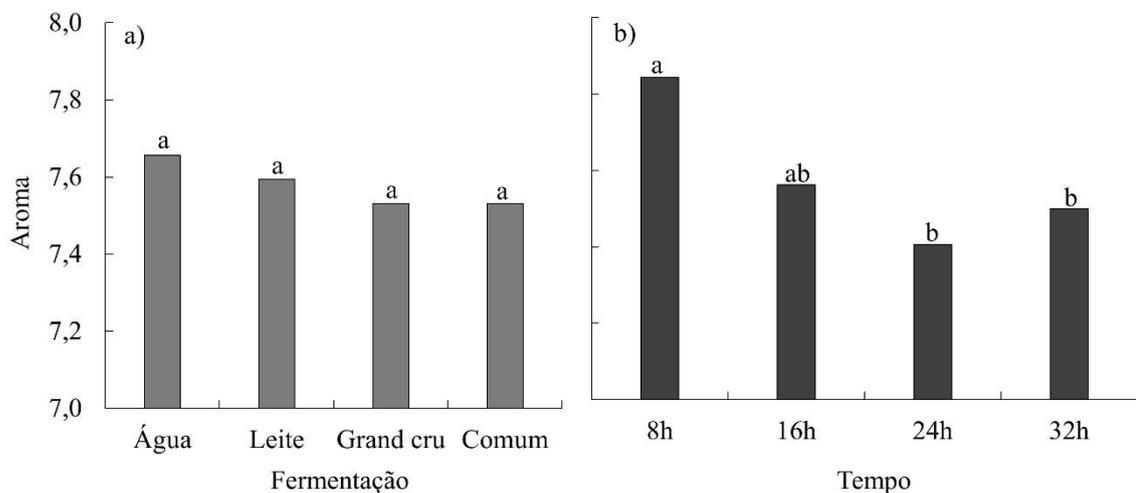


Figura 1. Análise sensitiva para o atributo aroma, na comparação entre os diferentes tipos de fermentação, água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (Comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (Leite), (a) e tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h (b).

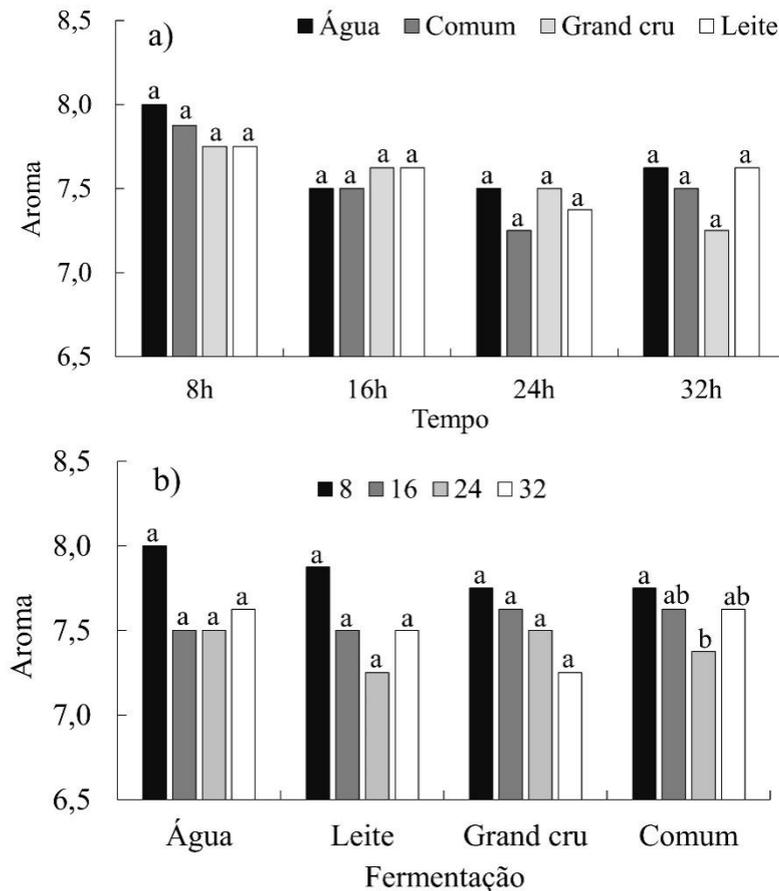


Figura 2. Comparação entre as médias de fermentação água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite) dentro do tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h, (a) e comparação entre as médias do tempo induzido dentro da fermentação, (b) para o atributo aroma.

Realizada a análise de variância da regressão (Figura 3), conclui-se que a equação de regressão que melhor se ajusta aos dados é aquela de maior grau cujo valor F seja significativo. Portanto, para o aroma, observa-se que o efeito linear foi significativo somente para o tratamento água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru), com R^2 de 0,96, constatando-se que a medida que aumenta o tempo de fermentação para esse tratamento, diminui a nota obtida para esse atributo.

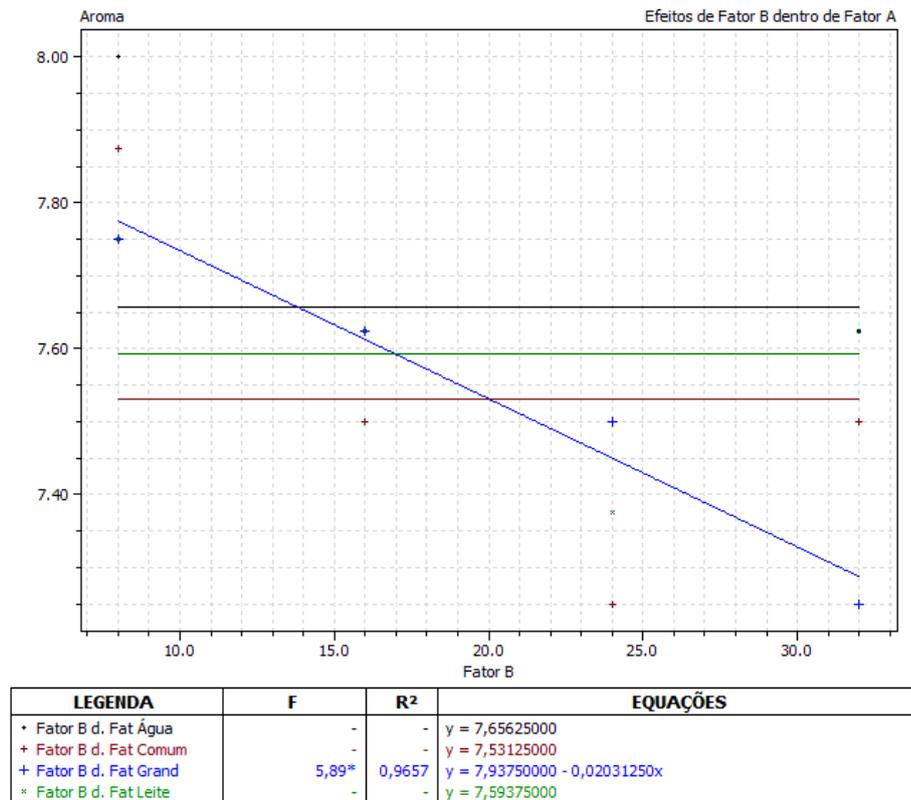


Figura 3. Análise de Variância para Regressão Polinomial de Efeitos de fator B (tempo de indução) dentro de fator A (fermentação) no atributo aroma.

4.2. Sabor

Para o sabor, o tratamento Grand cru recebeu a maior nota (Figura 4.a), contudo, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Para o tempo induzido de fermentação, somente a fermentação a 8h apresentou efeito significativo, atribuindo também a esse tratamento, maior pontuação entre os provadores (Figura 4.b).

Para o desdobramento das interações, fermentação dentro do tempo, todas as fermentações com tempo induzido de 8h tiveram maiores pontuações, mas não apresentando significância entre os dados (Figura 5.a). Para a interação tempo dentro de fermentação, somente para fermentação Grand cru não houve efeito significativo (Figura 5.b). Nos demais tratamentos, a fermentação a indução de 8h apresentou diferenças significativas.

