UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUIMICA

VINÍCIUS HENRIQUE DA CRUZ NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE GRÃOS DE CAFÉ CULTIVADOS NA CIDADE DE AREIA-PB

AREIA
2023

VINÍCIUS HENRIQUE DA CRUZ NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE GRÃOS DE CAFÉ CULTIVADOS NA CIDADE DE AREIA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título Licenciando em Química.

Orientador (a): Prof. Dr. Edilene Dantas Teles Moreira

AREIA

2023

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N244a Nascimento, Vinícius Henrique da Cruz.
Avaliação das propriedades físico-químicas de grãos de café cultivados na cidade de Areia-PB / Vinícius Henrique da Cruz Nascimento. - Areia:UFPB/CCA, 2023.
36 f. : il.

Orientação: Edilene Dantas Teles Moreira.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Química. 2. Café. 3. Grão cru. 4. Propriedades físico-químicas. 5. Determinação. I. Moreira, Edilene Dantas Teles. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA CDU 54(02)

Elaborado por LUCIANNA SILVESTRE DE CASTRO AZEVÊDO - CRB-15/973

VINÍCIUS HENRIQUE DA CRUZ NASCIMENTO

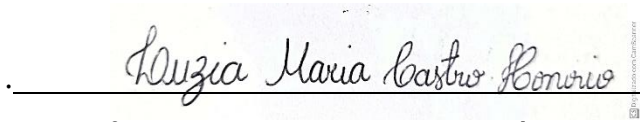
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE GRÃOS DE CAFÉ CULTIVADOS NA CIDADE DE AREIA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título Licenciando em Química.

Aprovado em: 20/06/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edilene Dantas Teles Moreira (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Profª. Drª. Luzia Maria Castro Honório (Examinadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Prof. Dr. Sidney de Ramos Santana (Examinador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

*Dedico este trabalho a **Deus**, por permitir a conclusão mais uma grande etapa da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado o dom da vida, por me conceder a oportunidade de realizar essa graduação e por me conceder sabedoria, inteligência e paciência para seguir com o curso. *Obrigado meu Deus.*

Agradeço muito a minha namorada Andreia Clementino dos Santos por estar comigo durante todo esse percurso da minha vida, sendo minha amada companheira em todos os momentos que eu precisei. *Obrigado meu amor*.

Agradeço a minha orientadora Edilene, carinhosamente chamada por mim de tia Edinha, por ter me ajudado a cumpri essa etapa da minha vida, não só no sentido acadêmico mais no sentido pessoal, me ajudando a crescer em vários aspectos da minha vida. Você foi melhor do que eu gostaria. *Obrigado*.

Agradeço muito a Tereziana e Deybeby (Tio Phill), que colaboraram muito para que eu tivesse uma ótima formação. *Obrigado.*

Agradeço muito, e especialmente, a Izabella por ser basicamente minha "estagiária", durante minhas análises, e, com exceção de Deus, você é a pessoa que mais merece estar nesses agradecimentos. Não há palavras que descreva o quanto eu sou grato por tudo que você fez e passou por mim. *A você dedico o melhor Obrigado*.

Também agradeço especialmente a meus amigos Eliercio e Luciana por terem todo o carinho e a disposição de ajudar quando eu precisei, nunca vou esquecer o que vocês fizeram por mim. *Obrigado.*

Agradeço a Eddynho, uma das melhores pessoas que já tive o prazer de conhecer na universidade, pois além de ter me ajudado com meu TCC, você me ajudou na vida e em meu coração você sempre terá um lugar especial. *Obrigado bicho tóxico.*

Agradeço também a Johnatas, Joselândio Junior, Isa, Manu, Vivian, Ariel, Diego, Carlos Júnior, Professor Borja, Professora Ângela, Professora Luzia, Professor Sidney, Professor Yarley, Janilson, Maria e os meus alunos do cantinho do saber por me ajudarem cada um de sua forma, seja me alegrando ou me ajudando no laboratório. *A vocês obrigado.*

“Lutem e lutem novamente, até cordeiros virarem leões”

(Robin Longstride)

RESUMO

O café é uma das bebidas mais consumidas e apreciadas no Brasil e no mundo, por seu sabor, seu aroma e suas demais propriedades que o tornam único para o consumo humano. Neste contexto, é importante que os grãos de café mantenham suas características físicas e químicas em um ponto ideal, e para que isso seja possível, é necessária a realização de análises que determinem suas propriedades. Para a realização deste estudo, foram fornecidas pelo departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias - Campus II, seis espécies de grãos de café cru: Mundo novo, Arara, Catuaí verrmelho, Bourbon, Catuaí amarelo e Catuaí, e para cada espécie, havia duas amostras totalizando doze amostras a serem analisadas. Quanto aos parâmetros, foram realizadas cinco, sendo estas: determinação de umidade, determinação de polissacarídeos totais, determinação de acidez titulável, determinação de pH e determinação de compostos fenólicos totais. As propriedades obtidas para os diferentes tipos de café não variaram de forma sistemática. Em comparação com a literatura, o único parâmetro que teve uma faixa de resultados relativamente compatível, para todas as amostras, foram os valores de acidez titulável, sendo 76,00 a 94,00 de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100 g de amostra a faixa de valores médios para as amostras analisadas neste trabalho e 85 a 110 ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100 g de amostra a faixa de valores médios encontrados na literatura. Entre as espécies de grãos de café, o Mundo Novo, mostrou uma tendência menor de ter compostos fenólicos, e uma maior tendência de ter uma acidez acentuada, como mostram os resultados de acidez titulável e pH, lhe assegurando, assim, uma melhor qualidade.

Palavras chaves: café; grão cru; propriedades físico-químicas; determinação.

ABSTRACT

Coffee is one of the most consumed and appreciated beverages in Brazil and in the world, due to its flavor, aroma and other properties that make it unique for human consumption. In this context, it is important that coffee beans maintain their physical and chemical characteristics at an ideal point, and for this to be possible, it is necessary to carry out analyzes that determine their properties. To carry out this study, six species of raw coffee beans were provided by the Department of Plant Science and Environmental Sciences of the Federal University of Paraíba, Center for Agricultural Sciences - Campus II: Mundo Novo, Arara, Catuaí red, Bourbon, Catuaí Amarelo and Catuaí, and for each species, there were two samples totaling twelve samples to be analyzed. As for the analyses, five were carried out, namely: determination of moisture, determination of total polysaccharides, determination of titratable acidity, determination of pH and determination of total phenolic compounds. The properties obtained for the different types of coffee did not vary systematically. In comparison with the literature, the only parameter that had a relatively compatible range of results were the titratable acidity values, with 76.00 to 94.00 NaOH 0.1 mol.L^{-1}/100 g of sample being the range from mean values for the samples analyzed in this work and 85 to 110 ml of NaOH 0.1 mol.L^{-1}/100 g of sample to the range of mean values found in the literature. Among the coffee bean species, Mundo Novo showed a lower tendency to have phenolic compounds, and a greater tendency to have a pronounced acidity, as shown by the titratable acidity and pH results, thus ensuring better quality.

