



THAIS FERNANDES MORATTA

**Relação dos Perfis Físico-Químicos e Sensoriais do Café em
Função da Pós-Colheita**

Lavras – MG

2023

THAIS FERNANDES MORATTA

**Relação dos Perfis Físico-Químicos e Sensoriais do Café em Função da Pós-
Colheita**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Química, para a obtenção do título de Licenciado.

Prof^a. Dr^a. Dalyse Toledo Castanheira

Orientadora

Prof^a. Dr^a Luciana Lopes Silva Pereira

Coorientadora

LAVRAS – MG

2023

THAIS FERNANDES MORATTA

**Análises Física, Química de Cafés Fermentados e Sensorial: Avaliação e
Quantificação de Compostos**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Química, para a
obtenção do título de Licenciado.

APROVADA em 11 de dezembro de 2023.

Eng. Msc. Emanuelle Aparecida da Costa - UFLA

Dr. Tiago Teruel Rezende - UFLA

Eng. Msc. Mauro Magalhães Leite Faria - UFLA

Prof^a. Dr^a. Dalyse Toledo Castanheira

Orientadora

Prof^a. Dr^a Luciana Lopes Silva Pereira

Coorientadora

LAVRAS - MG

2023

Ao meu pai Rodolfo e ao meu avô Alcides,

in memoriam,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe que me apoiou e me amou incondicionalmente e é meu exemplo de força e superação, agradeço.

Agradeço ao meu pai, *in memoriam*, por ter me apoiado e inspirado, por ser um exemplo de garra e honestidade e ter me amado incondicionalmente até o último segundo.

À minha irmã Larissa por me ensinar a ser resiliente, me apoiar e me amar, agradeço.

Agradeço minha Avó Alice por ser meu alicerce, por ter me criado com tanto amor e ternura, por ter sido exemplo de força para a minha mãe, irmã e eu sermos quem somos hoje.

À minha avó e madrinha Neide, por me acolher e cuidar de mim com tanto zelo, agradeço.

Ao meu avô e padrinho Alcides, *in memoriam*, por fazer de mim sua princesa e por se orgulhar tanto de mim até o último segundo, obrigada!

Obrigada a toda a minha família pelo amor e apoio incondicionais em todos os momentos da minha vida!

Em especial para minha afilhada Lavínia, minha princesa, obrigada por me amar! Ser sua madrinha foi a melhor coisa que me aconteceu!

Vinícius e Pamela, obrigada por me apoiarem e me darem o melhor presente: ser madrinha!

Aos meus professores: Dalyse, Teruel, Luciana e Mauro, obrigada por todo o apoio incondicional para a realização deste trabalho!

Manuh, minha professora e amiga, obrigada por todo o conhecimento compartilhado, broncas e conselhos!

À minha amiga Sarah, obrigada por todos esses anos de amizade, por me apoiar e aconselhar!

Ao meu amigo Klein, obrigada por me apoiar, ensinar e aturar toda na loucura desde que nos conhecemos e tudo o que aconteceu durante a realização desse trabalho!

Aos meus amigos da CafEsal Gab, Vinição, Iza, obrigada pela amizade!

RESUMO

A história do café no Brasil teve início em 1727, mas seu auge ocorreu anos depois com o início de um novo ciclo econômico que fez com que o Brasil ocupasse a primeira posição no ranking de produção de café. Cuidados com a pós-colheita são importantes para a obtenção de cafés de qualidade e são parte desses cuidados a separação e secagem dos frutos, sendo a secagem a etapa crucial para a qualidade da bebida e podendo estes terem passado ou não por lavagem e processos fermentativos. A qualidade da pós-colheita reflete diretamente na qualidade da bebida e se bem feita pode proporcionar ao produtor lotes de cafés especiais. O café especial, por sua vez, é classificado através da avaliação sensorial realizada através da prova de xícara e de acordo com o protocolo da Specialty Coffee Association (SCA) que engloba pontuações a atributos pré-definidos, assim como a percepção do provador treinado, o Q-grader. Mas como a avaliação sensorial é subjetiva, faz-se necessário o uso de análises físico-químicas e estatísticas para alcançar o objetivo deste trabalho, que é utilizar análises físico-químicas e estatísticas para avaliar o comportamento sensorial das amostras de café fermentados. Para isso foram realizadas análises para determinar a acidez titulável total, umidade no café verde e no café torrado e moído, extrato aquoso, pH, brix, açúcares redutores e totais e análise de componente principal. Com base nas análises físico-química, sensorial e estatística é possível concluir que a percepção sensorial dos provadores em relação às amostras é coerente com os resultados obtidos nas análises físico-químicas e com o auxílio da estatística multivariada pode-se relacionar essas análises e as percepções de forma coerente.

Palavras-chave: Café Especial. Composição Química. Análise Estatística

ABSTRACT

The history of coffee in Brazil began in 1727, but its peak occurred years later with the beginning of a new economic cycle that made Brazil occupy the first position in the coffee production ranking. Post-harvest care is important for obtaining quality coffees and part of this care is the separation and drying of the fruits, with drying being the crucial stage for the quality of the beverage and whether or not they have undergone washing and fermentation processes. The quality of post-harvest directly reflects the quality of the beverage and, if done well, can provide the producer with batches of specialty coffees. Specialty coffee, in turn, is classified through sensory evaluation carried out through cup testing and in accordance with the Specialty Coffee Association (SCA) protocol, which includes scores for pre-defined attributes, as well as the perception of the trained taster, the Q-grader. But as sensory evaluation is subjective, it is necessary to use physicochemical and statistical analyzes to achieve the objective of this work, which is to use physicochemical and statistical analyzes to evaluate the sensorial behavior of fermented coffee samples. For this purpose, analyzes were carried out to determine the total titratable acidity, humidity in green coffee, in roasted and ground coffee, aqueous extract, pH, brix, reducing and total sugars and main component analysis. Based on the physical-chemical, sensorial and statistical analyses, it is possible to conclude that the sensorial perception of the tasters in relation to the samples is consistent with the results obtained in the physical-chemical analyzes, and with the help of multivariate statistics it is possible to relate these analyzes and the perceptions coherently.

Keywords: Specialty Coffee. Chemical composition. Statistical analysis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO	10
2.1. Objetivo geral.....	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1. A história do café no Brasil e no mundo.....	11
3.2. Pós-colheita do café	12
3.2.1. Lavagem e separação	12
3.2.2. Preparo	12
3.2.3. Secagem.....	13
3.2.4. Fermentação	13
3.2.5. Cultivares.....	14
3.2.6. Café Especial	15
3.2.7. Avaliação sensorial	15
3.2.8. Análises Químicas	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Origem das amostras e manejo pós colheita	17
4.2. Análise Sensorial.....	17
4.3. Análises físico-químicas	18
4.3.1. Acidez Titulável Total	18
4.3.2. Umidade no café cru e no café torrado e moído.....	19
4.3.3. Extrato Aquoso	20
4.3.4. pH	21
4.3.5. Brix.....	22
4.3.6. Açúcares Redutores e Totais.....	23
4.4. Análise Estatística.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1. Análise Sensorial.....	26
5.2. Acidez Titulável Total	29
5.3. Extrato Aquoso	30
5.4. Umidade no café verde e no café torrado e moído.....	31
5.4.1. Verde	31
5.4.2. Torrado	31

5.5. pH.....	32
5.6. Brix.....	32
5.7. Açúcares Redutores e Totais	33
5.8. Análise Estatística.....	34
5.8.1. Componentes principais.....	34
6. Conclusão	39
6. Considerações Finais.....	39
8. REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

A história do café no Brasil teve início em 1727 e com a adaptação dos cafeeiros ao clima e relevo das regiões do sudeste do país, deu início a um novo ciclo econômico fazendo com que o produto viesse a ser introduzido ao mercado exterior tornando-se o principal produto exportado. (MAPA, 2022) Então, 123 anos depois, o Brasil já era o maior produtor de café do mundo e atualmente ocupa o primeiro lugar no ranking mundial de produção, fornecendo café para 145 países e é também o segundo maior consumidor de café do mundo (MAPA, 2023). Mas para fornecer o produto com qualidade, faz-se necessário o cuidado durante todo o processo produtivo e principalmente na pós colheita.

A pós-colheita do café engloba algumas etapas para que o produto não perca qualidade durante o processo. Com isso, iniciamos a primeira etapa, que é opcional ao produtor, a lavagem. Quando realizada, é responsável pela retirada de sujidades e impurezas. Também é durante essa etapa que ocorre a separação dos grãos cereja, que estão no ponto correto de maturação para a colheita, dos grãos verdes, antes do estágio cereja de maturação, e grãos boia, que podem ser frutos passa, mal granados, brocados ou com outros defeitos que fazem com que tenham menor densidade que os demais frutos. A etapa seguinte é a de preparo dos frutos para a secagem, onde os grãos podem ou não passar por algum processo de descascamento ou desmucilagem (EMATER, 2016).