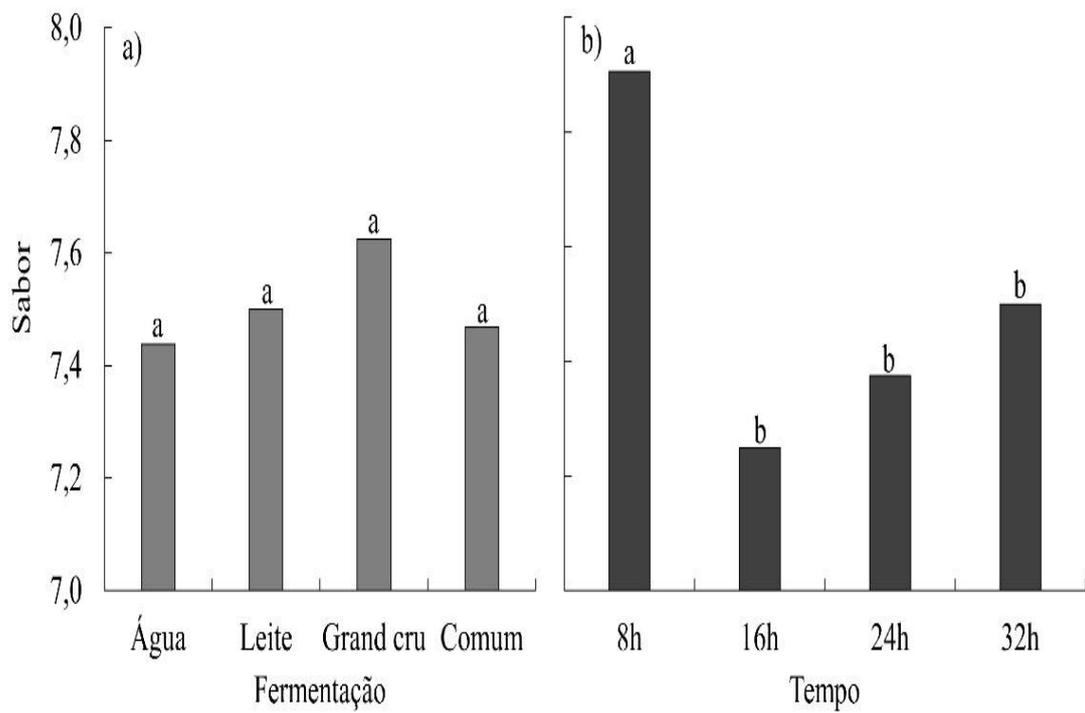


Figura 4. Análise sensitiva para o atributo sabor, na comparação entre os diferentes tipos de fermentação, água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite), (a) e tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h (b).

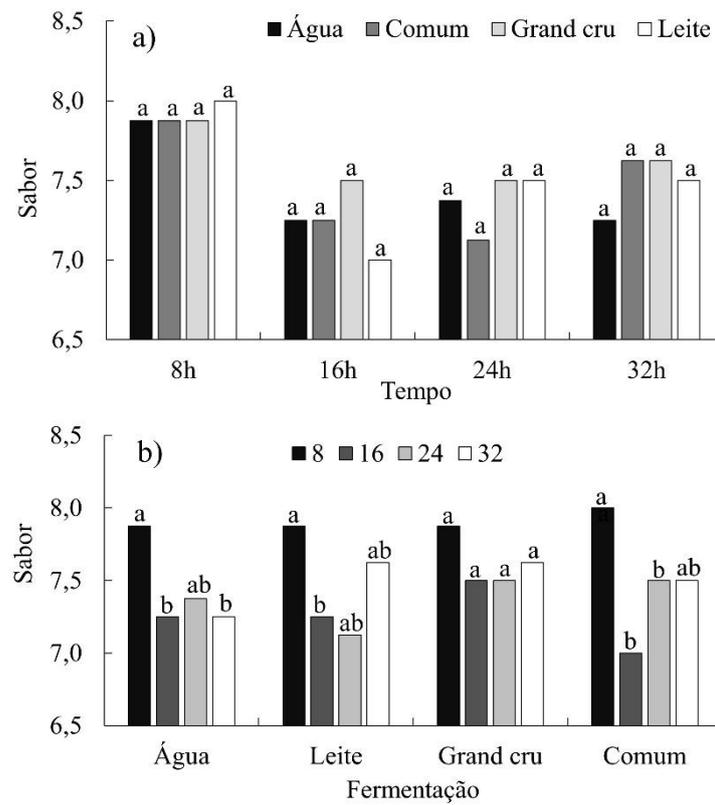


Figura 5. Comparação entre as médias de fermentação água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite) dentro do tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h, (a) e comparação entre as médias do tempo induzido dentro da fermentação, (b) para o atributo sabor.

A variância da regressão, apresentou efeito linear significativo somente para o tratamento em água, com R^2 de 0,57, ocorrendo nesse processo uma diminuição da nota à medida que aumenta o tempo de fermentação. Para fermentação comum (água + *Saccharomyces cerevisiae*) e com leite, água + *Lactococcus lactis*, observou-se efeito significativo quadrático, pois as mudanças nessas variáveis estão associadas à variável de resposta, mas a associação não é linear (Figura 6).

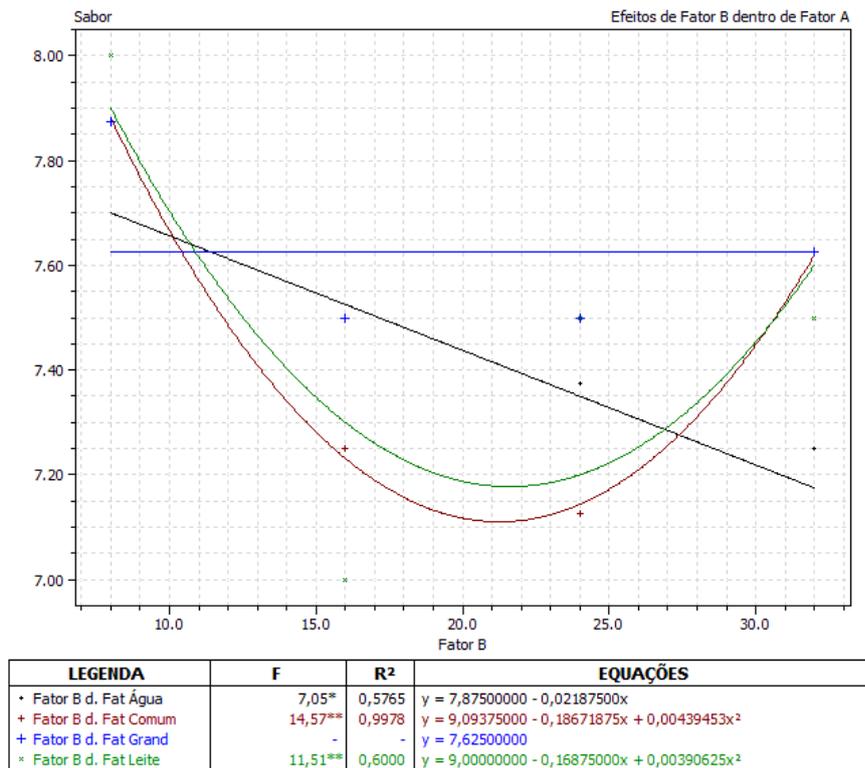


Figura 6. Análise de Variância para Regressão Polinomial de Efeitos de fator B (tempo de indução) dentro de fator A (fermentação) no atributo sabor.

4.3. *Retrogosto*

Para esse atributo, a atividade de fermentação Grand cru e comum apresentaram efeitos significativos, com maiores notas atribuídas ao tratamento Grand cru entre os provadores. Para o efeito de tempo, não foi observado diferenças significativas, no entanto, fermentação a 8h, assim como nos demais atributos, apresenta as melhores notas.

O efeito da interação entre a fermentação dentro do tempo, ocorre com significância entre 8 e 16h. Para fermentação a 8h, o tratamento com Grand cru e leite, apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento comum, que apresentou a menor nota entre os tratamentos. Para fermentação a 16h, o tratamento com leite, que recebeu a menor nota, diferenciou-se do tratamento com água e Grand cru (Figura 8.a). Para a interação do tempo dentro da fermentação, ocorre efeito significativo somente com a fermentação a leite, no qual o tratamento a 8h e 16h apresentam diferenças significativas (Figura 8.b).