Keywords: coffee; raw grain; physicochemical properties; determination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura linear do amido..... 11

Figura 2 – Hidrólise de polissacarídeos em meio ácido..... 12

Figura 3 – Esquema de distribuição dos fitoquímicos..... 16

Figura 4 – Exemplo de hidrolise de um ácido clorogênico (Ácido 5-cafeoiliquínico)..... 20

Figura 5 – Redução do reagente de Folin-Ciocalteu pelo ácido gálico..... 21

Figura 6 – Curva de calibração utilizando ácido gálico como padrão..... 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de diluição para a construção da curva de calibração de ácido gálico..... 24

Tabela 2 – Teores médios de umidade em % e respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café..... 27

Tabela 3 – Teores médios de polissacarídeos em % e respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café..... 28

Tabela 4 – Valores médios de acidez titulável expressos ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100g de amostra e respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café..... 29

Tabela 5 – Valores médios de pH e respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café..... 31

Tabela 6 – Teores médios de compostos fenólicos totais expressos em g equivalente de ácido gálico/100g de amostra em base seca e respectivos desvios padrões para grãos crus..... 33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **11**
2 OBJETIVOS **13**
2.1 Objetivos gerais **13**
2.2 Objetivos específicos **13**
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **14**
3.1 Umidade **14**
3.2 Polissacarídeos **14**
3.3 Acidez titulável **16**
3.4 pH **16**
3.5 Compostos fenólicos **17**
3.5.1 Determinação pelo método Folin-Ciocalteu **19**
4 METODOLOGIA **20**
4.1 Preparo da amostra para realização das análises físico-químicas **20**
4.2 Determinação de umidade **20**
4.3 Determinação de polissacarídeos totais **21**
4.4 Determinação de acidez titulável **21**
4.5 Determinação do pH **21**
4.6 Determinação de compostos fenólicos totais **22**
4.6.1 Preparo de Soluções **22**
4.6.2 Curva de calibração **22**
4.6.3 Extração e determinação **23**
5 RESULTADOS **25**
5.1 Umidade **25**
5.2 Polissacarídeos totais **26**
5.3 Acidez Titulável **27**
5.4 pH **28**
5.5 Compostos Fenólicos totais **30**
5.6 Perspectiva e qualidade **31**
6 CONCLUSÕES **33**
REFERÊNCIAS **34**

1. INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas e apreciadas no Brasil e no mundo, por seu sabor, seu aroma e suas demais propriedades que o tornam único para o consumo humano. De acordo com os indicadores de 2021 da Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC)[1], o Brasil mantém o posto de segundo país que mais consome café, perdendo apenas para os Estados Unidos, com uma diferença de 4,5 milhões de sacas de café consumidas no ano. Além disso, também é importante destacar que o Brasil é o país que mais consome o café produzido em seu próprio território, o que contribui muito para a economia interna (ABIC, 2022).

Os dados disponibilizados pela ABIC, referentes ao consumo de café no Brasil, revelam que, em 2021, o consumo do café cru foi de 6,06 kg e do café torrado foi de 4,84 kg por pessoa, 1,7% a mais em relação ao ano anterior. (ABIC, 2022) Em outras palavras, esses números mostram que existe um alta demanda a ser cumprida pela indústria cafeeira, e é a partir desta que vários aspectos, como as características físicas e químicas dos grãos de café, se tornam ainda mais importantes para produção de um café de ótima qualidade.

Dentre as características mais relevantes dos grãos de café, está a sua composição química variada, compreendendo desde moléculas mais simples como aldeídos e cetonas, até açúcares, proteínas, aminoácidos, compostos fenólicos, entre outros, pois a qualidade da bebida depende justamente dos constituintes químicos do grão, determinados por fatores genéticos, tratos industriais ou artesanais, aspectos do ambiente de cultivo, entre outros (CLIFFORD, 1985; FAGAN, 2011; FAVARIN, 2004). Por esta razão, o emprego de análises físico-químicas é fundamental para se conhecer as características do café, o que consequentemente leva a obtenção de uma bebida com um alto padrão qualitativo.

Além da cafeína (1,3,7-trimetilxantina), encontrada em grande quantidade nos grãos de café (Coffee sp.), alguns autores apontam que também existe uma grande quantidade de compostos fenólicos, como os ácidos clorogênicos, responsáveis por contribuir de maneira significativa para o sabor e o aroma do produto final (MARIA, 2007; PIMENTA, 2003; CORTEZ, 2001). Ademais, também é necessário ressaltar que a torra do grão exerce grande influência sobre a qualidade da bebida, pois durante este processo muitas reações acontecem com diferentes substâncias químicas, como por exemplo a formação de piridinas e niacinas através da degradação da trigonelina, que contribuem para o aroma final da bebida (MONTEIRO, 2005). Outros compostos como ácidos, lactonas e derivados fenólicos também são gerados após a torra, e muitos deles advém da degradação dos ácidos clorogênicos, também

exercendo grande influência no aroma e no sabor do café torrado, na acidez final e na adstringência da bebida (LOPES, 2000).

Além da quantificação da ampla variedade química presente nos grãos, também é necessário determinar outros tipos de propriedades que influenciam na qualidade do café, como por exemplo: pH e umidade. Alguns autores[10] relatam que a faixa de pH ideal para um consumo aceitável do café após a torra seja entre 4,95 a 5,20, pois é nessa faixa que o café tem o sabor mais agradável, sem excesso de amargor. Neste sentido, se os grãos de café cru apresentam um pH próximo de 5 é provável que seu pH após a torra irá atingir a faixa ideal (SIVETZ; DESROSIER, 1979). Outros autores discorrem sobre experimentos com grão de café cru que apresentam uma faixa de umidade entre 8,32% e 12,01%, o que está dentro dos 12,5% permitida pela legislação brasileira (AGNOLETT et al., 2019, MAPA, 2003).

Neste trabalho foram determinadas propriedades físico-químicas de grãos de café cru, para estimar sua qualidade frente aos dados encontrados na literatura e exigidos pela legislação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

Determinar as propriedades físico-químicas dos grãos de café cultivados na cidade de Areia, Paraíba, relacionando-as com os parâmetros de qualidade do café encontrados na literatura e legislação.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar umidade, polissacarídeos totais, acidez titulável, pH e compostos fenólicos totais dos grãos de café;
- Verificar as diferenças ou semelhanças entre os valores das propriedades físico-químicas encontradas neste trabalho, com os valores da literatura;
- Verificar as diferenças das propriedades físico-químicas dos grãos de café;
- Estimar a qualidade do café produzido com base nos resultados obtidos de cada propriedade físico-química.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A qualidade do café está diretamente relacionada as suas propriedades físico-químicas, que por sua vez são responsáveis pela aparência, sabor e aroma do café. Tais propriedades também estão relacionadas com componentes voláteis, fenólicos, ácidos graxos, proteínas e algumas enzimas (AGNOLETTI et al, 2019). Neste sentido, a determinação de parâmetros químicos e físicos são indispensáveis para se classificar um café quanto a sua qualidade, e agregado a isto, também é necessário um bom entendimento de cada técnica empregada na pesquisa, garantindo, assim, um resultado otimizado.

3.1.Umidade

A umidade pode ser definida como o teor de água que está presente em uma determinada substância (SKOOG, 2009). Alguns compostos podem adquirir umidade através do contato com ar, como vários sais, e outras são naturalmente úmidas como vegetais. Entre as técnicas analíticas utilizadas para remover umidade de sólidos, a mais comum é a secagem em estufa, embora esta não seja adequada para amostras que se decompõem ou para substâncias que a água não pode ser removida na temperatura da estufa. Além disso, a literatura aponta que o aquecimento entre as temperaturas de 105 °C e 110 °C, por uma hora, é suficiente para remover a umidade da superfície da maior parte dos sólidos, e os uso de dessecadores também auxilia num resultado mais eficiente (SKOOG, 2009).

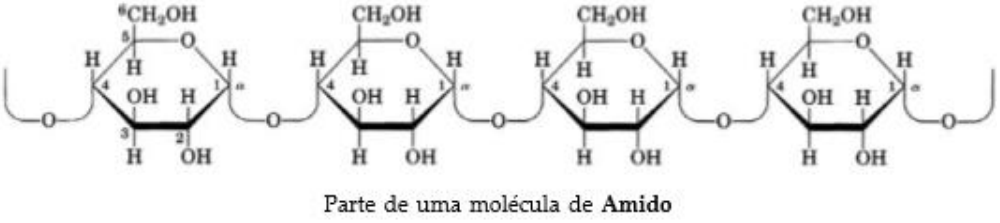
O alto teor de umidade é um fator que influencia na qualidade do café comercializado, visto que a água atua como um meio para atividade de microrganismos e enzimas, afetando a preservação do produto e alterando suas características, como aroma e sabor. Dessa forma, o café deverá ser necessariamente seco, antes de ser armazenado (MORGANO, 2008).