Seguindo para a secagem, é a fase que pode ser mais arriscada quando se trata da qualidade do produto final, a bebida. Nessa etapa, se não for bem executada, podem ocorrer fermentações indesejáveis. Para que isso não ocorra, o café deve ser revolvido várias vezes ao dia no início do processo e conforme a umidade diminui, diminui também a quantidade de revolvimentos necessária. O tempo para essa etapa varia de acordo com o clima do local, em locais mais quentes a secagem pode ocorrer mais rápido porém deve-se redobrar a atenção quanto à disposição dos frutos no terreiro para evitar a fermentação, e também com o tipo de terreiro utilizado podendo este ser de cimento, asfalto, terra ou suspenso, como também podem ser utilizados secadores mecânicos. A fermentação não necessariamente é um processo negativo para o café, desde que seja feita com supervisão e em ambiente propício para isto (EMATER, 2016).

Este processo pode ser realizado em fermentadores mecânicos, como neste trabalho, ou em biorreatores, em ambos havendo controle de temperatura e pressão dos

recipientes. A fermentação pode ser realizada com introdução de culturas iniciadoras de leveduras conhecidas ou com a microbiota do próprio fruto, esta última variando de acordo com a região onde o café foi colhido (EMATER, 2016). Todas as cultivares podem passar pelos processamentos descritos acima, sendo a escolhida para este trabalho a cultivar Topázio MG 1190 que surgiu do cruzamento entre as cultivares Mundo Novo e Catuaí amarelo. Essas etapas de processamento pós colheita servem para auxiliar os produtores de café a produzir com qualidade, visando também a produção de cafés especiais.

Os cafés especiais são aqueles sem defeitos e sem impurezas, e são classificados de acordo com o protocolo desenvolvido pela Specialty Coffee Association (SCA) que avalia 10 diferentes atributos que são pontuados de 0 a 100 e aqueles que possuem notas acima de 80 pontos são considerados especiais. Para essa avaliação é realizada a prova de xícara, que em seu surgimento no início do século XX não apresentava nenhum tipo de padronização ou critérios, e hoje em dia é realizada por provadores treinados, os Q-graders, que avaliam sabores e aromas das amostras (SCA, 2023).

Como a análise sensorial ainda é uma análise subjetiva, faz-se necessário o uso de técnicas complementares com o intuito de compreender melhor as percepções dos provadores. Com isso, o objetivo deste trabalho é utilizar análises físico-químicas e estatísticas para avaliar o comportamento sensorial das amostras de café fermentados.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar físico-química, física e sensorialmente amostras de café de um mesmo lote com diferentes tipos de tratamento pós-colheita e relacionar as análises físico-químicas ao sensorial atribuído às amostras com auxílio da estatística multivariada.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A história do café no Brasil e no mundo

A história do café pelo mundo data dos anos 800 quando, segundo uma lenda, um pastor abissínio notou que seu rebanho ficava mais alegre e bem-disposto quando ingeria o fruto de uma planta até então desconhecida e decidiu então levar esses frutos a um monge que preparou uma infusão e notou que ao ingeri-la ficou mais desperto durante suas meditações. O efeito do café chegou ao norte da África e na Arábia no século 15 onde os árabes tentaram manter o monopólio do cultivo desse fruto, mas sem sucesso já que os holandeses contrabandearam frutos frescos para suas colônias. (MAPA, 2022)

Inicialmente o café era usado com fins medicinais para vários males na Europa e só no século 17 passou a ser adotado como bebida. Chegando ao Brasil em 1727 através de Belém do Pará, vindo da Guiana-Francesa e se espalhou por vários outros Estados. Com o passar do tempo notou-se a melhor adaptação do café ao clima, relevo e solo das regiões de São Paulo e Rio de Janeiro, iniciando um novo ciclo econômico no Brasil. O produto foi inserido no mercado internacional, tornando-se o principal produto de exportação brasileira. Em 1850 o Brasil já era o maior produtor mundial de café, sendo essa produção de 40%. (MAPA, 2022)

Ferrovias foram construídas para acelerar o fluxo da produção e o porto de Santos era o principal ponto de saída. Imigrantes de diversos lugares do mundo chegaram para servir de mão de obra nos cafezais de São Paulo após a abolição da escravidão em 1888 e a riqueza gerada por essa fonte econômica deu origem a classe média e auxiliou no crescimento de outros setores econômicos como comércio e indústria. (MAPA, 2022)

Atualmente o Brasil ocupa o primeiro lugar em produção de café no ranking mundial e o segundo maior consumidor, tendo exportado 39,4 milhões de sacas de café em 2022 para 145 países totalizando US\$9,2 bilhões. (MAPA, 2023)

3.2. Pós-colheita do café

3.2.1. Lavagem e separação

O processo de lavagem auxilia na retirada de impurezas e também para separar os cafés cereja e verdes dos cafés boia por densidade. O café cereja (fruto que se encontra em nível de maturação adequado para colheita) e o café verde afundam durante a lavagem já que possuem maior umidade, já o café boia (cafés passa, mal granado, brocado ou seco) boiam na superfície do reservatório por serem mais leves. (EMATER, 2016) O processo de separação é importante já que o café boia deve ser armazenado separado do restante do lote para evitar contaminação de todo o café colhido.

Figura 1: Café verde ao boia, sendo o cereja o melhor estágio para colheita.



Fonte: Rota do Café (2015).

3.2.2. Preparo

Antes do processo de secagem, há três vias principais de processamento para o café: via seca, via semi-seca e via-úmida. Na via seca o café é seco com casca e mucilagem, já na via úmida o café é descascado e desmucilado e fica submerso em tanques de água por até 72h. Na via semi-seca ocorre uma mistura das duas vias onde o café é despulpado e seco sem adição de água. (SCHWAN, 2023)

3.2.3. Secagem

A secagem é a fase que apresenta os maiores riscos quando se trata da qualidade do café. Essa fase pode ser dividida em duas etapas: a desidratação do fruto e a secagem do grão. A etapa de desidratação do fruto consiste na retirada da umidade do fruto com a combinação de arejamento e calor do sol ou do secador. Já a secagem do grão consiste na retirada de água que fica retida no interior do grão para as camadas mais externas e por fim para o ambiente (EMATER, 2016).

A secagem pode ser realizada em terreiro ou em secadores mecânicos. Dentre os tipos de terreiros possíveis temos: terreiro de cimento e terreiro suspenso. O terreiro de cimento apresenta melhor custo benefício de instalação quando comparado ao mecânico. Já o terreiro suspenso é um pouco mais oneroso que o terreiro de cimento, porém fornece maior segurança quando se trata de impurezas e troca de calor com o ambiente (EMATER, 2016).

No terreiro, os frutos são esparramados inicialmente com a espessura de 1 fruto e conforme o revolvimento e diminuição da umidade são feitas dobras de camada onde as camadas vão sendo sobrepostas. Esse processo deve ser realizado inicialmente de hora em hora durante o dia e conforme a diminuição da umidade com espaçamentos maiores até secagem quase completa para evitar fermentações indesejadas. A etapa de desidratação do fruto deve ter atenção redobrada já que é a fase onde o café se encontra com maior umidade (EMATER, 2016).

3.2.4. Fermentação

A fermentação é um processo bioquímico que converte carboidratos em compostos mais simples pela ação de microrganismos. A fermentação pode ser induzida por uma cultura iniciadora ou pelos microrganismos presentes no café, sendo as leveduras e as bactérias os principais responsáveis por este processo. A entrada deles até a polpa pode ocorrer por ação de enzimas e com a degradação da mucilagem ocorre a formação de compostos orgânicos como álcoois, ácidos, entre outros. O tempo de fermentação espontânea pode variar de acordo com a temperatura ambiente e espessura da mucilagem. (PEREIRA, 2020)

Os processos fermentativos podem ocorrer em biorreatores ou em fermentadores mecânicos. Os biorreatores proporcionam ambiente controlado para desenvolvimento dos microrganismos (PEREIRA, 2020). Os fermentadores mecânicos, como o utilizado neste trabalho, possuem válvula de controle de pressão e termômetro para auxiliar no controle e supervisão de todo o processo e é possível programar um timer para que ocorram rotações em intervalos determinados proporcionando uniformidade no processo fermentativo.

3.2.5. Cultivares

Atualmente no Brasil existem 140 cultivares registradas ou em processo de inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RNC) (EMBRAPA,2022).

A cultivar Topázio MG 1190, material de estudo deste trabalho, surgiu a partir do cruzamento entre as cultivares Catuaí Amarelo e Mundo Novo na década de 1960. Essa cultivar é vantajosa quando comparada às que a originaram por apresentar angulação dos ramos produtivos pouco mais aberta que a das cultivares Catuaí, proporcionando maior aeração e insolação no interior da planta. Os frutos são amarelos e as folhas novas apresentam cor bronze-escuro, o que a difere das cultivares Catuaí que possuem brotos verdes. Apresenta ainda maturação intermediária ao Catuaí e Mundo Novo nos aspectos época e conformidade. (Topázio MG 1190, 2011)

Imagem 1: Frutos de café da cultivar topázio MG 1190.