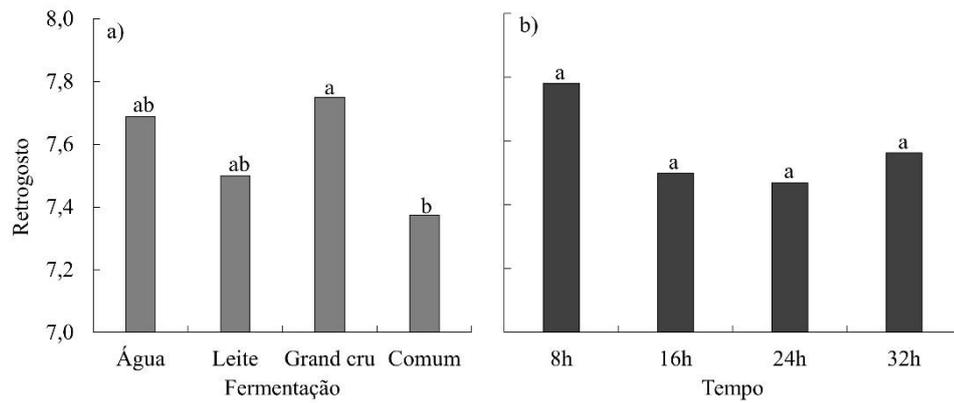


Figura 7. Análise sensitiva para o atributo retrogosto, na comparação entre os diferentes tipos de fermentação, água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (Comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite), (a) e tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h (b).

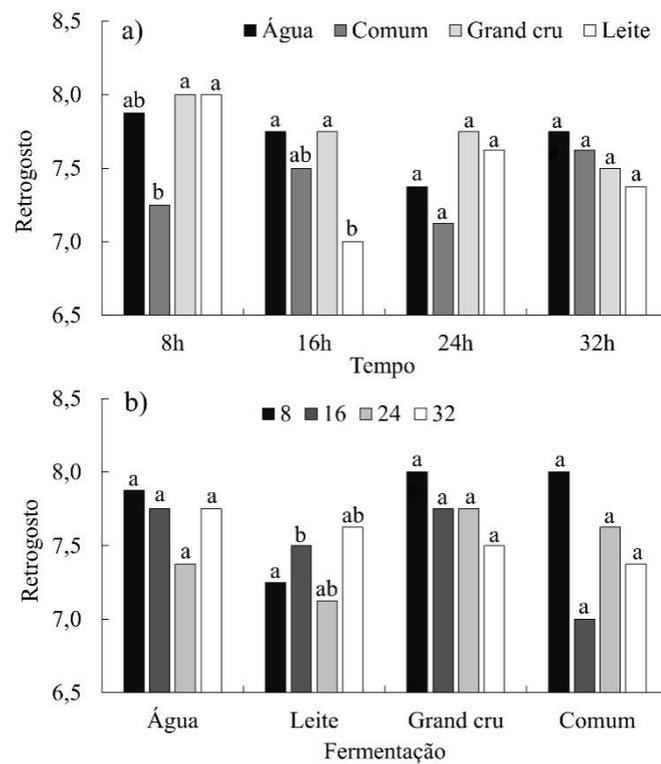


Figura 8. Comparação entre as médias de fermentação água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (Comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite) dentro do tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h, (a) e comparação entre as médias do tempo induzido dentro da fermentação, (b) para o atributo retrogosto.

Na análise de variância da regressão, verifica-se que o tratamento fermentado a leite foi o único fator a apresentar significância na regressão, com R^2 de 0,41, respondendo ao efeito quadrático, demonstrando que o ponto de inflexão para menor nota de atribuição para este tratamento, está entre 24h (Figura 9).

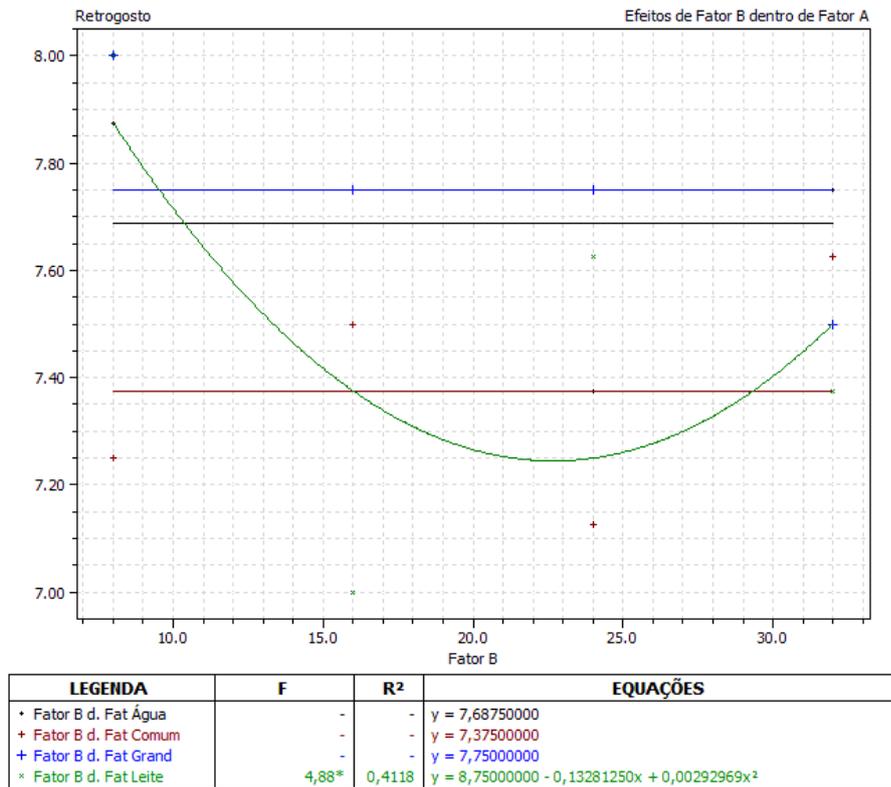


Figura 9. Análise de Variância para Regressão Polinomial de Efeitos de fator B (tempo de indução) dentro do fator A (fermentação) no atributo retrogosto.

4.4. Acidez

Para este atributo, observou-se efeito significativo entre o fator tempo de fermentação, com diferenças entre fermentação a 8h com 16h e 24h e entre 16h e 32h (Figura 10.a). Para interação da fermentação dentro do tempo, não houve diferença significativa (figura 11.a). No entanto, para interação tempo dentro da fermentação, ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com leite, Grand cru e comum (Figura 11.b). Para o leite e Grand cru, ocorreu diferença entre fermentação a 8h e 16h e para tratamento comum entre 24h e 32h.

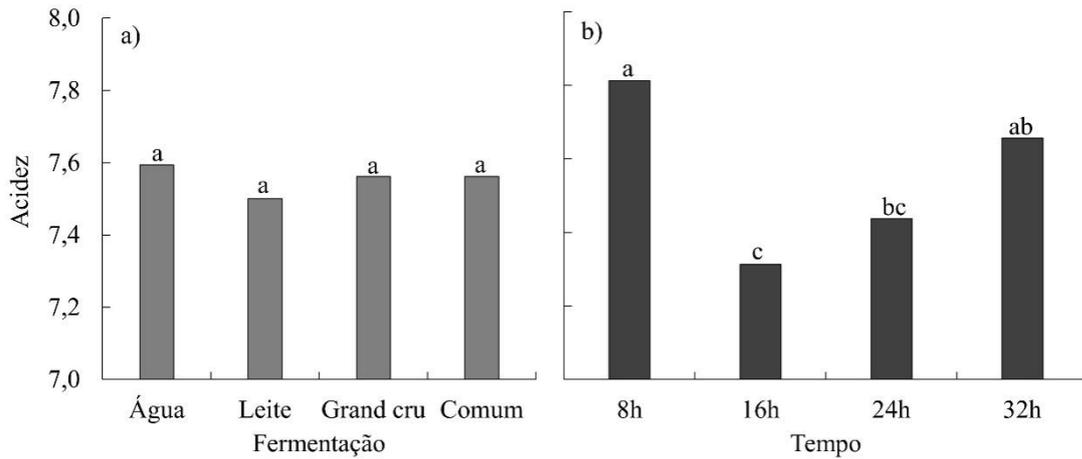


Figura 10. Análise sensitiva para o atributo acidez, na comparação entre os diferentes tipos de fermentação, água, água + *Saccharomycescerevisae* (Comum), água + *Saccharomycesbayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcuslactis* (leite), (a) e tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h (b).