Na literatura[11], amostras de grão de café cru apresentaram teores de umidade entre 8,32% e 12,01% (AGNOLETTI et al, 2019). Essas faixa de valores está dentro do limite máximo de 12,5%, exigido pela legislação brasileira (MAPA, 2003).

3.2. Polissacarídeos

Polissacarídeos são carboidratos de cadeia longa, formados por mais de 20 unidades de monossacarídeos. Esses polímeros podem apresentar cadeias lineares como a do amido (Figura 1), ou ramificadas, como a do glicogênio. Em ambos os exemplos, as cadeias são compostas por unidades repetidas de D-glicose, porém o que as diferem é o tipo de ligação glicosídica, que pode ser na conformação α ou β (NELSON, 2014).

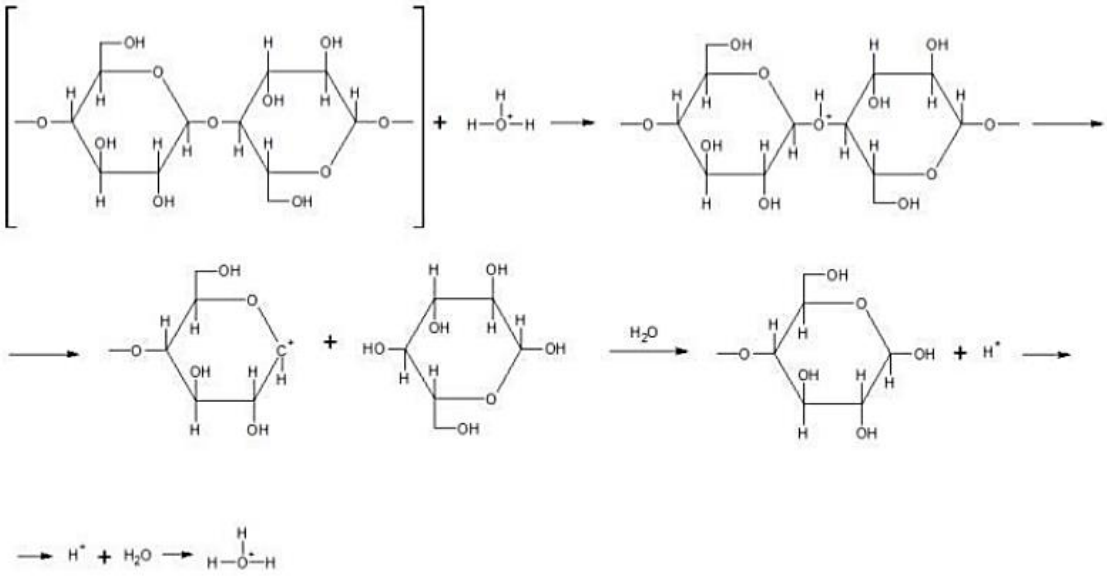
Figura 1 – Estrutura linear do amido.



Fonte: Corsino, 2009

Outra característica fundamental desses carboidratos é a tendência que suas ligações glicosídicas tem de sofrer hidrolise através de reação com ácidos (Figura 2). Desta forma, as cadeias de polissacarídeos fervidas em ácido diluído podem se decompor em seus respectivos componentes monossacarídicos, que se dispersão da fase aquosa (NELSON, 2014).

Figura 2 - Hidrólise de polissacarídeos em meio ácido.[38]



Fonte: Corsino, 2009

Nos grãos de café, a fração de polissacarídeos é basicamente constituída de galactomanano, arabinogalactano e celulose (FISHER et al., 2000). O galactomanano é um polissacarídeo linear constituído de manoses unidas por ligações β(1-4)). Já os arabinogalactanos são polissacarídeos com cadeia principal constituída de galactose unidas por ligações do tipo β(1-3) (1-6), com ramificações de galactose ou arabinose (NASCIMENTO, 2006). Alguns estudos relatam que o galactomanano contribui em um faixa de 20 a 30% no peso seco do grão de café Arábica e Robusta, e outros apontam que grãos Robusta verdes

apresentaram um teor de 48,1% de polissacarídeos, sendo parte desta fração composta por 22,4% de manose, 12,4% de galactose e 4,0% de arabinose, provenientes da hidrolise dos seus respectivos polissacarídeos (MARTINS et al., 2005; BRADBURY, 1990). Teores de celulose também são encontrados na faixa de 18 a 19,5 % em grãos de café secos (PIMENTA et al, 2004).

A presença de quantidades relativamente altas de polissacarídeos, como o mananos e arabinogalactanos, pode ser um indicativo do valor que o café tem como fibra alimentar, independentemente do tipo de processo no qual a bebida foi preparada, a partir de seu respectivo grão (MARTINS et al., 2005).

3.3. Acidez titulável

A acidez titulável é uma medida realizada por meio da titulometria de neutralização, e através desta é possível estimar com precisão a concentração de ácidos ou bases, presentes em uma solução (SKOOG, 2009). Todavia, o café é uma substância que pode possuir variados tipos de ácido, como: o ácido cítrico (0,5%), o ácido málico (0,5%), o ácido oxálico (0,2%) e ácido tartárico (0,4%), não sendo possível determinar concentrações específicas em seu extrato aquoso por meio da titulação. (WOODMAN, 1985). Contudo, é possível que sua acidez total seja determinada através da titulação de neutralização. Os resultados de acidez titulável encontrados na literatura, são expressos em mL de NaOH [N] mol.L^{-}/100g de amostra, em outras palavras, isso significa que quanto maior o volume de NaOH gasto na titulação, maior será a acidez do café.

Alguns autores apresentam em seus resultados, valores de acidez titulável entre 200 e 276 ml de NaOH [N] mol.L^{-}/100g para o grão de café Arábica torrado e 98 e 107 ml de NaOH [N] mol.L^{-}/100g para o grão de café Arábica cru (AGNOLETTI, 2015). Outros relataram uma acidez titulável de 121,31 a 171,13 mL NaOH 0,1 N/ 100 g para cafés Arábica torrados e moídos (CONTI, 2013).

3.4. pH

O pH é um escalar relativo ao logaritmo negativo, na base 10, da atividade de íons H^+ ionizados em uma solução (Equação 1). De acordo com esta descrição, entende-se que, quanto maior a concentração de ions H^+ ionizados, menor será o valor do pH, e quanto menor a concentração de ions H^+ ionizados maior será o pH (ATKINS, 2012).

$$pH = -\log[H^+]$$

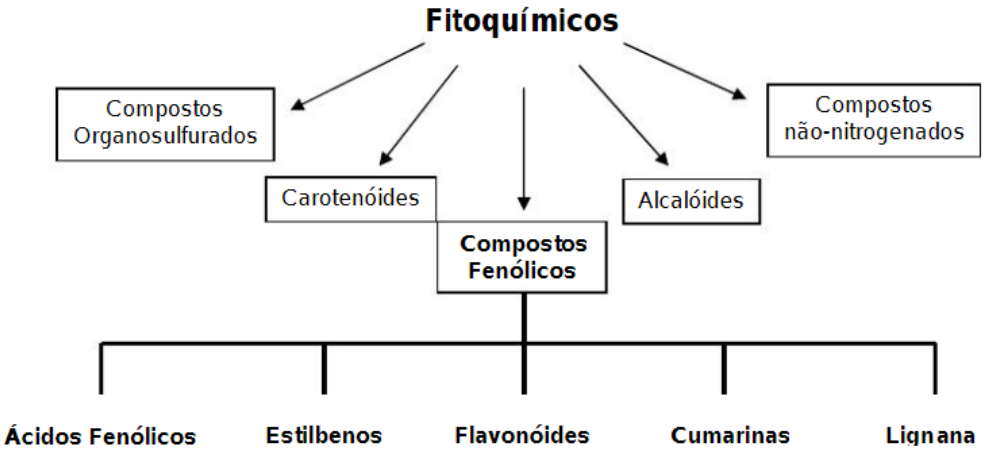
Após a torra dos grãos de café, substâncias como os ácidos clorogênicos são degradados, produzindo ácido caféico e quínico, o que gera um aumento na concentração de íons H^+ e, consequentemente, uma diminuição no pH (LOPES, 2000). O sabor e o aroma são duas das principais características da bebida de café, diretamente influenciadas por esta propriedade. Então, se o grão cru já apresentar um pH que muito ácido, o bebida feita pelo grão de café torrado terá uma grande tendência de apresentar amargor e acidez desagradáveis ao paladar. Alguns autores apontam que o pH ideal para o café torrado deve ser entre 4,95 a 5,20, visto que o mesmo não apresentará excesso de amargor ou acidez nesta faixa (SIVETZ; DESROSIER, 1979).