Fonte: Topázio MG 1190 (2011).

Imagem 2: Folhas novas do café topázio, com coloração bronze-escuro.



Fonte: Topázio MG 1190 (2011).

3.2.6. Café Especial

De acordo com a Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), cafés especiais são grãos sem impurezas e defeitos e que possuem atributos sensoriais diferentes, além de critérios ambientais e sociais. Os atributos avaliados em cafés especiais são fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, ausência de defeito, uniformidade, doçura e considerações gerais e são pontuados por pessoa qualificada, Q-grader, de 0 a 100 sendo 0 a pior pontuação e 100 a melhor pontuação, dessa forma, é considerado como café especial aquele que obtiver 80 ou mais pontos (SCA, 2023).

3.2.7. Avaliação sensorial

Segundo Paiva (2005), quando se trata de café a análise sensorial é a ferramenta qualitativa mais utilizada apesar de subjetiva. A prova de xícara surgiu no Brasil no início do século XX, porém sem critérios uniformes para sua realização. Para realizar a análise sensorial do café comumente utilizamos a prova de xícara, onde é feita uma análise descritiva por provadores treinados (Q-graders) onde são identificados sabores e aromas nas amostras e também há um protocolo de pontuação para atributos padronizados pela SCA, a ficha utilizada durante a prova de xícara é apresentada na Figura 2. O café é

provado em diferentes temperaturas, já que esta pode afetar sensorialmente a bebida ressaltando ou ofuscando algum atributo.

Figura 2: Ficha de prova de café arábica.

Specialty Coffee Association
Arabica Cupping Form

Name _____
Date _____
Table nº _____

Quality Scale			
6,00 GOOD	7,00 VERY GOOD	8,00 EXCELLENT	9,00 OUTSTANDING
6,25	7,25	8,25	9,25
6,50	7,50	8,50	9,50
6,75	7,75	8,75	9,75

Sample Nº	Roast Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall
		Dry Qualities Break	Aftertaste	Intensity High Low	Level High Low	Balance	Sweetness	Defects (abstract) Taint - 2 Fault - 4 # of cups intensity
Notes								Final Score

Fonte: SCA (2023).

Ainda segundo Paiva (2005), a percepção dos aromas e sabores é individual para cada provador já que cada indivíduo possui sua biblioteca sensorial o que faz com que cada um tenha uma descrição sensorial para determinada amostra.

Tratando-se dos atributos sensoriais pontuados no protocolo, pode-se dizer que a sensação de doçura pode estar relacionada com o teor de açúcares redutores e não redutores na amostra. Já a cafeína pode afetar a percepção de amargor, enquanto o ácido clorogênico pode influenciar na adstringência e amargor da bebida. Ácidos orgânicos como o ácido cítrico, ácido lático, málico, fosfórico, entre outros afetam a percepção de acidez da bebida, enquanto lipídios afetam a textura e as melanoidinas, produzidas durante a torração do café através de reações entre aminoácidos e açúcares redutores, afetam a coloração e contribuem para o corpo da bebida. (Belchior, 2020)

3.2.8. Análises Químicas

As análises realizadas nesse trabalho englobam avaliação de acidez, pH, Brix, Umidade do Grão verde e torrado e moído, açúcares redutores e totais e são essas análises que possibilitam relacionar a avaliação sensorial dos provadores treinados com a composição química do café.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Origem das amostras e manejo pós colheita

O trabalho foi realizado no setor de cafeicultura e no departamento de química e em parceria com o Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF), todos da Universidade Federal de Lavras, localizada no sul do Estado de Minas Gerais. O experimento foi em parceria com a empresa Palinialves, em que foi usado para fermentação do café um cilindro rotativo modelo PA-FERMENTADOR 360 em chapas galvanizadas com capacidade de 1800L desenvolvido pela Palinialves.

Os cafés estudados neste trabalho são do mesmo lote e foram cultivados na Fazenda Rancho Novo em Bom Sucesso – MG, são da cultivar Topázio MG 1190 apresentando altitude de 950m. Ao total foram utilizados cerca de 3500 litros de café cereja, destes foram separados 1800 litros para levar ao fermentador onde ficaram fermentando por 72 horas com duas rotações por dia às 8h e às 18h durante os três dias. O café cereja que não foi para o fermentador é a amostra identificada como AMOSTRA Natural, foi direto para o terreiro para secagem. As amostras identificadas como AMOSTRA Natural Fermentado e AMOSTRA CD Fermentado receberam os seguintes tratamentos: 900L foram levados diretamente para a secagem no terreiro, denominado amostra natural fermentada, e os outros 900L foram descascados no descascador mecânico e levados para secar, denominado amostra cereja descascado, sendo respectivamente as amostras 2 e 3. A AMOSTRA Bóia é o café bóia desse lote, que foi separado dos cerejas e verdes no lavador e levado diretamente para o terreiro para secagem. Durante a secagem, o café foi revolvido algumas vezes ao dia e inicialmente se encontrava disposto em camadas com a espessura de 1 grão e com o passar do tempo foram feitas dobras de camada até a secagem final onde o café ficou disposto em leiras. Este processo durou cerca de 4 a 5 dias e o café foi posteriormente armazenado por 30 dias para descansar e após este período, finalmente ser beneficiado.

4.2. Análise Sensorial

Para realizar a análise sensorial, as amostras foram preparadas segundo o protocolo da BSCA e as amostras foram avaliadas por pessoas qualificadas, os Q-graders.

Numerou-se as amostras de 1 a 4. Pesou-se, em xícaras com capacidade para 150mL de água, entre 8,25g e 8,5g de cada amostra por xícara. As amostras foram avaliadas quanto à fragrância. Esquentou-se água mineral até a fervura (cerca de 93,5°C) e completou-se o volume das xícaras, mantendo-as em repouso por 4 minutos para que começassem a ser provadas. Após 4 minutos, a crosta de café pode ser “quebrada” e as amostras avaliadas quanto ao aroma e após 8 minutos as amostras estão prontas para serem avaliadas quanto aos demais atributos (SCA, 2023).

4.3. Análises físico-químicas

4.3.1. Acidez Titulável Total

Para a acidez titulável total, as amostras foram preparadas segundo o protocolo da BSCA. Pesou-se 2,75g de cada amostra e colocou-se em infusão em água fervente por 8 minutos. A amostra foi filtrada em filtro de papel e titulada com solução de NaOH 0,1M. Os resultados serão expressos em mL de NaOH/100g de café. (AOAC, 1990)

Para a titulação foi necessária uma bureta de 50mL, solução de NaOH a 0,1M, 3 gotas de indicador ácido base fenolftaleína em etanol a 1%. (AOAC, 1990) A amostra de café possui uma coloração marrom que impossibilita a visualização do ponto de viragem, sendo necessária a diluição de 10mL de amostra e adicionados 150mL de água deionizada no erlenmeyer de 250mL. A solução de NaOH 0,1M foi gotejada lentamente até que fosse observado o ponto de virada do indicador.

Imagem 3: Sistema de titulação para determinação de ACQ.



Fonte: Da autora (2023).

4.3.2. Umidade no café cru e no café torrado e moído

Para medir a umidade no grão torrado e moído foram pesadas as seguintes massas das amostras:

Tabela 1: Massas de café utilizadas para o teor de umidade no grão torrado e moído.

Amostra	Massa recipiente vazio (g)	Massa de amostra (g)	Massa total
Natural	43,2968	10,0005	53,2973
Natural			
Fermentado	41,7396	10,0513	51,7909
CD Fermentado	41,6955	10,0199	51,7154
Boia	43,9488	10,0024	53,9512

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As amostras foram levadas para estufa a 105°C e monitoradas até a massa permanecer constante. (IAL, 2008)

Imagem 4: Amostras na estufa a 105°C.



Fonte: Da autora (2023).

Para medir a umidade no grão cru foi utilizado o medidor de umidade da marca GEHAKA modelo G600.

Figura 3: medidor de umidade GEHAKA G600.



Fonte: Gehaka (2011).

4.3.3. Extrato Aquoso

Para determinar o extrato aquoso das amostras, os béqueres foram identificados de 1 a 5 e pesados vazios. Foram pesados 2g de amostra e colocados em erlenmeyer de 1L com boca esmerilhada, adicionou-se 200mL de água quente e colocou-se em sistema de refluxo por 1 hora após o início da fervura, o sistema de refluxo serve para que não haja perda de água para o ambiente e por consequência a concentração da amostra. Após 1 hora, retirou-se a amostra do sistema de refluxo, esfriou-se e filtrou-se com filtro de papel para balão volumétrico de 500mL, completando o volume com água deionizada. Transferiu-se uma alíquota de 50mL para o béquer previamente pesado e levou-se para chapa de aquecimento até completa evaporação da água. Por fim pesou-se o béquer com o resíduo do extrato (IAL, 2008).