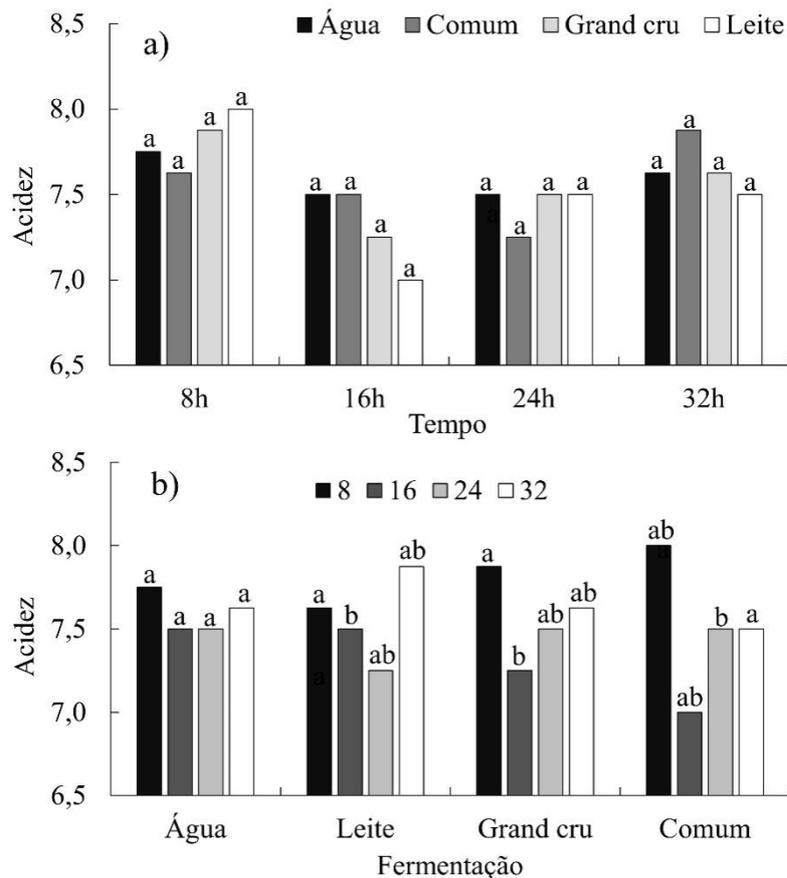


Figura 11. Comparação entre as médias de fermentação água, água + *Saccharomycescerevisae* (Comum), água + *Saccharomycesbayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcuslactis* (leite) dentro do tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h, (a) e comparação entre as médias do tempo induzido dentro da fermentação, (b) para o atributo acidez.

O efeito quadrático foi significativo para todos os tratamentos, menos com água, que não apresentou significância na regressão (Figura 12). Para o tratamento comum, Grand cru e leite o R^2 foi de 0,75, 0,75 e 0,60 respectivamente, com seus pontos de inflexão para menor nota, concentrando-se entre 16h e 24h.

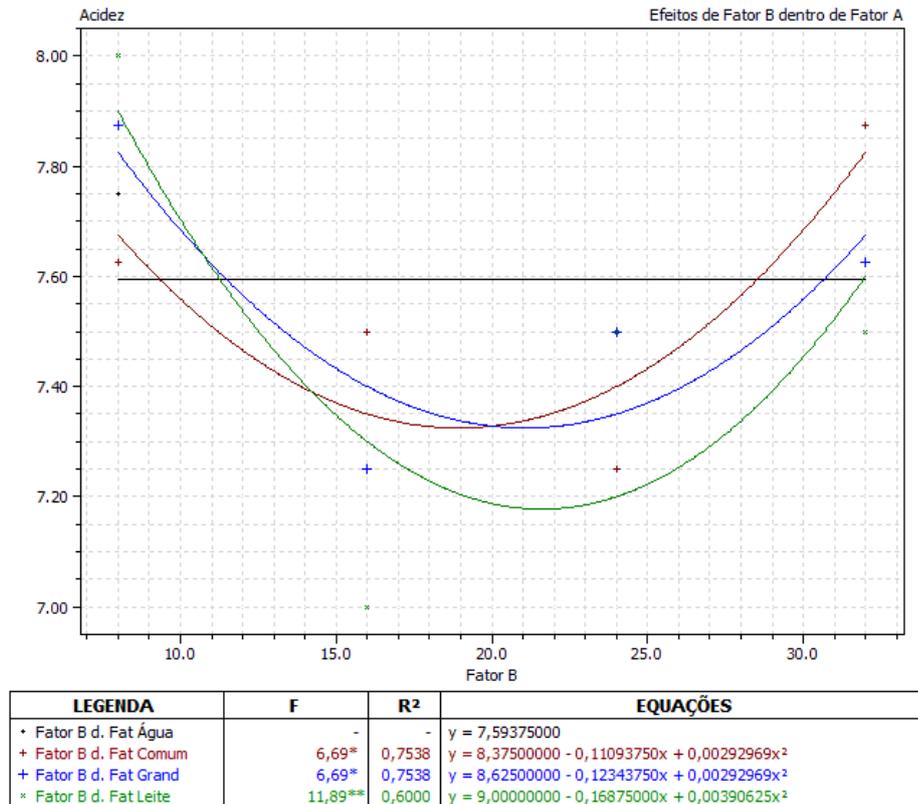


Figura 12. Análise de Variância para Regressão Polinomial de Efeitos de fator B (tempo de indução) dentro do fator A (fermentação) no atributo acidez.

4.5. Corpo

Para o atributo corpo, não foi observado diferenças significativas entre fermentação e tempo (Figura 13.a e 13.b). Entre as interações de fermentação dentro de tempo, somente fermentação induzida a 8h obteve efeito significativo, com tratamento água, diferenciando-se do tratamento com leite (Figura 14.a). Entre a interação do tempo dentro da fermentação, efeito significativo foi observado somente no tratamento comum, com diferenças entre fermentação induzida a 24h e 32h (Figura 14.b).

A variância da regressão apresentou efeito significativo somente para o tratamento comum, representando uma regressão cúbica, com pontos de inflexão máximo entre 12 e 16h e mínimo entre 24 e 26h com R^2 igual a 1 (Figura 15).

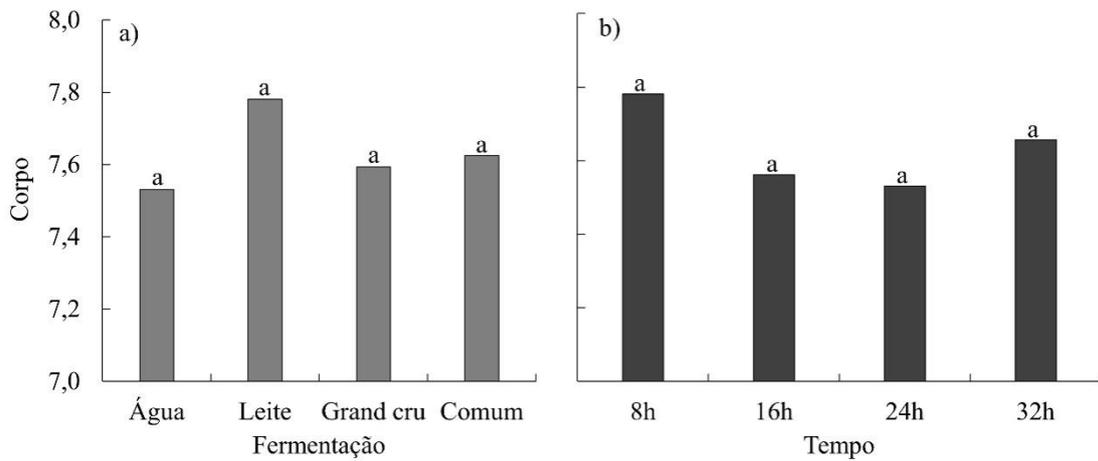


Figura 13. Análise sensitiva para o atributo corpo, na comparação entre os diferentes tipos de fermentação, água, água + *Saccharomycescerevisiae* (Comum), água + *Saccharomycesbayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcuslactis* (leite), (a) e tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h (b).