Na literatura, alguns valores de pH encontrados para o extrato aquoso de grãos de café Arábica variam entre 5,36 e 5,77 para o grão torrado e 6,07 e 6,20 para o grão cru, e para cafés comerciais torrados e moídos o pH varia entre 5,02 a 5,64 (AGNOLETTI, 2015; CONTI, 2013).

3.5. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, também comumente chamados de polifenóis, são parte de uma classe de compostos denominados de fitoquímicos, assim como mostra o esquema da Figura 3. Os compostos fenólicos representam uma grande parte dessa classe de substâncias, presentes exclusivamente em plantas, sendo que mais de 8.000 já foram identificados, enquanto outros ainda permanecem desconhecidos pela ciência (FALLER, 2008).

Figura 3 – Esquema de distribuição dos fitoquímicos.



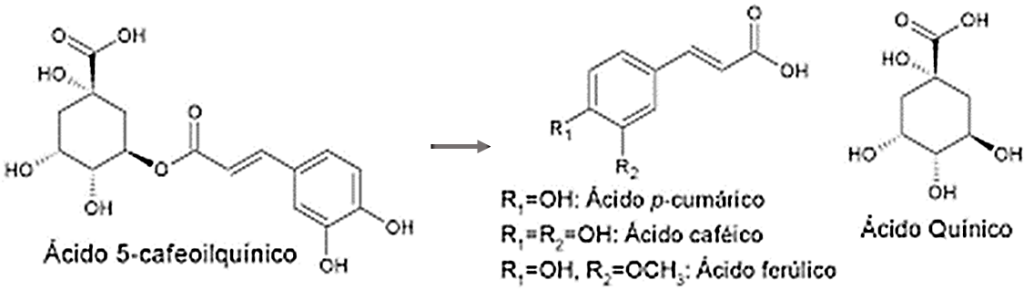
Fonte: Faller, 2008

A principal característica estrutural das moléculas de polifenóis é a presença de, no mínimo, um anel aromático associado à um grupo funcional hidroxila, ou seja, um grupo fenol. Além disso, a hidroxila presente na estrutura dos polifenóis é uma das principais razões para sua alta capacidade antioxidante, e tal característica também está diretamente relacionada com o número de hidroxilas e sua posição na estrutura molecular. (FALLER, 2008).

Entre os alimentos com alta variedade de compostos fenólicos destacam-se: o cacau, o vinho tinto, as romãs, os chás, as frutas cítricas e o café. Os principais constituintes químicos da fração fenólica nos grãos de café verdes são os ácidos clorogênicos (ACGs) e seus precursores e derivados, contribuindo em média com 14% do teor em peso seco do grão. Porém outros compostos fenólicos, tais como taninos, ligninas e antocianinas também estão presentes nas sementes de café, embora em pequenas quantidades (FARAH, 2006).

A qualidade do café também está ligada ao teor de polifenóis presentes em seus grãos, uma vez que, a presença de altas quantidades destes constituintes químicos é responsável pela adstringência da bebida, interferindo no sabor agradável. Outro estudo também afirma que a presença dos grupos fenóis, como os ácidos caféico e quínico, advindos da hidrólise de ácidos clorogênicos durante a torra (Figura 4), são os principais responsáveis para a adstringência sentida na bebida de café. (CLIFFORD, 1999)

Figura 4 – Exemplo de hidrolise de um ácido clorogênico (Ácido 5-cafeoiliquínico).



Fonte: Oliveira, 2011

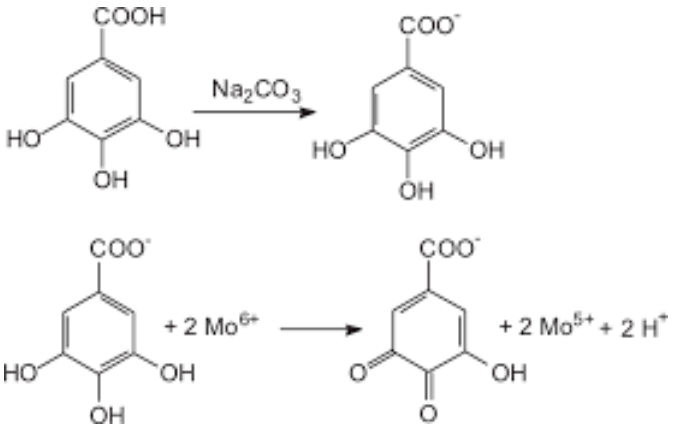
Alguns estudos disponíveis na literatura, mostram teores de polifenóis em grãos crus de café Arábica na faixa de 3,50 a 5,42, e em grãos torrados na faixa de 2,97 a 4,20 g de equivalente de ácido gálico $100g^{-1}$ de amostra em base seca. (AGNOLETTI et al, 2019; AGNOLETTI, 2015). Os mesmos também apresentam teores para grãos de café Conilon, tendo os grãos crus

um intervalo de 5,06 a 6,80 e os grãos torrados um intervalo de 4,44 a 5,00 de polifenóis, expressos em g de equivalente de ácido gálico $100g^{-1}$ de amostra. Em ambos os casos, nota-se que o grão torrado apresenta um menor teor de compostos fenólicos em relação ao grão cru, e isso está de acordo com outros estudos[29,30] que relatam uma diminuição no conteúdo de ácido 5-cafeoilquínico (produto da esterificação do ácido quínico com ácidos caféico, ferúlico e p-cumárico) após a torra do café (VIGNOLI et al, 2014; OLIVEIRA, BASTOS, 2011).

3.5.1. Determinação pelo método Folin-Ciocalteu

Os compostos fenólicos geralmente são determinados pelo método colorimétrico Folin-Ciocalteu que resulta na redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos compostos fenólicos das amostras (SOARES, 2015). Este reagente é constituído pelo ácido fosfotúngstico ($H_3PW_{12}O_{40}$) e pelo ácido fosfomolíbdico ($H_3PMo_{12}O_{40}$), e sua coloração original é o amarelo. Em um meio com pH alcalino, substâncias redutoras, como os compostos fenólicos, tendem a sofrer dissociação de um próton (H^+), levando à formação do ânion fenolato. Este ânion tem a capacidade de promover a redução do reagente de Folin-Ciocalteu, formando o óxido de tungstênio (W_8O_{23}) e óxido de molibdênio (Mo_8O_{23}), assim como mostra a Figura 5. Estes óxidos possuem uma cor azul escuro que é detectável na banda do espectro de 760 nm, tendo sua absorbância máxima no comprimento de onda de 765 nm, sendo a intensidade da absorção de luz, neste comprimento de onda, proporcional à concentração de compostos fenólicos (SOARES, 2015; PIRES et al., 2017)

Figura 5 – Redução do reagente de Folin-Ciocalteu pelo ácido gálico.



Fonte: Pires et al., 2017

4. METODOLOGIA

Neste trabalho foram realizadas análises físico-químicas de 6 tipos de grãos de café cru: Mundo novo, Arara, Catuaí Vermelho, Bourbon, Catuaí Amarelo e Catuaí, e para cada tipo de grão cru, se obteve 2 amostras (B1 e B2), totalizando 12 amostras de grãos de café cru. As amostras foram submetidas a 5 tipos de análises e, para cada uma das amostras, foram feitas triplicatas.