Imagem 5: Sistema de refluxo para análise de extrato aquoso.



Fonte: Da autora (2023).

4.3.4. pH

Para medir o pH, as amostras foram preparadas do mesmo modo que as amostras para a prova de xícara. Pesou-se 2,75g de cada amostra em béqueres de 100mL identificados de 1 a 5, adicionou-se 50mL de água e a amostra ficou em infusão por 8 minutos (IAL, 2008). Após a infusão, separou-se a fase líquida do resíduo de café torrado e moído usando pipetas de Pasteur descartáveis e levou-se para o pHâmetro de bancada TecnoPON, modelo MS-210.

Imagem 6: Preparo de amostras para medição de pH.

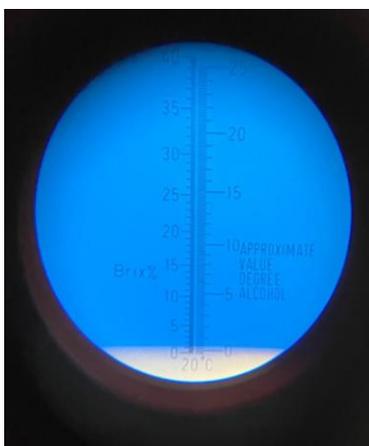


Fonte: Da autora (2023).

4.3.5. Brix

Para medir o Brix, as amostras foram preparadas do mesmo modo que as amostras para a prova de xícara. Pesou-se 2,75g de cada amostra em béqueres de 100mL identificados de 1 a 5, adicionou-se 50mL de água e a amostra ficou em infusão por 8 minutos. Após a infusão, separou-se a fase líquida do resíduo de café torrado e moído usando pipetas de Pasteur descartáveis e levou-se para o refratômetro manual.

Imagem 7: Medida no refratômetro manual para a amostra Boia.



Fonte: Da autora (2023).

4.3.6. Açúcares Redutores e Totais

Para realizar a extração dos açúcares redutores e não redutores das amostras de café utilizou-se a metodologia de Lane-Enyon onde foram pesados 5g de café em recipientes com capacidade para 100mL e adicionou-se 50mL de álcool etílico 95% em cada um deles, as amostras ficaram em infusão por uma noite. No dia seguinte foram agitadas por 1 hora em mesa agitadora e logo em seguida filtradas e lavadas com 2 porções de cerca de 10mL de álcool etílico 95% para ter certeza de que tudo que foi extraído fosse para o meio alcoólico. Levou-se as amostras para a chapa de aquecimento e evaporou-se o álcool até que restasse aproximadamente 5mL de solução, completou-se o volume para 100mL com água destilada e congelou-se (IAL, 2008).

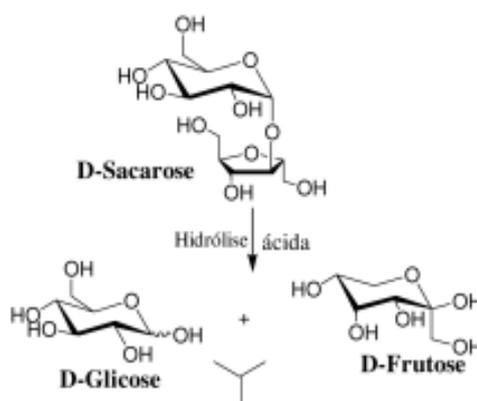
Dois dias depois as amostras foram descongeladas e a quantificação foi feita através do método de Somogyi-Nelson. Para isso foram preparadas algumas soluções:

- Solução de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) a 5% - pesou-se 12,5g de $ZnSO_4$ em balão volumétrico de 250mL e completou-se o volume com água deionizada.
- Solução de hidróxido de bário ($Ba(OH)_2$) a 0,3M - pesou-se 11,8mL de $Ba(OH)_2$ em balão volumétrico de 250mL e completou-se o volume com água deionizada.
- Reativo A de Somogyi-Nelson – pesou-se 12,5g de carbonato de sódio (Na_2CO_3), 12,5g de tartarato de sódio e potássio ($KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$), 10g de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) e 100g de sulfato de sódio e diluiu-se em balão volumétrico de 500mL completando-se o volume com água deionizada.
- Reativo B de Somogyi-Nelson – pesou-se 15g de sulfato de cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), diluiu-se em balão volumétrico de 100mL até quase completar o volume, adicionou-se 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) e completou-se o volume do balão até 100mL com água deionizada.
- Reativo C de Somogyi-Nelson ou reativo cúprico – preparou-se na hora do uso com 25mL do reativo A e 1mL do reativo B.
- Reativo arsenomolibídico: Dissolveu-se 12,5g de molibdato de amônio ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) em 450mL de água deionizada num béquer de 1L, adicionou-se 21mL de ácido sulfúrico concentrado. Em outro béquer dissolveu-se 3g de arseniato de sódio ($Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$) em 25mL de água. Juntou-se as duas soluções preparadas, agitou-se e colocou-se a solução em banho maria a $56^\circ C$ por 25 minutos, posteriormente armazenou-se em frasco âmbar.

- Solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3): pesou-se 25g de carbonato de sódio (Na_2CO_3) e diluiu-se em balão volumétrico de 100mL completando o volume com água destilada
- Solução estoque de glicose: pesou-se 0,1g de glicose anidra e diluiu-se em balão volumétrico de 100mL completando o volume com água.

Preparadas as soluções necessárias, iniciou-se o preparo das amostras: 5 tubos de ensaio para a análise de açúcares redutores e 5 tubos de ensaio para a análise de açúcares totais. As amostras foram numeradas de 1 a 5 para açúcares redutores e de 1H a 5H para açúcares totais. Para as amostras de 1H a 5H realizou-se a hidrólise ácida (Figura 6): transferiu-se 25mL dos extratos para erlenmeyers de 125mL, adicionou-se 0,5mL de ácido clorídrico concentrado e levou-se para o banho maria fervente por 15 minutos, esfriou-se e neutralizou-se as amostras com a solução saturada de carbonato de sódio e por fim completou-se o volume para 50mL. Dos 50mL, transferiu-se uma alíquota de 3mL dos extratos hidrolisados para os tubos de ensaio identificados de 1H a 5H, adicionou-se 1,2mL da solução de sulfato de zinco e 1,2mL da solução de hidróxido de bário e 9mL de água deionizada e após isso filtrou-se as amostras em papel filtro, sendo este procedimento conhecido como desproteínização do amido, sacarose e glicose (IAL, 2008). O mesmo procedimento foi realizado nas amostras de 1 a 5 com a intenção de retirar aminoácidos que poderiam reagir com os reativos de Somogyi-Nelson.

Figura 4: Reação de hidrólise ácida da sacarose em glicose e frutose.



Fonte: Adaptado, Oliveira (2009).

Para determinar os açúcares redutores, glicose e frutose, das amostras foi realizado o seguinte procedimento: adicionou-se 0,5mL das amostras desproteínizadas nos tubos de ensaio de 1 a 5, pipetou-se 0,6mL de água deionizada e 1mL do reativo cúprico e levou-

se os tubos em banho maria fervente por 20 minutos. Após o banho maria, resfriou-se as amostras e adicionou-se 1mL do reativo arsenomolibídico em cada uma delas, completou-se o volume para 10mL adicionando 6mL de água deionizada. A leitura foi realizada no espectrofotômetro-UV no comprimento de onda de 510nm (IAL, 2008).

Para determinar o teor de sacarose o mesmo procedimento foi realizado, porém as amostras utilizadas foram as anteriormente hidrolisadas. Isso se faz necessário pois ao hidrolisar a molécula de sacarose, que é um açúcar não redutor, obtém-se uma molécula de glicose e uma de frutose que são açúcares redutores, possibilitando assim mostrar que a diferença de concentração obtida entre as amostras hidrolisadas e as não hidrolisadas correspondem ao teor de sacarose nas amostras (IAL, 2008).

Imagem 8: Amostras para determinar teor de açúcares redutores, não redutores e totais.



Fonte: Da autora (2023).

4.4. Análise Estatística

A ferramenta utilizada para auxiliar na interpretação dos dados coletados neste trabalho é a Análise de Componentes Principais (ACP), técnica da estatística multivariada que possibilita a análise de um grande número de dados e ainda identificar as variáveis

inter-relacionadas que são responsáveis pelas maiores variações nos resultados, sem perdas significativas, transformando o conjunto inicial de variáveis em um novo conjunto, o de componentes principais. (VICINI, 2005)

Deste modo, foram utilizados para a ACP 29 variáveis analisadas nos quatro tratamentos, sendo estes listados com suas respectivas abreviações a seguir:

Tabela 2: Lista de Variáveis e suas abreviações.