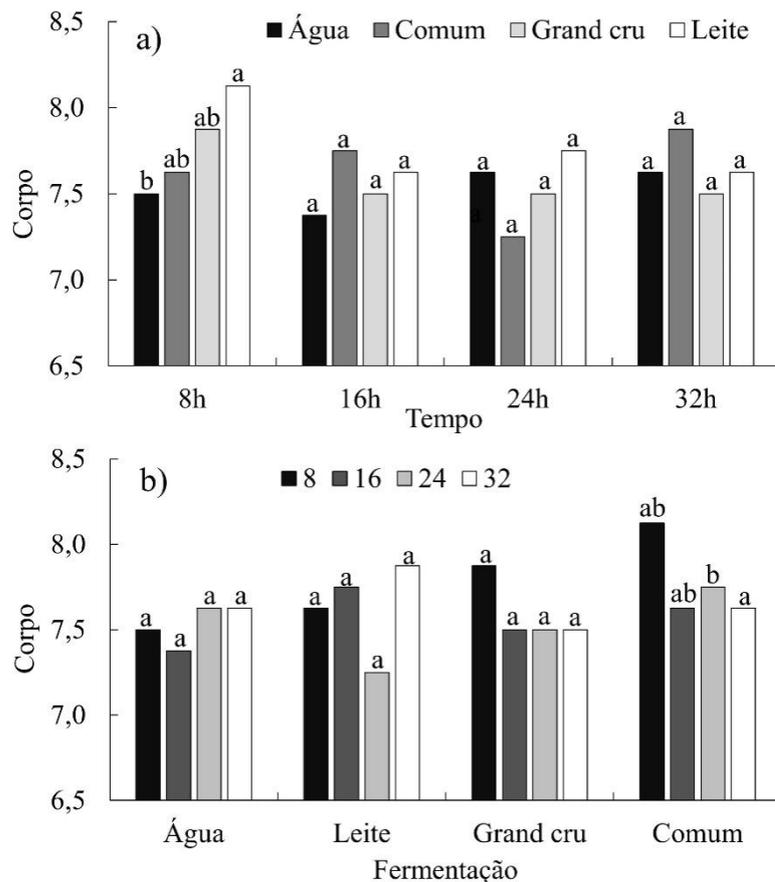


Figura 14. Comparação entre as médias de fermentação água, água + *Saccharomycescerevisiae* (Comum), água + *Saccharomycesbayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcuslactis* (leite) dentro do tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h, (a) e comparação entre as médias do tempo induzido dentro da fermentação, (b) para o atributo corpo.

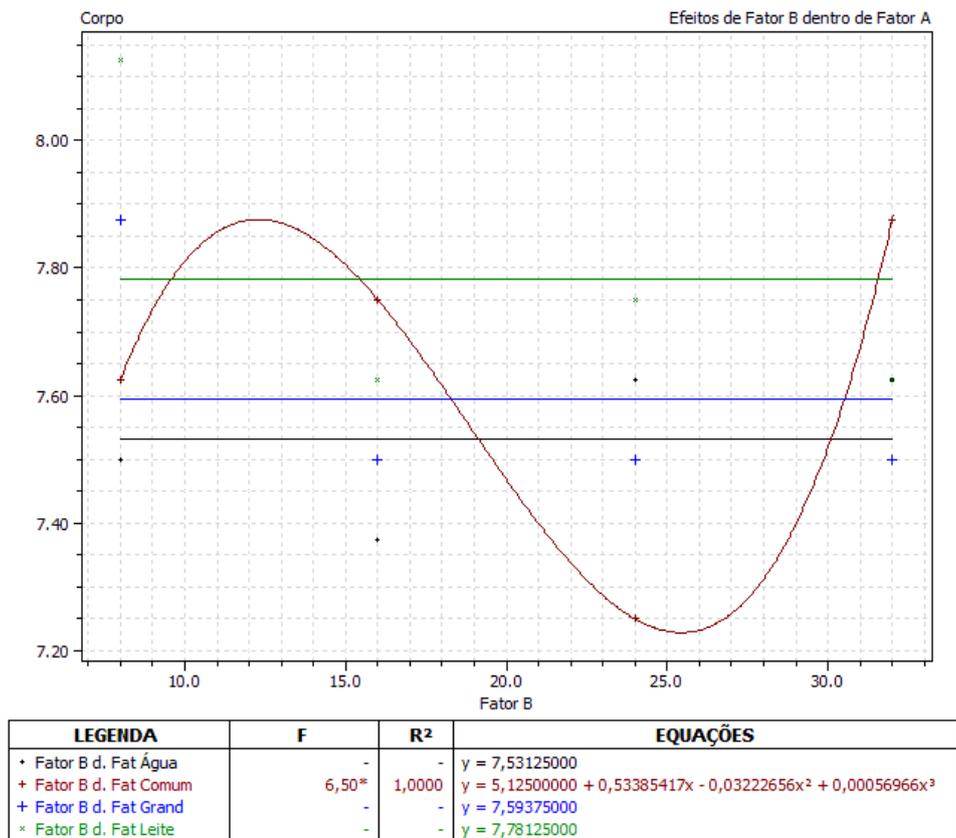


Figura 15. Análise de Variância para Regressão Polinomial de Efeitos de fator B (tempo de indução) dentro do fator A (fermentação) no atributo corpo.

4.6. Balanço

Para o atributo balanço, o efeito significativo é observado na fermentação no tratamento comum, com os tratamentos leite e Grand cru (Figura 16.a). Para o tempo induzido, não houve diferenças significativas (Figura 16.b). A menor nota a esse atributo é no tratamento comum e a maior entre os tratamentos leite e Grand cru. A interação da fermentação dentro do tempo, não obteve diferenças significativas somente entre o tempo induzido de 16h.

Nos demais tempos de fermentação, o tratamento comum diferenciou-se dos demais em quase toda sua totalidade, com exceção do tempo a 32h, que houve significância somente com o tratamento em água (17.a). Para a interação do tempo dentro da fermentação os tratamentos Grand cru e comum que apresentaram diferenças significativas, com efeito significativo entre 8h e 16h na fermentação Grand cru e 8h, 16h, 24h e 32h na fermentação comum (Figura 17.b).

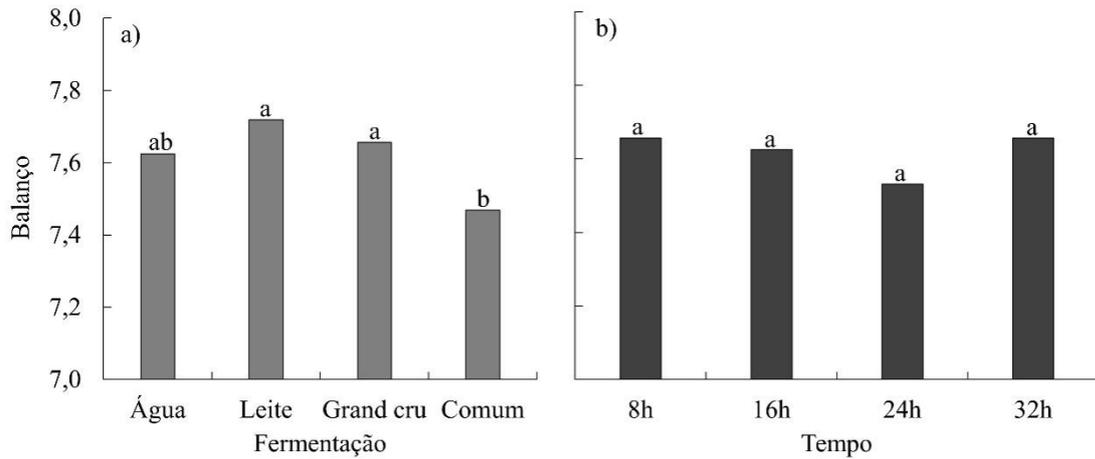


Figura 16. Análise sensitiva para o atributo balanço, na comparação entre os diferentes tipos de fermentação, água, água + *Saccharomycescerevisae* (Comum), água + *Saccharomycesbayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcuslactis* (leite), (a) e tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h (b).