4.1. Preparo da amostra para realização das análises físico-químicas

Os grãos analisados neste trabalho são oriundos da fazenda experimental da Chã do jardim, localizada no município de Areia. Um dos responsáveis pela fazenda é o Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá, do departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias - Campus II. Foi ele que forneceu os grãos de café para análise.

Após o processamento e secagem pós-colheita, os grãos de café foram devidamente guarnecidos em dessecador para evitar mofo ou algum tipo de degradação indesejada, através do contato com a umidade. Posteriormente, o grãos crus foram moídos em um liquidificador, peneirados em uma peneira com a granulometria de 20 mesh, pesados, guardados em potes com tampa rosqueada e reservados em um dessecador até a realização das análises físico-químicas. Vale ressaltar que cada pote continha a massa de 10g referente a cada triplicata de cada análise.

4.2. Determinação de umidade

A determinação da umidade dos grãos torrados foi realizada com base no método de secagem direta na estufa (IAL, 2008). Foram adicionados 2,5 g de café moído em cadinhos com tampa previamente secos e pesados, e em seguida os cadinhos com a amostra foram secos na estufa a 105 °C até atingirem peso constante. O resultado será expresso em % de umidade (m/m), assim como mostra a equação abaixo.

$$U\% = \frac{(M_c + A) - M_{CAS}}{(M_c + A)} x\ 100\%$$

Onde, M_c é a massa do cadinho com tampa seco, A é a massa da amostra usada na análise e M_{cas} é a massa do cadinho com a amostra seca. A equação desta análise, assim como

de outras análises, vem do raciocínio montado partir de uma regra de 3, como mostra regra de 3 a seguir:

$(M_c + A)$ _____ 100%

$(M_c + A) - M_{cas}$ _____ x

4.3. Determinação de polissacarídeos totais

Em um becker, cerca de 1,00 g de amostras foram reagidas com 15,00 mL de ácido sulfúrico 72%, à temperatura ambiente, por 2 horas, com agitações ocasionais. Logo depois, a mistura foi diluída em um balão de destilação de 1,0 L com 560,0 mL de água destilada e colocada em refluxo por 4 horas. Ao final do refluxo, a mistura foi filtrada e o resíduo lavado com água quente e seco a 105 ° C por 6 horas em estufa (MORAIS, 2007). O rendimento foi calculado pela diferença de massa, assim como mostra a reação a baixo:

$$P\% = \frac{M_A - (M_{pc} - M_{ps})}{M_A} x\ 100\%$$

Onde, M_A é a massa da amostra, M_{pc} é a massa do papel filtro contendo a amostra após reação e refluxo e M_{ps} é a massa do papel filtro sem a amostra.

4.4. Determinação de acidez titulável

Para determinação da acidez titulável, foram pesadas 2,5 g de amostra e adicionados 25 mL de água destilada a massa de café, agitando a mistura ocasionalmente por 40 minutos, e deixando-a em repouso por 30 minutos. Em seguida, foram adicionadas, no extrato de 25 mL, 2 ou 3 gotas de fenolftaleína e procedeu-se a titulação de neutralização com NaOH 0,1 N até ponto de viragem da fenolftaleína (pH 8,2), sob temperatura ambiente. Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1 $mol.L^{-1}$ por 100g de amostra.(IAL, 2008)

4.5. Determinação do pH

Em um becker de 50 ou 100 mL, foram colocados cerca de 2,5 g de amostra e adicionados 25,00mL de água destilada a 25ºC. Em seguida, o conteúdo do frasco foi agitado até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. Após esse tempo, a mistura foi deixada em repouso por 10 minutos e o líquido sobrenadente foi decantado para um frasco seco. O pH

do sobrenadante foi imediatamente medido por meio de um pHmetro de bancada disponível (IAL, 2008)

4.6. Determinação de compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais presentes nas amostra de café, foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteau (SOARES, 2015; PIRES et al., 2017).

4.6.1. Preparo de Soluções

Solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 10%

Foram pesados 10,06 g de Na_2CO_3 e diluídos para um balão volumétrico de 100 mL. Após a transferência para o balão, agitou-se bem a solução até a diluição completa da amostra e armazenou-se em frasco de vidro âmbar.

Solução de Folin Ciocalteu 3%.

Foram diluídos 7,5 mL do reagente Folin Ciocalteu, com água destilada, para um balão volumétrico de 250 ml. Após o preparo armazenou-se a solução de Folin-Ciocalteu em frasco de vidro âmbar.

Solução estoque de ácido gálico (200 mg/L)

Foram diluídos 0,0101 g de ácido gálico 99%, para um volume final de 50 mL, com água destilada. Após o preparo homogeneizou-se a solução e a transferiu-se para um frasco de vidro âmbar. (A solução pode ser armazenada na geladeira por até 5 dias).

4.6.2. Curva de calibração

Para seis balões volumétricos de 10 mL, foram transferidos os volumes da solução estoque de ácido gálico, listados na tabela abaixo. Além disso, os respectivos balões foram completados com água destilada.

Tabela 1 – Valores de diluição para a construção da curva de calibração de ácido gálico.

Padrão	Solução padrão (mL)	Completar para (mL)	Concentração final (mg AG/L)
P1	0,5	10,0	10
P2	1,0	10,0	20
P3	2,0	10,0	40

P4	3,0	10,0	60
P5	4,0	10,0	80
P6	5,0	10,0	100

Em 18 tubos (triplicata do P1 a P6) de ensaio de 5 a 10 mL envolvidos em papel alumínio, foram adicionados 0,25 mL das soluções de ácido gálico e 2,75 mL da solução de Folin-Ciocalteu a 3%. Fez-se também 2 tubos em branco contendo 0,25 mL de água destilada e 2,75 mL da solução de Folin-Ciocalteu a 3%. Em seguida, os tubos com tampa foram agitados, acrescentou-se 0,25 mL da solução de carbonato de sódio a 10% e, por fim, deixou-se os tubos em repouso por 60 minutos, à temperatura ambiente, na ausência de luz. Realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 765 nm.

4.6.3. Extração e determinação

A extração foi feita com água quente durante um minuto sob aquecimento (2 g/10mL). Do extrato obtido, foram recolhidos 0,1 mL e diluídos até o volume de 50 mL. Desta solução, retirou-se uma alíquota de 0,5 mL e transferiu-se para um tubo de ensaio. Em seguida, foram adicionadas 5,0 mL do reativo de Folin-Ciocalteau a 3 % e 0,5 mL de carbonato de sódio a 10%. A mistura foi mantida em banho maria a uma temperatura de 50 °C por 5 minutos.

Após a amostra resfriar, foi realizada a medição da absorbância a 765 nm em espectrofotômetro de bancada. Por fim, o resultado final foi expresso em g de equivalente de ácido gálico por 100 g de amostra de café em base seca. As equações para o cálculo da quantidade de compostos fenólicos totais seguem a seguinte ordem:

1- Concentração de ácido gálico equivalente no extrato da amostra. (Equação da reta obtida pela curva de calibração no excel)

$$y=ax+b$$

Sendo y = Absorbância, x = Concentração (C):

$$Abs=a\cdot C+b$$
$$\therefore C=(Abs-b)/a$$

2- Teor de ácido gálico equivalente no alimento em base úmida e base seca, respectivamente:

$$equivalente\ AG\ (mg/100g\ b.u.) = \frac{(C\ x\ V_e)/1000}{m} x\ 100$$

$$equivalente\ AG\ (mg/100g\ b.s.) = \frac{A\ G\ (mg/100g\ b.u.)}{100 - U\%} x\ 100$$

Onde C é concentração (mg/L) de ácido gálico equivalente do extrato, V_E é o volume do extrato em mL, m é a massa (g) de amostra usada na extração e U% é o teor de umidade da amostra.

5. RESULTADOS

5.1. Umidade

Na tabela abaixo seguem os teores de umidade para as amostra de café cru.