Abreviação	Variável	Abreviação	Variável	Abreviação	Variável
ACQ	Acidez Titulável Total	SAB	Sabor	NT	Nota Total
	Umidade do café torrado e				
UMD	moído	FIN	Finalização	-	DOCE
			Acidez		
EXTA	Extrato aquoso	ACS	sensorial	-	FLORAL
UMV	Umidade do grão verde	COR	Corpo	-	NOZ/CACAU
PH	pH	UNI	Uniformidade	-	ESPECIARIAS
BRI	Brix	XLI	Xícara Limpa	-	ASSADO
ARED	Açúcares redutores	DOC	Doçura	-	VERDE/VEGETAL
ATOT	Açúcares totais	EQL	Equilíbrio	-	AZEDO/FERMENTADO
SAC	Sacarose	NGL	Nota Global	-	FRUTADO
FRA	Fragrância	DEF	Defeitos		

Fonte: Da autora (2023).

Os tratamentos são: Testemunha, Natural Fermentado, Cereja Descascado Fermentado e Boia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise Sensorial

As pontuações obtidas segundo os provadores treinados na prova de xícara foram apresentados nas tabelas 3 e 4. Observou-se que nenhuma das amostras apresentou pontuação superior a 58 pontos, mostrando que essas amostras não são cafés especiais segundo o protocolo da BSCA.

Tabela 3: Avaliação do Q-grader 1 por protocolo SCA para as amostras de café.

Q-GRADER 1	Testemunha	Natural	CD	Boia
		fermentado	fermentado	
Fragância/				
Aroma	7	7	8	7
Sabor	6	6	6,5	6
Finalização	6	6	6	6
Acidez	6	6	6	6
Corpo	6	6	6	6
Uniformidade	0	0	6	8
Xícara limpa	0	0	6	8
Doçura	0	0	6	8
Equilíbrio	6	6	6	6
Overall	6	6	6	6
Defeitos	-30	-30	-12	-6
Nota	13	13	50,5	61

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 4: Avaliação do Q-grader 2 por protocolo SCA para as amostras de café.

Q-GRADER 2	Testemunha	Natural	CD	Boia
		fermentado	fermentado	
Fragância/				
Aroma	6	6	6	6
Sabor	6	6	6	6
Finalização	6	6	6	6
Acidez	6	6	6	6
Corpo	6	6	6	6
Uniformidade	10	10	10	6
Xícara limpa	0	0	0	8
Doçura	0	0	0	8
Equilíbrio	6	6	6	6
Overall	6	6	6	6
Defeitos	-20	-20	-20	-4

Nota	32	32	32	60
------	----	----	----	----

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A percepção sensorial dos provadores foi apresentada na tabela 5 e essas informações nos auxiliarão a compreender a análise estatística deste trabalho.

Tabela 5: percepção sensorial para as amostras pelos Q-graders.

PERCEPÇÃO SENSORIAL	
Amostra 1 - Testemunha	Morango muito maduro, alcoólico, jaca madura, corpo alcoólico, acidez acética, malte, fermentado, jurubeba, sabor medicinal, finalização amarga, amadeirado, pungente, morango, leve azedo e azeitona.
Amostra 2 - Natural Fermentado	Bala de uva, danoninho, alcoólico, guaraná, borbulhante, jaca muito madura, acidez acética, corpo alcoólico, finalização amarga, amadeirado, chocolate, morango, azeitona, azedo e seco.
Amostra 3 - CD Fermentado	Caramelo, calda de pudim, enxurrada, acidez acética, corpo seco, corpo seco, adstringência alta, finalização desagradável, doce, floral, rapadura, canela, caldo de galinha e pneu.
Amostra 4 - Boia	Doce, seco, açúcar mascavo, doce de leite, tulha, corpo leve, corpo seco, sem acidez, finalização amarga, verde vegetal, adstringência alta, chocolate, caramelo, pepino, medicinal e fenólico.

Fonte: Da autora (2023).

Com base nos resultados obtidos na avaliação sensorial, pode-se afirmar que as amostras não foram classificadas como cafés especiais, podendo estes resultados serem melhor compreendidos com o auxílio das análises físico-químicas e estatísticas realizadas neste trabalho. Para a análise estatística, as percepções sensoriais foram agrupadas de acordo com os descritores primários da roda de aromas e sabores da SCA, apresentada na Figura 5.

Figura 5: Roda de aromas e sabores da SCA



Fonte: SCA (2023).

5.2. Acidez Titulável Total

Os resultados obtidos para a acidez titulável total das amostras foram listados na tabela 6:

Tabela 6: resultados obtidos para acidez titulável total.

Amostra	mL de NaOH 0,1N/100g de amostra
Natural	290,90
Natural fermentado	327,27

CD fermentado	327,27
Boia	200,00

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Segundo Caixeta (2013) os valores de acidez titulável total para cafés arábica da cultivar topázio varia entre 176 e 200mL de NaOH 0,1N/100g de café, indicando que as amostras 1,2 e 3 apresentaram valores mais elevados de acidez titulável total. Essa elevação da ACQ nas amostras 2 e 3 eram esperadas já que passaram por processos fermentativos, onde há a conversão de carboidratos em compostos primários como ácidos orgânicos, por exemplo. Já a amostra 1 não passou por fermentação desejada, porém pode ter fermentado negativamente durante a secagem do café no terreiro.

5.3. Extrato Aquoso

O extrato aquoso mostra a quantidade de sólidos solúveis em água fervente, os resultados foram apresentados na tabela 7:

Tabela 7: Resultados obtidos para a análise de extrato aquoso.

Amostra	% (m/v)
Natural	29,6
Natural fermentado	24,15
CD fermentado	9,5
Boia	17,6

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Segundo Caixeta (2013), o café Topázio apresenta de 25,8 a 29,2% de sólidos solúveis nas amostras e apenas uma das amostras ficou dentro desse intervalo, que foi a amostra 2. As demais amostras tiveram grande variação na porcentagem de extrato aquoso. A amostra 1 apresentou pouca diferença, podendo esta ser dada pela fermentação indesejada da amostra no momento da secagem, já que apresentou valores mais elevados que na literatura para a Acidez titulável total. A amostra 3 apresentou valor muito inferior ao esperado, podendo indicar erro sistemático ou aleatório durante o procedimento experimental. Por fim, a amostra 4 apresentou valor inferior ao intervalo encontrado em literatura que pode ter sido motivado por não passar por nenhum processo fermentativo o que o faz ter menor concentração de ácidos tituláveis quando comparado com as demais amostras fermentadas.

5.4. Umidade no café verde e no café torrado e moído

5.4.1. Verde

Tabela 8: Resultados obtidos para a umidade no grão verde.

Amostra	% na amostra
Natural	9,50%
Natural fermentado	11,80%
CD fermentado	11,80%
Boia	12,20%

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Segundo Gehaka (2018), a umidade do grão cru deve estar entre 10,8 a 11,2%. Abaixo de 10% há perda de peso e quebra do grão. Já se estiver acima de 12% pode ocorrer perda da qualidade do café. Analisando as amostras podemos afirmar que nenhuma delas apresentou valores dentro do intervalo desejado, podendo este ser o motivo de não terem sido classificados como cafés especiais segundo o protocolo da SCA. Tanto a quebra dos grãos, perda de peso e de qualidade afetam a qualidade da bebida.

5.4.2. Torrado

Tabela 9: Resultados obtidos para umidade no grão torrado e moído.

Amostra	gramas/10 gramas de amostra	% na amostra
Natural	0,3381	3,381
Natural fermentado	0,3244	3,244
CD fermentado	0,4294	4,294
Boia	0,5586	5,586

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Segundo a instrução normativa do MAPA (2010), o percentual máximo permitido para umidade no café torrado e moído é de 5%. Avaliando as amostras podemos notar que apenas a amostra 4 está fora do limite exigido pela legislação, podendo este resultado

ser motivado pelo tratamento da amostra, por erro sistemático ou erro aleatório durante a análise.

5.5. pH

Tabela 10: Resultados obtidos para análise de pH.

Amostra	pH
Natural	4,88
Natural Fermentado	4,92
CD Fermentado	4,94
Boia	4,77

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Segundo Lopes (2000) o pH esperado para cafés torrados da cultivar Topázio MG 1190 é de 5,27. Os valores obtidos experimentalmente neste trabalho são menores que o esperado, e isso pode ser ocasionado pelos processos fermentativos aos quais as amostras de 1 a 3 foram submetidas durante a pós-colheita. Já a amostra 4 pode ter apresentado valor de pH menor que o esperado devido ao tratamento pós-colheita ou até mesmo pelo tipo de grão constituinte da amostra já que o café boia leva esse nome justamente por ter menor densidade, por estar passa ou por apresentar defeitos como broca ou grãos mal granados.

5.6. Brix

Tabela 11: Resultados obtidos para a análise de °Brix.