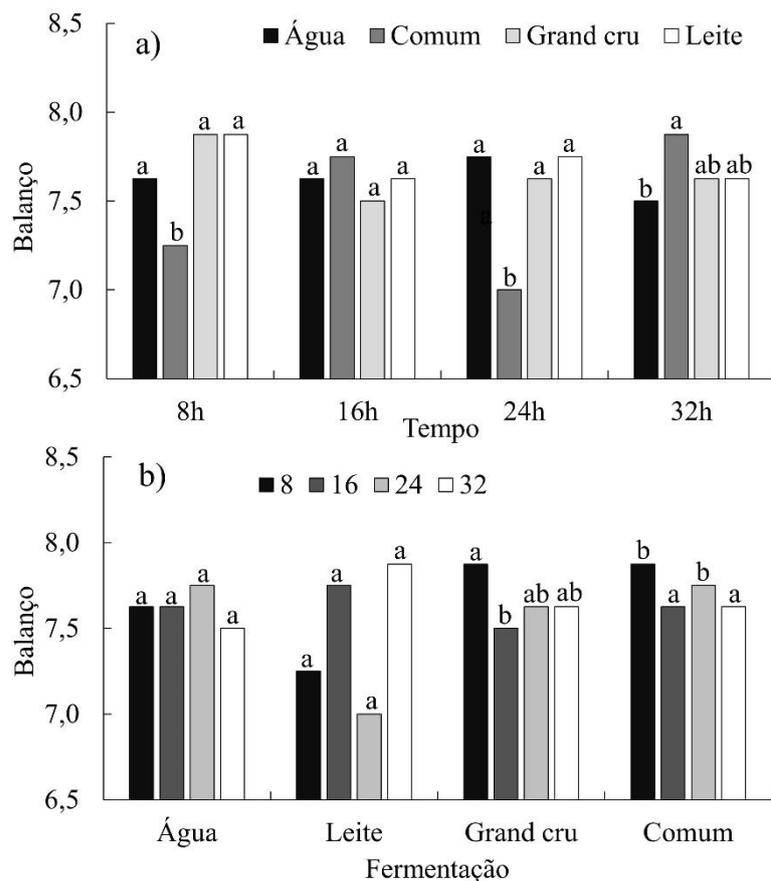


Figura 17. Comparação entre as médias de fermentação água, água + *Saccharomycescerevisae* (Comum), água + *Saccharomycesbayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcuslactis* (leite) dentro do tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h, (a) e comparação entre as médias do tempo induzido dentro da fermentação, (b) para o atributo balanço.

Na variância da regressão, verifica-se efeito linear significativo somente para fermentação comum, com R^2 de 0,12, observando-se para esse fator, que a nota aumenta à medida que o tempo de fermentação também aumenta. No entanto, apesar de ocorrer efeito linear significativo, a medida de precisão do R^2 é muito baixa, comprometendo o ajuste do modelo regressivo (Figura 18).

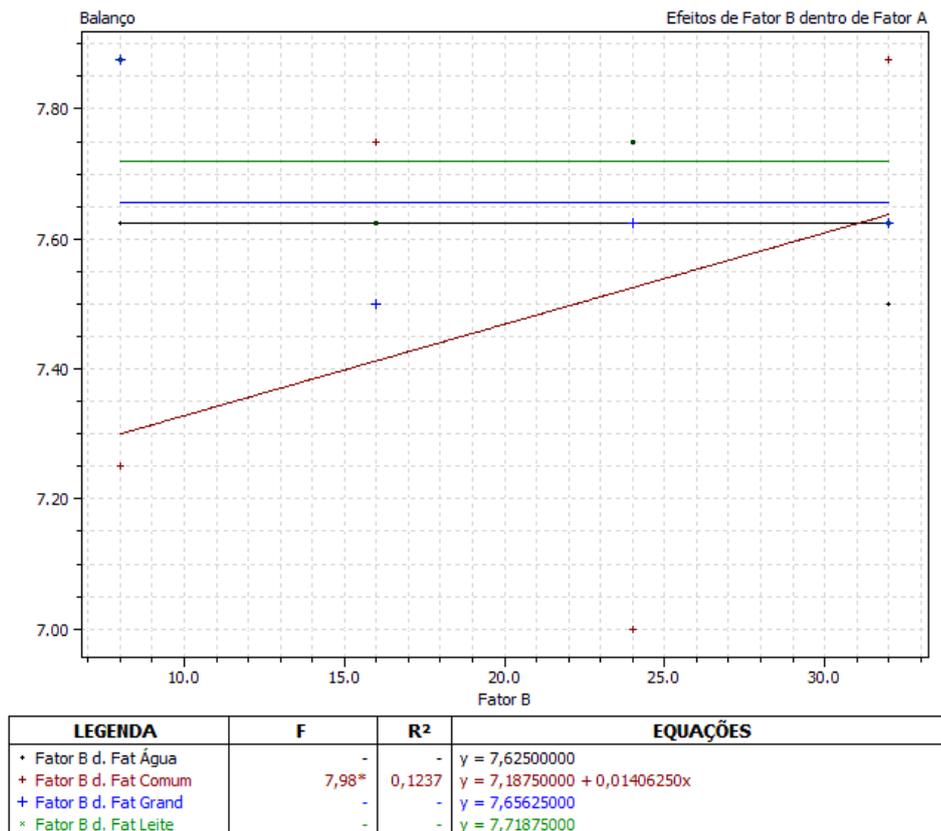


Figura 18. Análise de Variância para Regressão Polinomial de Efeitos de fator B (tempo de indução) dentro do fator A (fermentação) no atributo balanço.

4.7. Geral

Para o atributo geral, é observado efeito significativo somente para tempo induzido de fermentação, com diferenças entre 8h, que recebeu maior nota entre os provadores com 16 e 24h, com menor nota (Figura 19.a). Na interação entre fermentação dentro de tempo (Figura 20.a), o tratamento com fermentação induzida a 32h foi o único que não houve diferença significativa.

Entre a interação do tempo dentro da fermentação (Figura 20.b), no tratamento Grand cru não ocorreu diferenças entre o tempo de fermentação induzida, diferente dos demais tratamentos. Para o tratamento com água, ocorre diferenças significativas entre o tempo de 8h

e 16h, tratamento com leite 8h com 16 e 24h e tratamento comum 24h diferenciando-se de 16 e 32h de fermentação (Figura 20.b).

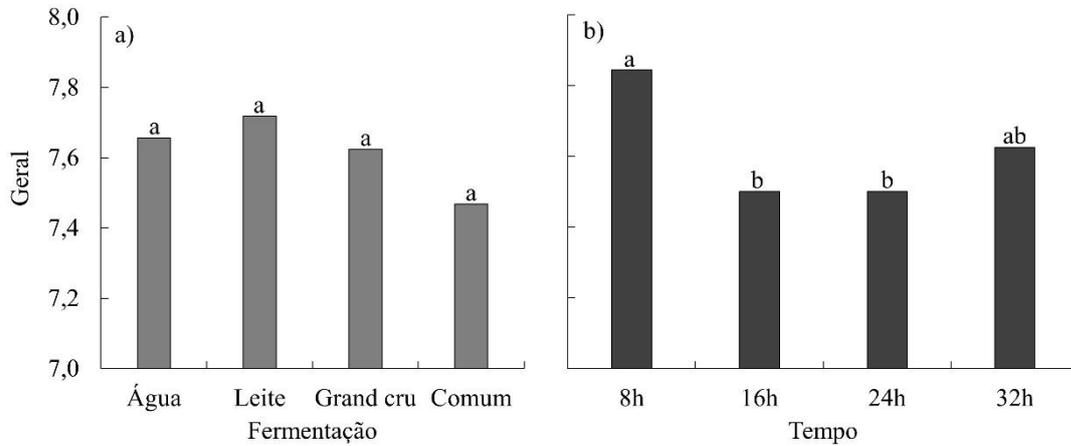


Figura 19. Análise sensitiva para o atributo geral, na comparação entre os diferentes tipos de fermentação, água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (Comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite), (a) e tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h (b).