Tabela 2 – Teores médios de umidade em % e respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café.

Amostras de café cru	Umidade (%)
Mundo Novo B1	0,565 ±0,022
Mundo Novo B2	0,559 ±0,033
Arara B1	0,668 ±0,008
Arara B2	0,655 ±0,019
Catuaí Vermelho B1	0,563 ±0,007
Catuaí Vermelho B2	0,651 ±0,011
Bourbon B1	0,578 ±0,014
Bourbon B2	0,577 ±0,005
Catuaí Amarelo B1	0,592 ±0,012
Catuaí Amarelo B2	0,635 ±0,003
Catuaí B1	0,673 ±0,075
Catuaí B2	0,625 ±0,025

Ao analisar os resultados é possível ver que os teores de umidade estão na faixa de 0,559 a 0,673 % de umidade por massa de amostra. Além disso, dentre os tipos de café analisados, também é possível perceber que os grãos de café Arara e Catuaí, tanto a amostra B1, como a B2, apresentam um teor de umidade maior em relação aos demais. Isso pode ser um indicativo de que essas duas espécies retenham um pouco mais de água do que as outras, afetando assim sua conservação, a depender de como o café seja armazenado.

Em comparação com os valores de umidade encontrados na literatura, os resultados obtidos neste trabalho são muito baixos. Em alguns trabalhos os teores de umidade em grãos de café cru encontram-se na faixa de 8,32% e 12,01% (LOPES, 2000; AGNOLETTI et al., 2019; MORGANO, 2008; AGNOLETTI, 2015). Acredita-se que tamanha discordância, foi causada pelo tempo de armazenamento em que os grãos ficaram até finalmente serem submetidos a análise. Foram mais de 6 meses armazenados e no momento em que as amostras foram recebidas para análise, as mesmas ainda passaram 2 semanas e 1 dia em dessecador para

evitar mofo. Isso talvez tenha sido o grande fator para a perda de umidade dos grãos, pois, para agregar ainda mais tal argumento, os grãos estavam extremamente duros quando foram submetidos a trituração, para serem analisados. Outro fator que pode ter influenciado este resultado foi o tipo de tratamento no qual os grãos foram submetidos, antes da estocagem. Talvez o tempo de secagem ao ar livre tenha sido muito mais longo do que o necessário.

É difícil avaliar esse tipo de resultado, pois não há nada na literatura que se aproxime dos valores obtidos para este parâmetro físico-químico. Contudo, embora não exista uma vinculação clara com a literatura, estes resultados de umidade são compatíveis com o limite máximo de 12,5% de umidade para grãos de café cru, estabelecido pela legislação brasileira (MAPA, 2003). Em outras palavras, todas as amostra de café estão dentro padrão.

5.2. Polissacarídeos totais

Os resultados obtidos para os teores de polissacarídeos nas amostras de café, estão expressos na tabela abaixo.

Tabela 3- Teores médios de polissacarídeos em % e seus respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café.

Amostras de café cru	Teor de polissacarídeos (%)
Mundo Novo B1	69,87 ±0,87
Mundo Novo B2	70,05 ±0,69
Arara B1	75,78 ±0,09
Arara B2	76,24 ±0,56
Catuaí Vermelho B1	77,07 ±0,46
Catuaí Vermelho B2	76,94 ±0,54
Bourbon B1	71,37 ±0,54
Bourbon B2	73,30 ±0,55
Catuaí Amarelo B1	68,58 ±0,30
Catuaí Amarelo B2	69,42 ±0,19
Catuaí B1	75,47 ±0,27
Catuaí B2	77,07 ±0,17

Ao analisar os resultados da tabela 3 é possível ver que a faixa de valores obtidos para o teor de polissacarídeos, está entre 68,58 e 77,07 %.

Baseando-se nestes resultados, e pensando uma perspectiva nutricional, os cafés do tipo Catuaí, Catuaí vermelho e Arara podem apresentar um maior fator benéfico em termos de ingestão de fibras solúveis, se comparado aos outros tipos de cafés analisados, já que os seus teores de polissacarídeos estão na faixa de 75 a 77,07%, um pouco maiores do que os valores das demais espécies que ficaram na faixa de 68,58 a 73,30% (MARTINS, 2005).

Com relação aos teores de polissacarídeos encontrados na literatura, para grãos de café cru, notasse uma diferença de mais de 15%. A faixa média de valores em outros trabalhos é de 45 a 55% de polissacarídeos, mas os resultados obtidos aqui estão na faixa 68,58 e 77,07 % (AGNOLETTI, 2015; BARROSO, 2020). Isso é um bom indicativo, pois esperasse que os tipos de café analisados nesse trabalho mantenham um bom nível de polissacarídeos, após o processo de torrefação, um vez que a torra diminui o teor de polissacarídeos nos grãos de café (MARTINS, 2005). Por outro lado, é possível que essa perspectiva tenha uma certa imprecisão, visto que a quantificação de polissacarídeos totais por solubilidade em ácido sulfúrico, não é necessariamente exata, já que outras substâncias, como algumas proteínas, podem ser degradadas na presença desse ácido (SOUZA, 2010).

Portanto, a partir do que foi discutido, é possível afirmar que os tipos de café analisados neste trabalho podem ter um grão de boa qualidade após a torra, pois o mesmo provavelmente manteria um teor de polissacarídeos aceitável.

5.3. Acidez Titulável

Os valores de acidez titulável para as amostras de café analisadas, estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores médios de acidez titulável expressos ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100g de amostra e respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café.

Amostras de café cru	mL de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100g
Mundo Novo B1	85,33 ±4,99
Mundo Novo B2	94,00 ±6,00
Arara B1	80,00 ±4,00
Arara B2	81,33 ±1,89
Catuaí Vermelho B1	81,33 ±4,99
Catuaí Vermelho B2	80,00 ±3,27
Bourbon B1	78,67 ±1,89

Bourbon B2	80,00 ±3,27
Catuaí Amarelo B1	90,67 ±4,99
Catuaí Amarelo B2	78,00 ±2,45
Catuaí B1	88,00 ±8,64
Catuaí B2	76,00 ±4,00

De acordo com os resultados obtidos, os tipos de café que apresentaram os maiores valores de acidez titulável foram o Mundo novo, o Catuaí Amarelo e o Catuaí com 94,00, 90,67 e 88,0 ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100 g de amostra, respectivamente. Porém, esses valores remetem a apenas uma das amostras de cada espécie, sendo o Mundo Novo a amostra B2, e o Catuaí Amarelo e o Catuaí a amostra B1. Além disso, também é possível notar nos resultados da tabela 4, que há uma variação significativa entre a acidez titulável total das amostras das espécies Mundo novo, Catuai Amarelo e Catuaí. Isso pode ser ocasionado pelo tempo de maturação, as condições de plantio das amostras, ações microbianas e até mesmo fatores climáticos e de processamento no qual os grãos foram submetidos (FAGAN, 2011).

Em comparação com a literatura, os valores de acidez titulável para os grãos crus estão muito próximos dos valores de acidez para grãos de café cru de espécie Arábica e Conilon encontrados na literatura (AGNOLETTI et al, 2019; AGNOLETTI, 2015). A faixa de valor para as espécies analisadas ficam em torno de 76,00 a 94,00 ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100 g de amostra, já os valores de acidez titulável para grãos crus de tipo Arábica e Conilon ficam numa faixa de 85 a 110 ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100 g de amostra.

Esses resultados apontam que os grãos das espécies analisadas dão indícios para a produção de uma bebida consideravelmente agradável e de qualidade, após a torra, visto que é possível que o teor de ácidos totais após o processo de torrefação seja bem parecido com os teores de ácidos totais apresentados na literatura, para café torrados (AGNOLETTI et al, 2019; AGNOLETTI, 2015; MORAIS et al., 2007).

5.4. pH

Na Tabela 5 é possível ver os resultados referentes a análise de pH.

Tabela 5 – Valores médios de pH e respectivos desvios padrões para grãos crus de diferentes espécies de café.