Amostra	°Brix
Natural	1,2
Natural Fermentado	1,3
CD Fermentado	1
Boia	1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Segundo Angelim (2021), o índice de refração ou °Brix esperado para cafés cafeinados é de 1,334. Avaliando os valores obtidos, as amostras 3 e 4 apresentaram

valores de °Brix abaixo do esperado e isso pode ser devido ao valor de acidez titulável total, o tratamento pós-colheita ou até mesmo teor de cafeína que necessitaria de outras análises para ser determinado. A amostra 1 ficou ligeiramente abaixo do esperado e isso pode estar relacionado com menores quantidades de ácidos tituláveis na amostra quando comparada com a amostra 2, por exemplo. E a amostra 2 ficou dentro do valor esperado e esse valor obtido deve-se a ácidos, açúcares e outros compostos presentes na amostra.

5.7. Açúcares Redutores e Totais

Tabela 12: Resultados obtidos para análise de açúcares redutores e totais.

AMOSTRA	AÇÚCARES REDUTORES – FRUTOSE E GLICOSE (%)	AÇÚCARES NÃO REDUTORES – SACAROSE (%)	AÇÚCARES TOTAIS (%)
1	0,216528	0,462462	0,67899
2	0,132444	0,756756	0,8892
3	0,132444	1,723722	1,856166
4	0,636948	0,63063	1,267578

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Segundo Fernandes (2003), os valores esperados para açúcares redutores, não redutores e totais são respectivamente 0,18%; 0,30% e 0,49%. Como o teor de açúcares, assim como outros compostos do café, pode variar com o terroir ou com a cultivar, a análise dos resultados foi feita em função da proporção de açúcares redutores, não redutores e totais nas amostras. Segundo a literatura, a porcentagem desses compostos é de 36,73%, 61% e os açúcares totais representam a soma de açúcares redutores e não redutores, totalizando 100% e tendo em vista que o café da literatura não passou por processos fermentativos.

Deste modo, para a amostra 1 temos que os valores de açúcares redutores e não redutores representam respectivamente 31,89% e 68,11%. A amostra 2 possui valores para de açúcares redutores e não redutores de 14,89% e 85,01%, mostrando que apesar de possuir alto valor de açúcares redutores e não redutores, mostrando que a secagem do fruto completo após a fermentação não favoreceu tanto a bebida no aspecto aromas e sabores doces quando o tratamento da amostra 3. A amostra 3 apresentou valores de

7,14% e 92,86% para açúcares redutores e não redutores, o alto índice de açúcares não redutores pode ser relacionado com o processamento pós colheita a que ele é submetido, onde o fruto é descascado e seco com a mucilagem possibilitando que os açúcares presentes nela migrem para o grão e quando comparamos com a amostra 2 vemos que o descascamento pode ter favorecido a qualidade da bebida no que diz respeito a aromas e sabores doces.

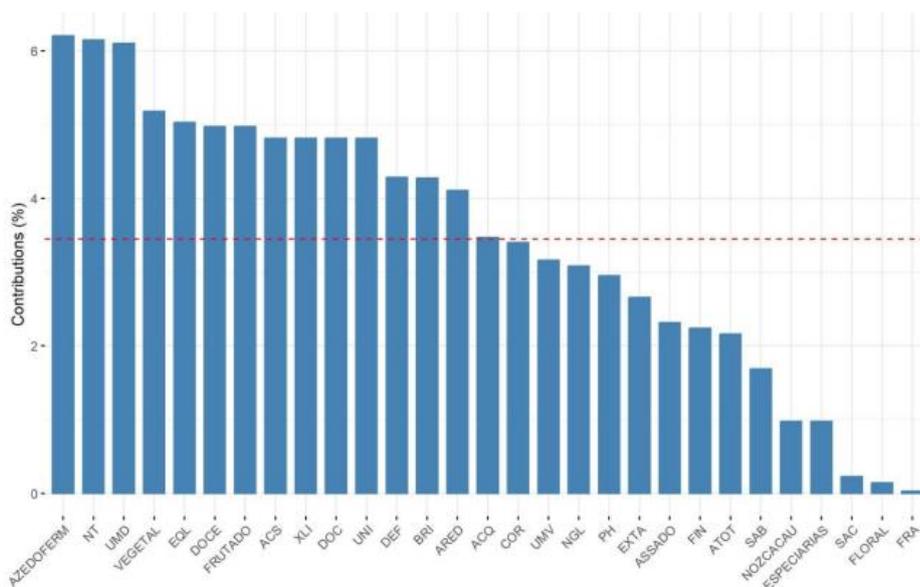
A amostra 4 possui valores de 49,75% e 50,25% para açúcares redutores e não redutores, onde o maior valor para açúcares redutores pode sinalizar a presença de reações químicas de degradação de polissacarídeos já que podem ocorrer processos fermentativos nos frutos ainda no pé, o que também justificaria o menor índice de açúcares não redutores na amostra analisada (DURANTE,2009).

5.8. Análise Estatística

5.8.1. Componentes principais

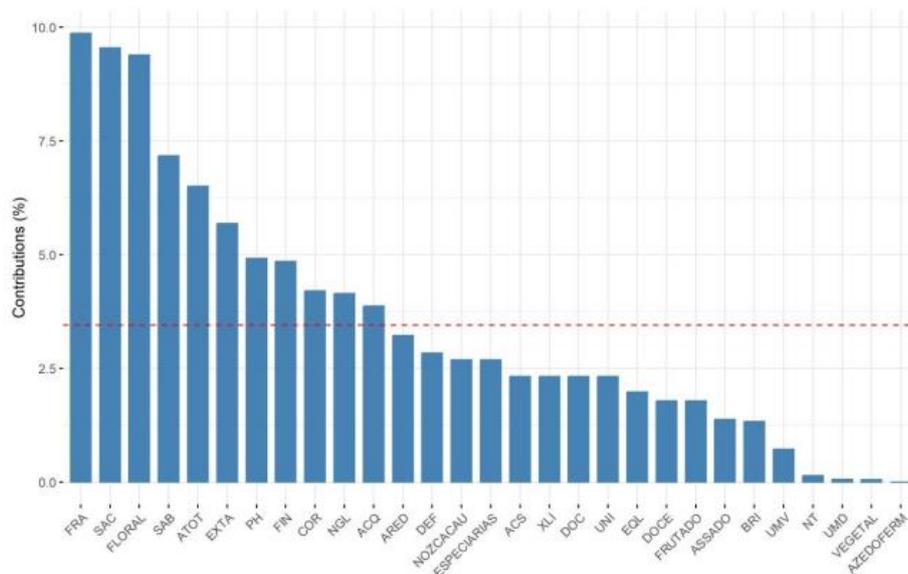
Os componentes principais 1 e 2, respectivamente CP1 e CP2, somados representam 89,63% das informações contidas nas 29 variáveis analisadas. O CP1 representa 54,84%, enquanto o CP2 representa 34,79% das informações. Nas figuras 6 e 7 são apresentadas as contribuições das variáveis para as CP 1 e 2, respectivamente. Na tabela 13, são apresentados os coeficientes de correlação linear.

Figura 6: Contribuição das variáveis para a componente principal 1.



Fonte: Da autora (2023).

Figura 7: Contribuição das variáveis para a componente principal 2.



Fonte: Da autora (2023).