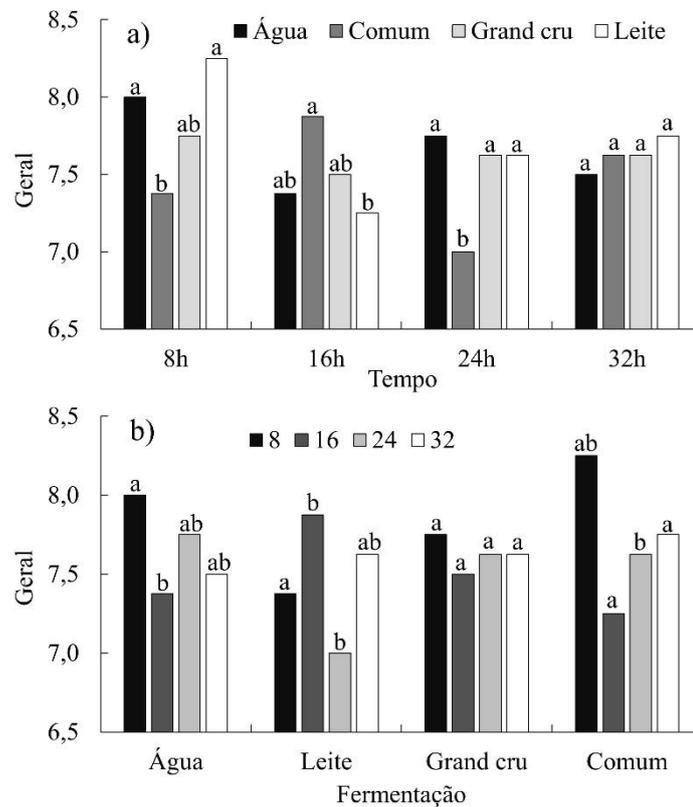


Figura 20. Comparação entre as médias de fermentação água, água + *Saccharomyces cerevisiae* (Comum), água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite) dentro do tempo induzido, 8h, 16h, 24h e 32h, (a) e comparação entre as médias do tempo induzido dentro da fermentação, (b) para o atributo geral.

A análise de variância da regressão (Figura 21), o tratamento Grand cru foi o único que não obteve significância na regressão. Para os tratamentos com água e comum, observa-se um efeito cúbico da regressão com suas inflexões máxima e mínimas com valores opostos, ou seja, o ponto de inflexão máximo para fermentação com água e o ponto mínimo para a fermentação comum, apresentando ambas R^2 igual a 1. Na fermentação com leite, verifica-se um efeito quadrático, apresentando apenas um ponto de inflexão mínimo, com R^2 de 0,74. Esses resultados demonstram que mudanças nessas variáveis, estão associadas as variáveis tempo e fermentação, mas sem associação linear.

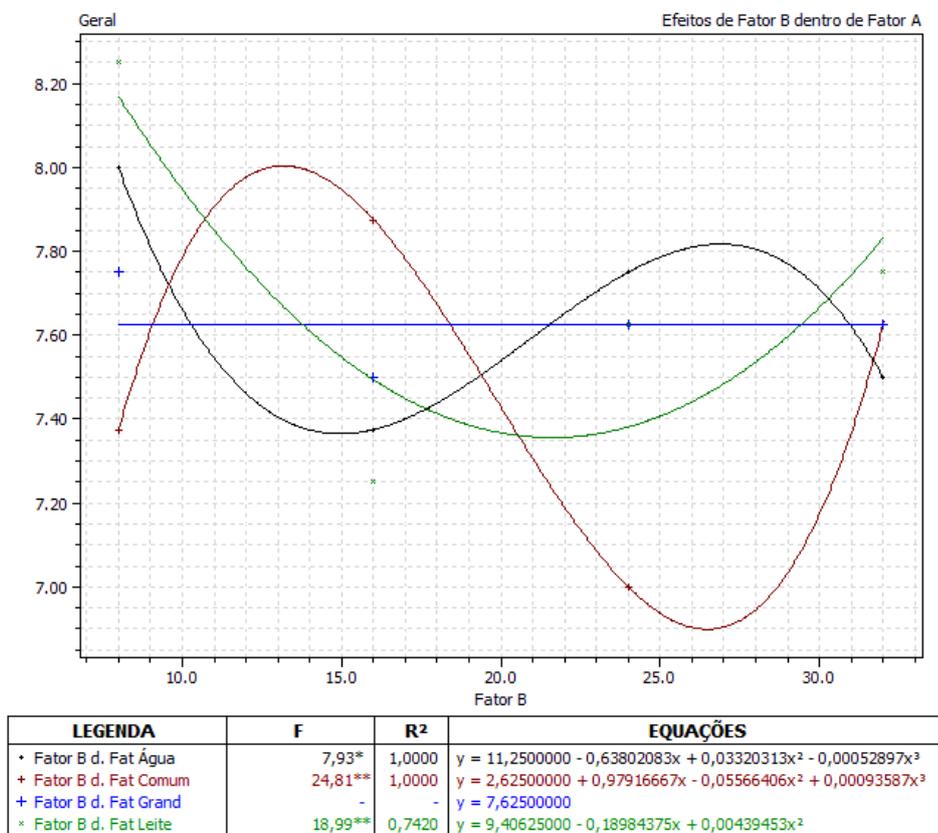


Figura 21. Análise de Variância para Regressão Polinomial de Efeitos de fator B (tempo de indução) dentro do fator A (fermentação) no atributo geral.

4.8. Função discriminante de Fisher (FDF)

De acordo com a ANOVA obtida pela transformada dos valores pela função discriminante de Fisher (FDF), tabela 2, verifica-se que houve efeito significativo a 1% dos fatores tempo, fermentação, interação, tratamento e blocos, indicando um grau de confiança superior a 99% de probabilidade. Assim, pode-se afirmar que todos os fatores possuem efeitos

diferentes em relação as características em estudo. O coeficiente de variação observado foi de 3,97%, apresentando pequena variação e homogeneidade do conjunto de dados.

Tabela 2. Valores do teste F das análises de variância dos tratamentos pela função discriminante de Fisher (FDF).

F.V.	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tempo	3	0,677296	0,225765	12,55**	< 0,001
Fermento	3	0,412404	0,137468	7,64**	<0,001
Interação	9	1,853352	0,205928	11,45**	< 0,001
Tratamentos	16	2,943294	0,183956	10,23**	< 0,001
Blocos	1	0,737216	0,737216	40,99**	< 0,001
Resíduo	16	0,287759	0,017985		
Total	33	3,968269			
CV				3,97%	

Por meio das variáveis transformadas da função de Fisher (FDF), observa-se no gráfico biplot (figura 22), os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) e a variância a eles atribuída. O componente principal 1 (CP1) representa 90,45% e o segundo componente principal (CP2) representa 9,3% da variância total dos dados transformados de FDF (Figura 22).

Em CP1, existe uma relação de dependência direta entre fermentação comum e tempo induzido de 16 e 32h. Em contrapartida, existe uma relação de dependência indireta desse tratamento com tempo induzido a 24h e 8h.

Para o tratamento em Grand cru e leite, a dependência ocorre entre o tempo induzido de 8h, assim também como para água, que projeta para a mesma direção o tempo em 24h de fermentação e relação inversa com o tempo induzido de 16 e 32h (Figura 22).

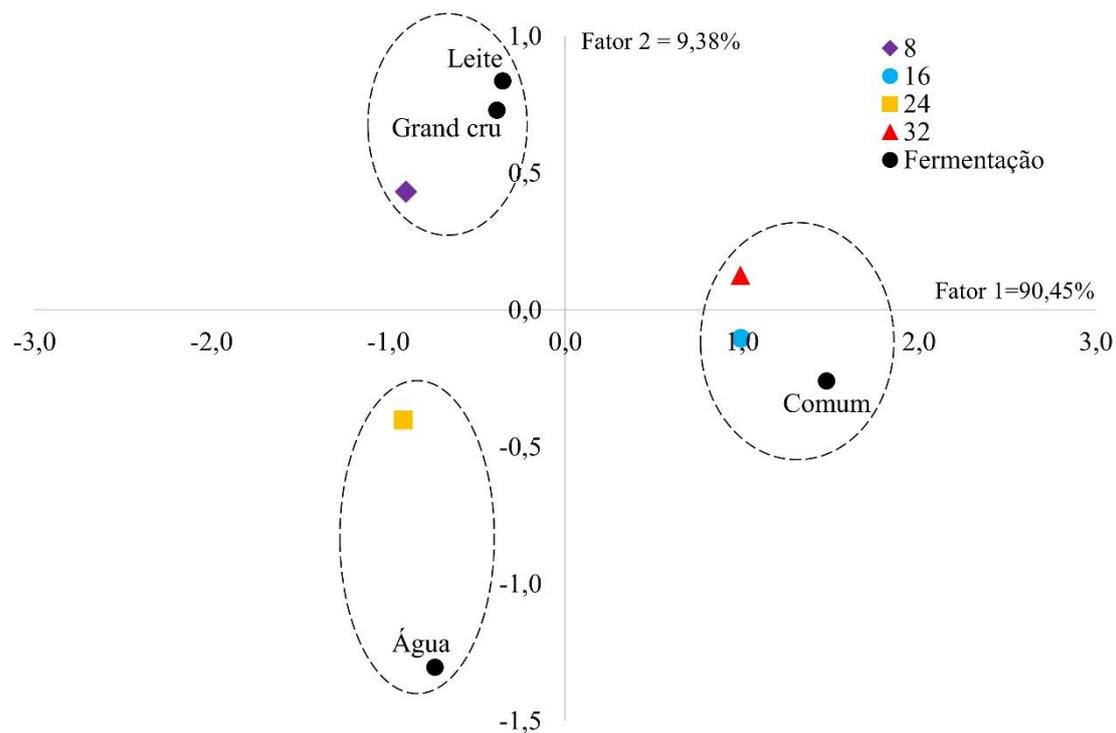


Figura 22. Gráfico biplot entre as variáveis transformadas pela função discriminante de Fisher (FDF), para fermentação e tempo induzido de fermentação.