Amostras de café cru	Valores de pH
Mundo Novo B1	5,70 ±0,01
Mundo Novo B2	5,57 ±0,00

Arara B1	5,76 ±0,01
Arara B2	5,70 ±0,00
Catuaí Vermelho B1	5,78 ±0,02
Catuaí Vermelho B2	5,77 ±0,02
Bourbon B1	5,77 ±0,03
Bourbon B2	5,75 ±0,02
Catuaí Amarelo B1	5,73 ±0,02
Catuaí Amarelo B2	5,76 ±0,00
Catuaí B1	5,59 ±0,05
Catuaí B2	5,68 ±0,02

Dentre os resultados obtidos neste trabalho, o pH, sem dúvidas, é o que menos apresenta uma variação expressiva entre as amostras e as espécies de café, tendo um faixa de valores entre 5,57 e 5,78.

Em termos de comparação de parâmetros, é possível ver que as amostras com os valores de pH mais ácidos, são justamente as amostras que obtiveram o maior valor de ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100g de amostra, a B2 do Mundo novo e a B1 do Catuaí Amarelo e do Catuaí (5,57, 5,73 e 5,59, respectivamente), indicando a concordância e a eficiência dos métodos.

Ao comparar os valores de pH da Tabela 5 com aqueles descritos na literatura, vemos que os grãos crus de espécie Arábica e Conilon apresentam uma faixa de valores entre 5,89 e 6,18, um pouco menos ácido do que as amostras de café submetidas a esta pesquisa (AGNOLETTI et al, 2019; NASCIMENTO, 2006; AGNOLETTI, 2015; CONTI, 2013).. Porém, um fato interessante é que, os grãos de café torrado descritos nos mesmos trabalhos onde encontrou-se os valores dos grãos crus, englobam uma faixa de pH, no qual as amostras deste trabalho se encontram, sendo esta faixa de 5,38 a 5,86.

Alguns autores dissertam que o pH do grão de café é um indicativo de transformações casuais nos frutos de café, a exemplo de fermentações indesejáveis, que podem acontecer antes ou depois da colheita do grão, originando, assim, excesso de acidez, que por sua vez, reduzem o pH e diminuem a qualidade da bebida (FAVARIN, 2004; PIMENTA, 2003; SIQUEIRA, ABREU, 2006). Neste sentido, em um tempo prolongado de armazenamento não tão adequado, podem ocorrer várias reações químicas catalisadas por temperatura, clima e microrganismos por exemplo, tornando o café mais ou menos ácido do que deveriam. Em outras palavras é como se o café “envelhecesse” de uma forma não desejada. Isso pode explicar porque as espécies de

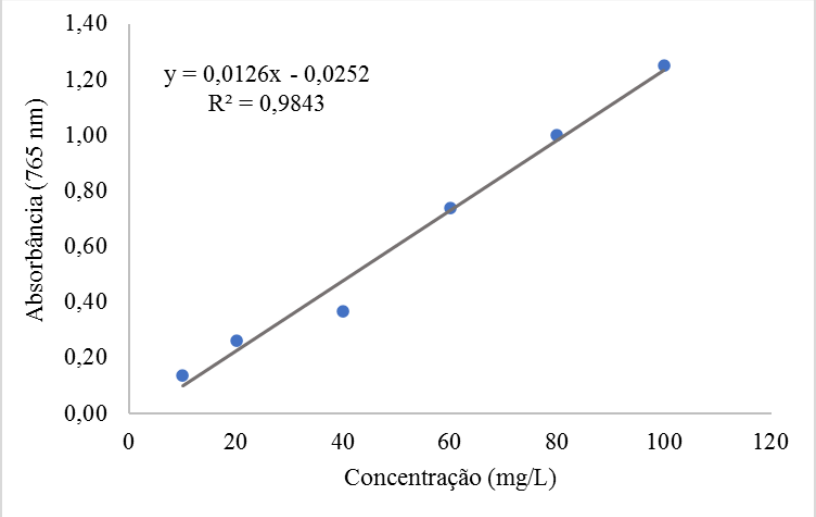
grãos de café cru, usados neste trabalho, apresentam um pH tão parecido com os cafés de espécie Arábica e Conilon após a torra. Outra razão para estes resultados, seria a própria diferença genética das espécies de café, influenciadas ou não por fatores externos.

Embora os resultados do pH não estejam em compatibilidade com os valores da literatura, as amostra de café analisadas neste trabalho, podem produzir uma bebida de qualidade, uma vez que alguns autores relatam que a faixa de pH ideal para o consumo do café após a torra seja entre 4,95 a 5,20 (SIVETZ, DESROSIER, 1979).

5.5. Compostos Fenólicos totais

Para obter os valores de compostos fenólicos presentes nas amostras de café, foi preciso construir uma curva de calibração, usando ácido gálico como padrão, em concentrações conhecidas. Na Figura 6, é possível ver os valores de absorbância (765 nm) correspondente as concentrações conhecidas das soluções de ácido gálico.

Figura 6 – Curva de calibração utilizando ácido gálico como padrão.



A partir da curva de calibração, foram obtidos os teores de compostos fenólicos para os seis tipos de grãos de café cru.

Tabela 6 – Teores médios de compostos fenólicos totais expressos em g equivalente de ácido gálico/100g de amostra em base seca e respectivos desvios padrões para grãos crus.

Amostras de café cru	g de equivalente de ácido gálico/ 100 g de amostra
Mundo Novo B1	0,84 ±0,07

Mundo Novo B2	0,83 ±0,06
Arara B1	1,16 ±0,02
Arara B2	1,85 ±0,09
Catuaí Vermelho B1	2,01 ±0,06
Catuaí Vermelho B2	2,11 ±0,05
Bourbon B1	1,07 ±0,10
Bourbon B2	1,26 ±0,23
Catuaí Amarelo B1	1,65 ±0,10
Catuaí Amarelo B2	2,14 ±0,31
Catuaí B1	1,38 ±0,40
Catuaí B2	1,23 ±0,01

Dentre os dados apresentados na Tabela 6, os maiores teores de compostos fenólicos são para os tipos Catuaí Amarelo B2, com 2,14, e Catuaí vermelho B2 com 2,11, enquanto os menores valores são para ambas as amostras do café Mundo Novo. Na literatura os teores de compostos fenólicos para grãos crus de café Arábica e Conilon encontram-se em uma faixa de 3,50 a 6,80 g equivalente de ácido gálico/ 100 g de amostra em base seca, bem acima do valores encontrados nas análises deste trabalho (NASCIMENTO, 2006; AGNOLETTI, 2015; CLIFFORD, 1999)

Os compostos fenólicos totais estão diretamente associados a um café de qualidade. O princípio seria quanto maior o teor de compostos de fenólicos, menor a qualidade do café, pois esses compostos causam adstringência ao paladar. Dessa forma, os teores apresentados na tabela 6 apontam que as espécies de café podem ter uma ótima qualidade, principalmente, o Mundo Novo que apresentou os menores teores de compostos fenólicos, se comparado aos demais tipos de grãos de café cru (FAGAN, 2011; AGNOLETTI, et al, 2019; AGNOLETTI, 2015; CLIFFORD, 1999).

5.6. Perspectiva e qualidade

Embora os resultados não foram, necessariamente, equiparáveis aos dados da literatura, a variação dos parâmetros para as amostras de café foi excelente, mostrando que algumas espécies de grãos tem uma maior tendência sobre outras, referente a cada parâmetro em particular, e podem produzir uma bebida com um aspecto único. Porém, ao analisar as propriedade físico-químicas de modo geral, os grãos de café da espécie Mundo Novo, amostra

B2, apresentaram o melhor resultado de acordo com as tendências de cada parâmetro, uma vez que seus grãos mostraram os menores teores para os compostos fenólicos e a umidade, e uma maior tendência de ter uma acidez acentuada, como mostram os resultados de acidez titulável e pH, lhe assegurando, assim, uma melhor qualidade, em relação as outras espécies de café.