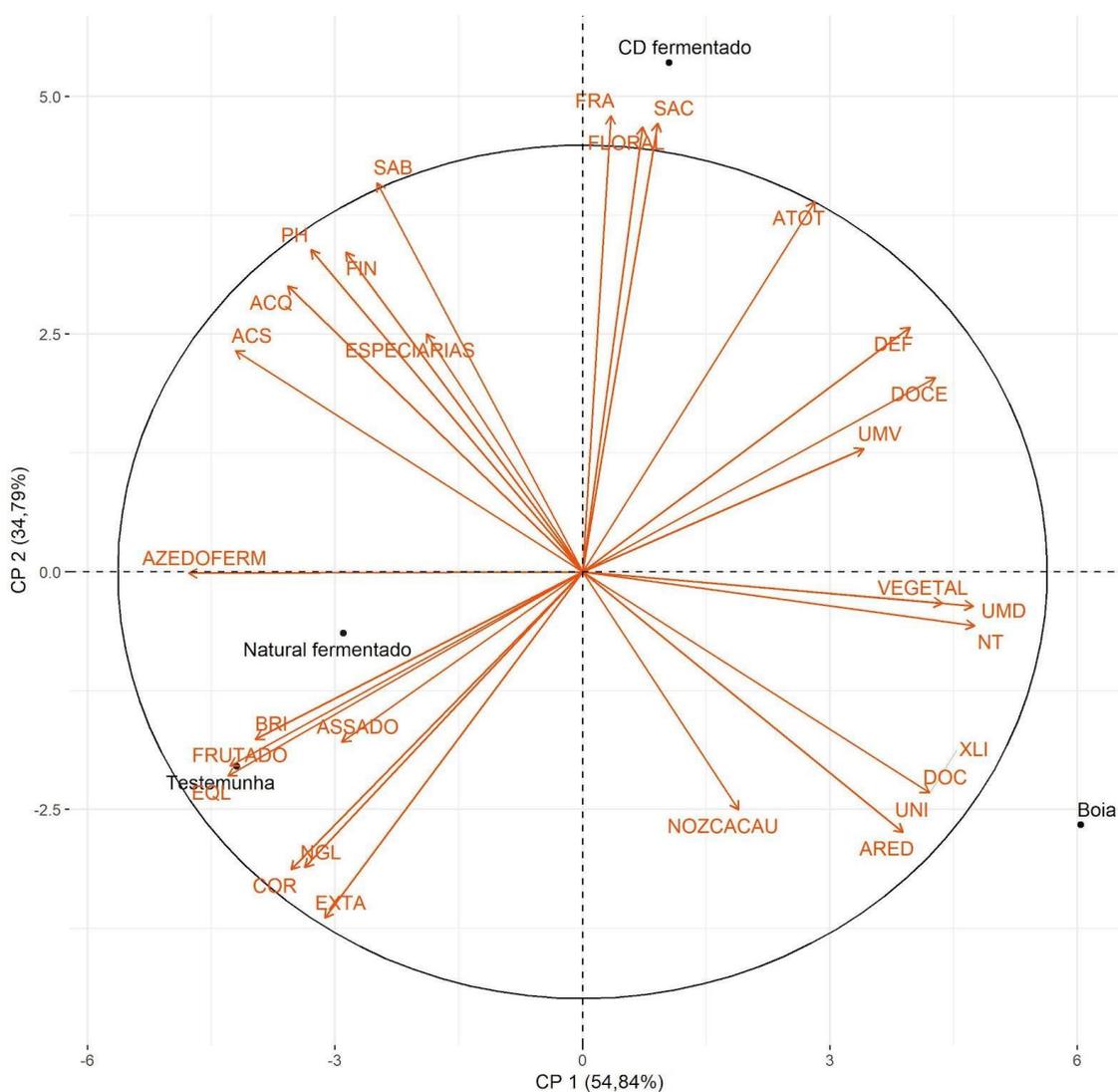
Tabela 13: Correlação linear entre as variáveis e os componentes principais.

	cor	cor		cor	cor		cor	cor
Comp	1	2	Comp	1	2	Comp	1	2
ACQ	-0,74	0,62	FIN	-0,6	0,7	FLORAL	0,15	0,97
UMD	0,98	-0,075	ACS	-0,88	0,48	NOZCACAU	0,39	-0,52
EXTA	-0,65	-0,76	COR	-0,74	-0,65	ESPECIARIAS	-0,39	0,52
UMV	0,71	0,27	UNI	0,88	-0,48	ASSADO	-0,61	-0,37
PH	-0,68	0,7	XLI	0,88	-0,48	VEGETAL	0,91	-0,068
BRI	-0,82	-0,37	DOC	0,88	-0,48	AZEDOFERM	-0,99	-0,0033
ARED	0,81	-0,57	EQL	-0,89	-0,45			
ATOT	0,59	0,81	NGL	-0,7	-0,65			
SAC	0,19	0,98	DEF	0,83	0,53			
FRA	0,071	1	NT	0,99	-0,12			
SAB	-0,52	0,85	DOCE	0,89	0,42			

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Analisando os coeficientes de correlação linear e suas contribuições para o CP1 da tabela 13, podemos afirmar que AZEDOFERM, NT, UMD, VEGETAL, EQL, DOCE, FRUTADO, ACS, XLI, DOC, UNI, DEF, BRI, ARED, ALQ e COR apresentaram o valor de coeficiente acima de 0,74, em módulo, indicando que são importantes para os valores de CP1. Já quando analisamos os coeficientes de correlação para o CP2, podemos afirmar que FRA, SAC, FLORAL, SAB, ATOT, EXTA, PH, FIN, COR, NGL e ACQ apresentaram valores superiores a 0,62, em módulo, mostrando que são relevantes para os valores de CP2.

Figura 8: Projeção e dispersão dos tratamentos.



Fonte: Da autora (2023).

Avaliando as 29 variáveis e relacionando com os tratamentos apresentados na Figura 8, podemos afirmar que para o café Natural as variáveis que contribuíram positivamente foram BRI, FRUTADO e EQL, estando estes bem correlacionados entre si. Já as variáveis que contribuíram negativamente foram DEF, DOCE e UMV. As variáveis negativas a essa amostra estão relacionadas com a percepção sensorial já que foi notada acidez acética e leve azedo que são considerados defeitos graves no protocolo da BSCA, ausência de percepção de doçura e apresentou umidade no grão verde abaixo do valor desejado para ser beneficiado.

Para a amostra Natural Fermentado podemos afirmar que as variáveis que contribuíram positivamente são AZEDOFERM e BRI, estando estes correlacionados com a amostra e não tão correlacionados entre si. Pode-se observar que as variáveis que contribuíram negativamente foram VEGETAL, UMD e NT. As variáveis positivas dessa amostra se relacionam com análise físico-química realizada já que a amostra apresentou alta acidez titulável total o que reflete diretamente no brix. A amostra apresentou variáveis negativas que refletem o que a análise sensorial mostrou como a nota final da amostra, média de 25,38, por conta da quantidade de defeitos graves percebidos pelos provadores. As variáveis VEGETAL e UMD foram classificados estatisticamente como negativas, mas observando as análises físico-químicas e a percepção sensorial pode-se notar que a umidade está dentro do valor apresentado na literatura, inferior a 5%, e não houve percepção sensorial de atributos pertencentes ao descritivo primário vegetal pelos provadores.

Pode-se observar que o café testemunha e o natural fermentado apresentaram a variável BRI como contribuição positiva em comum, o que pode justificar a proximidade dos tratamentos na área de projeção e dispersão. Essa variável em comum, que representa a quantidade de sólidos solúveis presentes na amostra, pode ser justificada observando as análises físico-químicas já que ambos apresentaram valores próximos para açúcares totais e extrato aquoso, apesar de não serem os maiores valores encontrados para ambas as análises, que refletem diretamente na quantidade de sólidos solúveis presentes na mesma.

Para o café cereja descascado fermentado temos como variáveis que mais contribuíram positivamente a FRA, SAC e FLORAL, estando todos eles bem correlacionados com a amostra e entre si. Observou-se também que não houveram variáveis que contribuíram negativamente para essa amostra. Para essa amostra podemos

relacionar as variáveis fragrância, floral e sacarose com a percepção sensorial apresentada pelos provadores: calda de pudim, caramelo, floral e rapadura.

Por fim, para a amostra boia temos como variáveis que contribuíram positivamente XLI, DOC, UNI e ARED, sendo que xícara limpa está mais correlacionado com doçura e uniformidade está mais correlacionado com açúcares redutores, e sendo as variáveis PH, ACQ e ACS que contribuíram negativamente para essa amostra. As variáveis que contribuíram negativamente podem ser relacionadas com a percepção sensorial dos provadores e com a análise físico-química de modo que na análise sensorial foi notada ausência de acidez nas amostras, assim como na análise físico-química onde a amostra foi a que obteve menor valor para acidez titulável total. As variáveis positivas podem estar relacionadas com a percepção sensorial de notas de doce de leite e açúcar mascavo.

Relacionando as variáveis NGL e COR, pode-se afirmar pelo protocolo da BSCA que a percepção sensorial de corpo nas amostras reflete diretamente na nota global que o provador atribui e elas estão estatisticamente relacionadas também. Assim como para as variáveis FRA, FLORAL e SAC podem estar relacionadas com a percepção sensorial já que floral é um descritor primário da roda de aromas e sabores da SCA e pode se referir a aromas e a sacarose pode estar relacionada com a percepção de aromas doces nas amostras. Para as variáveis extrato EXTA e ATOT que estão opostos na projeção, pode-se dizer que o teor de açúcares totais reflete diretamente no valor de extrato aquoso já que essa análise físico-química nos mostra a quantidade de sólidos solúveis em água fervente e um desses sólidos são os açúcares.

SAB e ESPECIARIAS estão correlacionados pela estatística e isso pode ser ocasionado pela percepção sensorial da amostra CD fermentado pelos provadores ter canela como atributo e ter a nota relacionada com sabor como uma das maiores entre as amostras. Essas variáveis apresentam a variável NOZCACAU como contribuição negativa e não há como relacioná-las diretamente com as análises físico-químicas mas esse resultado estatístico pode ter sido obtido já que a amostra que apresentou percepção sensorial de especiarias não apresenta sensorial de noz/cacau. PH, ACQ E ACS tem como contribuição negativa XLI, DOC, UNI e ARED, não sendo possível relacioná-las usando análises físico-químicas ou a avaliação sensorial.