4. CONCLUSÃO

A análise sensorial para avaliação da qualidade da bebida do café por meio de provadores, ou seja, gustativa, apresenta variações significativas com relação ao sabor, acidez, balanço e geral. O tratamento adicional, que não passaram pelo processo de fermentação, não apresentam efeitos significativos entre os atributos estudados.

Por meio da variável transformada pela função discriminante de Fisher (FDF) pode ser percebido que há diferença entre o desempenho na avaliação dos provadores demonstrando que a partir das combinações estatísticas de um conjunto de atributos, podem ser criados um único conjunto com a mesma eficiência de classificação.

A fermentação com água + *Saccharomyces cerevisiae* (Comum) deve ser determinada pelo tempo induzido de 16 e 32h. Água + *Saccharomyces bayanus* (Grand cru) e água + *Lactococcus lactis* (leite) detêm melhores qualidades ao tempo de 8h. Para tratamento com água, avaliações de 8h e 24h definiu as maiores notas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. A. **Variabilidade espacial e temporal da qualidade do café cereja produzido na região das Serras de Minas**. 2009. 122 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- ARAÚJO, C. R. R. **Composição Química, Potencial Antioxidante e Hipolipidêmico da Farinha da Casca de *Myrciaria cauliflora* (Jabuticaba)**. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.
- AVALLONE, S.; BRILLOUET, Jean M.; GUYOT, Bernard; OLGUIN, Eugenia. Involvement of pectinolytic microorganisms in coffee fermentation. **International Journal of Food Science and Technology**, Davis, v. 37, n. 2, p. 191-198, feb. 2002.
- BATISTA, L. R.; CHALFOUNB, Sára Maria; PRADOC, Guilherme; SCHWAND Rosane Freitas; WHEALS, Alan E. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **International Journal of Food Microbiology**, Oxford, v. 85, n. 1, p. 293-300, jan. 2003.
- BATISTA, L. R. CHALFOUNB, Sára Maria; SILVA, Cristina Ferreira; CIRILLO, Marcelo; VARGA, Eugênia Azevedo; SCHWAND Rosane Freitas. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and methods. **Food Control**, Guildford, v. 20, n. 9, p. 784-790, sept. 2009.
- BARBOSA, R. M. **Caracterização físico-química de seis categorias da bebida café classificada pelo teste da xícara**. 2002. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London, Series A**, London, v. 160, n. 2, p. 268-282, 1937.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. UFLA: Ed. UFLA, 2008.
- CAPLICE, E.; FITZGERALD, G. F. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 50, n. 1/2, p. 131-149, sept. 1999.
- CHALFOUN, S. M.; FERNANDES, A. Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café. **Revista Visão Agrícola**, São Paulo, v. 12, p. 105-108, jul. 2013.
- COGAN, T. M. History and taxonomy of starter cultures. *In*: COGAN, T. M.; ACCOLAS, J. P. (Ed.). **Dairy starter cultures**. New York: VCH, 1996.
- DE MORAIS-LEMONS, S. A.; DE AQUINO-TÔRRES, F. J.; NASCIMENTO-MENDES, P. do; NASCIMENTO, E. A. do; CHANG, R. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torra. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 327-331, 2009.

- FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, p. 373-380, 2006.
- FISHER, R. A. The use of multiple measurements in taxonomic problems. **Annals of Eugenics**, London, v. 7, n. 2, p. 179-188, 1936.
- FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. England: John Wiley & Sons Ltd. 2002.
- FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; MENDONÇA, J. C. F., SILVA, X. A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, p. 84-89, 2005.
- GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 7-16, mar./abr. 2011.
- HERSZKOWICZ, N. Consumo interno e potencial do torrado e moído no mercado externo. **Revista Visão Agrícola**, São Paulo, v. 12, p. 118-120, jul. 2013.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). **Dados estatísticos**. 2008. Disponível em: <http://www.ico.org>. Acesso em: 10 dez. 2008.
- LIMA, M. L. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região Sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 128-129, jul. 2008.
- MASOUD, W.; CESAR, L. B.; JESPERSEN, L.; JAKOBSEN, M. Yeast involved in fermentation of *Coffea Arabica* in East Africa determined by genotyping and by direct denaturing gradient gel electrophoresis. New York, v. 21, n. 1, p. 549-556, 2004.
- MENDONÇA, L. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica*L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.
- PIMENTA, C. J. **Qualidade do café**. Lavras: UFLA, 2003.
- PINTO, N. A. V. D. **Avaliação química e sensorial de diferentes padrões de bebida do café arábica cru e torrado**. 2002. 92 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- REIS JÚNIOR, F. B.; TEIXEIRA, K. R. dos S.; REIS, V. M. **Análises de restrição do DNA Ribossomal Amplificado (ARDRA) em estudos de diversidade intra-específica de *Azospirillum amazonense* isolado de diferentes espécie de *brachiaria***. Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2004.
- SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição físico-química e química do café (*Coffea arabica*L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 213-218, jan./fev. 2009.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastianiacommersoniana*(Baill.) Smith &Downs (branquilho) - Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, 2007.

SANDINE, W. E. Commercial production of dairy starter cultures. *In*: COGAN, T. M.; ACCOLAS, J. P. (Ed.). **Dairy starter cultures**. New York: VCH, 1996.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality: complete samples. **Biometrika**, London, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, dec. 1965.

SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Incidence and distribution of filamentous fungi during fermentation, drying and storage of coffee (*Coffea Arabica*) beans. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 521-526, jan./feb. 2008.

SILVA, C. F. **Diversidade microbiana em grãos de café (*Coffeaarabica*L.) processados por via seca nas fases pré e pós- colheita**. 2000. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

SIQUEIRA, H. H. de; ABREU, C. M. P. de. Composição Físico-Química e Qualidade do Café Submetido a Dois Tipos de Torração e com Diferentes Formas de Processamento. **Ciênc. Agrotec.**, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2006.

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

SRIDEVI, V.; GIRIDHAR, P.; RAVISHANKAR, G. A. Free diterpenescafestol and kahweol in beans and in vitro cultures of *Coffea*species. **Current Science**, v. 99, p.1101--1104, 2010.

SUPLICY, E. M. Brasil se consolida na tradição de grande produtor mundial de café. **Revista Visão Agrícola**, São Paulo, v. 12, p. 124-126, jul. 2013.

VAAST, P.; BERTRAND, Benoit; PERRIOT, Jean-Jacques; GUYOT, Bernard; GÉNARD, Michel. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffeaarabica* L.) under optimal conditions. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 86, n. 2, p. 197-204, jan. 2006.

VICENT, J. C. Green coffee processing. *In*: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Technology**. London; New York: Elsevier, 1987.

VILELA, D. de A.; LOURENÇO, K. D.; TAMES, M. L. S.; BAHIA, R. F.; NAVARRO, F. Análise da ausência do teor de cafeína nas rotulagens dos cafés comercializados. **Revista Bras. de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**. v. 1, n. 5, p. 92 – 105, 2007.

VILELA, D. M.; PEREIRA, G. V.; SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffeaarabica*L.). **Food Microbiology**, London, v. 27, n. 8, p. 1128-1135, dec. 2010.

VILELA, D. M. **Seleção in vitro de culturas iniciadoras para fermentação de frutos de café (Coffea arabica L.) processados via seca e semi-seca.** 2011. 80 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

WINTGENS, J. N. **Coffee: growing, processing, sustainable production.** Weinheim: Oxford, 2004.