6. CONCLUSÕES

De acordo com o que foi discutido, as metodologias empregadas nas análises forneceram resultados relativamente coerentes entre si e comparados com os resultados encontrados na literatura, visto que todos esses métodos já são bem estabelecidos.

O único parâmetro que teve uma faixa de valores relativamente compatível com os resultados encontrados na literatura, foram os resultados de acidez titulável, sendo 76,00 a 94,00 de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100 g de amostra a faixa de valores médios para as amostras analisadas neste trabalho e 85 a 110 ml de NaOH 0,1 mol.L^{-1}/100 g de amostra a faixa de valores médios encontrados na literatura.

Os resultados de umidade e compostos fenólicos dos grãos de café crus foram os que mais se divergiram com os resultados descritos na literatura. Contudo, os valores de umidade estão dentro dos padrões exigidos na legislação de 12,5% de umidade para grãos crus (MAPA, 2003).

Além disso, a variação dos parâmetros para as amostras de café foi ótima, mostrando que algumas espécies tem tendências de qualidade mais promissoras do que outras. Os grãos do café Mundo Novo apresentaram o melhor resultado de acordo com as tendências de cada parâmetro, uma vez que seus grãos mostraram os menores teores paras os compostos fenólicos e umidade, e uma maior tendência de ter uma acidez acentuada, como mostram os resultados de acidez titulável e pH, lhe assegurando, assim, uma melhor qualidade, em relação as outras espécies de café.

De modo geral, pode-se dizer que algumas espécies de café tem uma maior tendência do que outras para ter uma ótima qualidade como bebida, porém seriam necessárias mais análises, e grãos de café em condições de torra, para que se possa ter uma conclusão mais concreta acerca da qualidade.

Neste sentido, seria interessante realizar análises de açúcares totais, redutores e não redutores, cafeína e ácidos clorogênicos para que as informações obtidas aqui tivessem uma conclusão mais precisa sobre a qualidade dos grãos de café.

REFERÊNCIAS

ABIC – Associação Brasileira das Indústrias de Café. **Indicadores da Indústria de Café | 2021.** Disponivel em < https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores -da-industria-de-cafe-2021/#cons2021 > acesso em 23/11/2022.

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

AGNOLETTI, B. Z., OLIVEIRA, E. C. S., PINHEIRO, P. F., SARAIVA, S. H. Discriminação de Café Arábica e Conilon Utilizando Propriedades Físico-Químicas Aliadas à Quimiometria. **Rev. Virtual Quim**. Piúma, vol 11, No. 3, Junho, 2019.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5 ed. Porto Alegre: LTC, 2012.

BARROSO, L. A. **Otimização dos parâmetros de extração a frio (cold brew) de café arábica da região de minas gerais para produção de cafés solúveis liofilizados.** Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2020.

BRADBURY, A.G.W; HALLIDAY, D.J. Chemical estrutures of green bean polisacchararides. **J. Agric. Food. Chem**. v. 38, p. 389-392, 1990.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. **Beckenham (Kent): Croom helm**, 1985, cap. 13, p. 305-374.

CLIFFORD, M. N. Chorogenic acids and other cinnamates nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Food and Agriculture**, v. 79, p. 363-372, 1999.

CONTI, M. C. M. D; KITZBERGER, C. S. G; SCHOLZ, M. B. S.; PRUDENCIO, S. H. Características físicas e químicas de cafés torrados e moídos exóticos e convencionais, **B.CEPPA**, Curitiba, v. 31, n. 1, p. 161-172, jan./jun. 2013.

CORSINO, J. **Bioquímica**. 1ed. Campo Grande: UFMG. 2009.

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

FAGAN, E. B.; SOUZA, C. H. E.; PEREIRA, N. M. B; MACHADO, V. J. Efeito do tempo de formação do grão de café (coffea sp) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal,** vol. 27 No. 5, outubro. 2011.

FALLER A. L. K. **Polifenóis, vitamina c e capacidade antioxidante de alimentos orgânicos e convencionais**. 209 p. Dissertação, pós-Graduação em Nutrição, Rio de Janeiro, 2008.

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**, v. 98, n. 2 , p. 373-380, 2006.

FAVARIN, J. L.; VILLELA, A. L. G.; MORAES, M. H D.; CHAMMA, H. M. C. P. COSTA, J. D.; DOURADO-NETO, D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 187-192, fev. 2004.

FISHER, M.; REIMANN, S.; TROVATO, V.; REDGWELL, R.J. Polysaccharides of green Arabica and Robusta coffee beans. **Carbohydrate Reserch**, v. 330, p. 93-101, 2000.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p., 2008. (versão Eletrônica).
LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (Coffea arabica L.).** 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

MARIA, C. A. B; MOREIRA, R. F. A. Cafeína: revisão sobre métodos de análise. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 1, 99-105, 2007.

MARTINS, M. C. M.; SILVA, C. O.; BUCKERIDGE, M. S.; VIEIRA, C. C. J. Carboidratos na bebida do café preparado sob diferentes processos. **Ciênc. Tecnol. Aliment**., Campinas, 25(2): 382-386, abr.-jun. 2005.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 637-641, 2005.

MORAIS, S. A., AQUINO, F. J. T., CHANG, R., NASCIMENTO, E. A., OLIVEIRA, G. S., SANTOS, N. C. Análise química de café arábica (Coffea arabica L.) e grãos pretos, verdes e ardidos (pva) submetidos a diferentes graus de torração. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 97-111, jul./dez. 2007.

MORGANO, M. A.; FARIA, C. G.; FERRÃO, M. F.; BRAGAGNOLO, N.; FERREIRA, M. M. C. Determinação de umidade em café cru usando espectroscopia NIR e regressão multivariada. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 1, p. 12-17, 2008.

NASCIMENTO, P. M. **Estudo da composição química, atividade antioxidante e potencial odorífico de um café conillon, em diferentes graus de torrefação e análise comparativa com café arábica.** Dissertação. (Pós-Graduação em Química) Universidade Federal De Uberlândia, Uberlândia, 2006.

NELSON, D. L. Princípios de bioquímica de Lehninger. – 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Quim. Nova**, Vol. 34, No. 6, 1051-1056, 2011.

PIMENTA, C. J., VILELA, E. R. e CARVALHO, C. J. Componentes de parede celular de grãos de frutos de café (Coffea arabica L.) submetidos a diferentes tempos à espera da secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 26, no. 2, p. 203-209, 2004.

PIMENTA, J. C.; VILELA, E. R. Efeito do tipo e época de colheita na qualidade do café (Coffea arabica L). **Acta Scientiarum,** Maringá, v. 25, n. 1, p. 131-136, 2003.

PIRES, J. S.; TORRES, P.B.; SANTOS, D.Y.A.C.; CHOW, F. **Ensaio em microplaca de substâncias redutoras pelo método do Folin-Ciocalteu para extratos de algas**. Instituto de Biociências. Setembro 2017.

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.** Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2006.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sisleg is/action/detalhaAto.do?method=recu perarT extoAtoTematicaPortal&codigoTematica=122 9303>. Acesso em: 15 maio 2023.

SIVETZ, M. e DESROSIER, N. W. Coffee Technology, **AVI Publishing Co**., Westport, Connecticut, 1979.

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F. James. **Fundamentos de química analítica**. 8 ed. Sao Paulo: Cengage Learning , 2009. 999 p.

SOARES, C. A. **Validação do método fast blue bb para quantificação de compostos fenólicos totais em alimentos.** Trabalho de conclusão de curso Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SOUZA, R. M. N.; CANUTO, G. A. B.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p.885-890, 2010.

VIGNOLI, J. A.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. de T. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. **Food Research International**, v. 61, p. 279–285, 2014.

WOODMAN, J. S. CLARKE, R. J.; MACRAE, R. Carboxylic Acids. In: Coffee: chemistry. New York: **Elsevier Applied Science**, v. 1, cap. 8, p. 266-289, 1985.