Por fim, AZEDOFERM tem como variáveis que contribuíram negativamente VEGETAL, UMD e NT, e não há como relacioná-las com as análises físico-químicas e

sensoriais. As variáveis EQL, FRUTADO, ASSADO e BRI tem como variáveis que contribuíram negativamente DEF, DOCE e UMV. As três primeiras variáveis positivas relacionam-se com as duas primeiras variáveis negativas através da percepção sensorial e todas elas relacionam-se diretamente com o BRI já que este representa o teor de sólidos solúveis nas amostras afetando diretamente a percepção sensorial dos provadores e afetando as notas atribuídas por eles também. A UMV afeta negativamente qualquer amostra, quando está superior a 12%, portanto faz sentido quando é colocada como variável negativa.

6. Conclusão

Com base nas análises físico-química, sensorial e estatística realizadas é possível concluir que a percepção sensorial dos provadores em relação às amostras é coerente com os resultados obtidos nas análises físico-químicas e com o auxílio da estatística multivariada pode-se relacionar essas análises e as percepções de forma coerente, onde amostras com elevada acidez titulável total são as mesmas que foram atribuídas com fermentada, acidez acética ou leve azedo na percepção sensorial, amostras com maior percepção de doçura foram as que apresentaram maior teor de açúcares totais e amostras sem acidez tiveram como variável estatisticamente negativa para acidez sensorial. Com a avaliação sensorial pode-se notar que as amostras Natural, Natural Fermentado e CD fermentado podem ter passado por processos fermentativos indesejados, identificada através de leve azedo ou acidez acética. Esses processos fermentativos indesejados podem ter ocorrido devido a intempéries climáticas no decorrer do processo de secagem, e devido ao volume e extensão dos períodos de chuva foi inviável a retirada do café do terreiro, prejudicando assim a qualidade da bebida.

6. Considerações Finais

Como consideração final, sugerem-se novos estudos com cafés de um mesmo lote utilizando diferentes processamentos pós-colheita com supervisão adequada ao longo do processo fermentativo e de secagem e que as mesmas avaliações e até mesmo avaliações complementares como extrato etéreo, cinzas, teor de cafeína, análise centesimal, entre outros, sejam realizados para verificar a coerência nos resultados, na tentativa de auxiliar na melhor compreensão dos cafés fermentados que são um novo e interessante objeto de estudo.

8. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 ed. Washington, 1990. 2v.

ANGELIM, C. C. et al. Análise comparativa de parâmetros físico-químicos e de compostos bioativos em cafés cafeinados e descafeinados. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e256101623939, 2021.

BELCHIOR, V. **Ciência do Café: de Onde Vem os Sabores do Café? PDG Brasil**, 26 maio 2020. Disponível em: <<https://perfectdailygrind.com/pt/2020/05/26/ciencia-do-cafe-de-onde-vem-o-sabor-do-cafe/>>. Acesso em: 8 dez. 2023

Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café. MAPA, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-cafe>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

Brazil. The coffee nation. Disponível em: <<https://bsca.com.br/a-bsca>>. Acesso em: 26 nov. 2023.

Cafés especiais crescem 15% anualmente, 2022. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/cafes-especiais-crescem-15-anualmente/>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

Café no Brasil e Ementário do Café. MAPA, 2022. Disponível em:

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafes/cafecultura-brasileira>>. Acesso em: 25 nov. 2023. Apud Klein, G.S.

Café no Brasil e Ementário do Café. Disponível em:

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafes/cafecultura-brasileira>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

Cafés especiais crescem 15% anualmente. Disponível em:

<<https://revistacamponegocios.com.br/cafes-especiais-crescem-15-anualmente/>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

CAIXETA, I. F.; GUIMARÃES, R. M.; MALTA, M. R. **Qualidade da semente de café pelo retardamento do processamento pós-colheita.** Coffee Science, Lavras, v. 8, n. 3, p. 249-255, jul./set. 2013.

Catálogo reúne informações sobre cultivares de café arábica registradas no RNC.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73232030/catalogo-reune-informacoes-sobre-cultivares-de-caffe-arabica-registradas-no-rnc>>. Acesso em: 5 dez. 2023.

CESAR, J. Entenda O Protocolo SCA De Pontuação De Cafés Especiais E Seus 11 Atributos - Tostati Cafés Especiais. Disponível em:

<<https://www.tostati.com.br/blog/entenda-o-protocolo-sca-e-seus-11-atributos/>>. Acesso em: 3 dez. 2023.

URANTE, A. D. **QUALIDADE DO CAFÉ COLHIDO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.**

https://www2.muz.ifsuldeminas.edu.br/attachments/217_qualidade_cafe_colhido_em_diferentes_estadios_maturacao.pdf: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS, 2009.

DUREK DE CONTI, M. C. M. et al. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE CAFÉS TORRADOS E MOÍDOS EXÓTICOS E CONVENCIONAIS. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 31, n. 1, 2013.

FERNANDES, S. M. et al. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*coffea arabica* L.) e conilon (*coffea canephora* pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1076–1081, 2003.

FILHO, L.; TARCÍSIO DELLA LUCIA, S.; SARAIVA, S. M. Rondinelli Características físico-químicas de bebidas de café tipo expresso preparadas a partir de blends de café arábica e conilon. **Revista Ceres**, v. 62, p. 333–339, 2015.

Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008

Instrução Normativa, MAPA, 2010 Disponível em:

<<https://app.sogi.com.br/Manager/texto/arquivo/exibir/arquivo?eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9AFFIjAvNTAwNTAvU0dfUmVxdWlzaXRvX0xIZ2FsX1RleHRvLzAvMC9JTINUUIXDh8ODTyBOT1JNQVRJVkEgTUFQQSBOwrogMTYsIERFIDI0LTA1LTlwMTAuZG9jLzAvMCIAffhwEsyUg-kaMr-3F492-fOoRRIHAVUz3yRQ8P4GTAeww>>. Acesso em: 3 dez. 2023b.

KLEIN, G. DA S. ANÁLISE DA ACEITAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE TORRA POR CONSUMIDORES DE CAFÉ ESPECIAL. [s.l.] UFLA, 2023.

MANUAL DO CAFÉ Colheita e Preparo. Disponível em:

<<https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17586>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

Medidor De Ph Bancada Portátil Mpa-210-tecnopon-envio 7 Dias. Disponível em:

<https://www.infracind.com.br/MLB-1935676655-medidor-de-ph-bancada-portatil-mpa-210-tecnopon-envio-7-dias-_JM>. Acesso em: 10 dez. 2023.

OLIVEIRA, P. S. M. DE; FERREIRA, V. F.; SOUZA, M. V. N. DE. Utilização do D-manitol em síntese orgânica. **Química nova**, v. 32, n. 2, p. 441–452, 2009.

Paiva, Elisângela Ferreira Furtado **Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais** / Elisângela Ferreira Furtado Paiva. -- Lavras: UFLA, 2005.

Pereira, Thayanna Scopel. Aspectos microbiológicos, perfil químico e sensorial de cafés fermentados em biorreatores / Thayanna Scopel Pereira. - 2020. 89 p.

Perguntas e Respostas sobre a Portaria Inmetro para medidores de umidade de grãos e sementes. Disponível em:

<<https://www.gehaka.com.br/es/novidades/blog/perguntas-e-respostas-sobre-a-portaria-inmetro-para-medidores-de-umidade-de-graos-e-sementes>>. Acesso em: 8 dez. 2023.

Rota do Café. Disponível em: <<https://rotadocafeparana.blogspot.com/2015/07/>>.

Acesso em: 25 nov. 2023.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION- SCA. SCA Coffee Standards. 2023.

Disponível em: <https://sca.coffee/research/coffee-standards>. Acesso em: 9 dez. 2023.

SCHWAN, R. F. et al. The essential role of spontaneous and starter yeasts in cocoa and coffee fermentation. FEMS yeast research, v. 23, 2023.

Sistema Integrado de Legislação. Disponível em:

<<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=794116535>>. Acesso em: 8 dez. 2023.

TOPÁZIO MG 1190. Disponível em:

<<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/tecnologias/separador-8/cultivares/503-topazio-mg-1190>>. Acesso em: 8 dez. 2023.

Umidade do café: influência direta na qualidade e preço. Disponível em:

<<https://www.gehaka.com.br/novidades/sala-de-imprensa/umidade-do-cafe-influencia-direta-na-qualidade-e-preco>>. Acesso em: 8 dez. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. Manual denormaliza- ção e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias,

dissertações e teses. 3. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2020. Disponível em:

<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11017>. Acesso em: data de acesso. 09 dez. 2023

Vicini, Lorena **Análise multivariada da teoria à prática** / Lorena Vicini ; orientador

Adriano Mendonça Souza. - Santa Maria : UFSM, CCNE, 2005. <Disponível em:

<http://w3.ufsm.br/adriano/livro/Caderno%20dedatico%20multivariada%20-%20LIVRO%20FINAL%201.pdf>> Acesso em: 06 dez. 2023.