



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS DE POMBAL – PB**

ANGELA MABEL LINS CALADO

**CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA, ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DO
GRÃO-DE-BICO (*Cicerarietinum l.*) MACERADO**

POMBAL - PB

2018

ANGELA MABEL LINS CALADO

**CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA, ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DO
GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum L.*) MACERADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. MSc. Georgiana M. V. Martins

POMBAL – PB

2018

C141c Calado, Angela Mabel Lins.

Caracterização térmica, estrutural e morfológica do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) macerado / Angela Mabel Lins Calado. – Pombal, 2018.

21 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

CDU 635.657(043)

ANGELA MABEL LINS CALADO

**CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA, ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DO
GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) MACERADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. MSc. Georgiana M. V. Martins

Aprovada em: ___ / ___ / ____

BANCA EXAMINADORA

Profa. MSc. Georgiana Maria Vasconcelos Martins

CCTA/UATA/UFCG

Orientadora

Prof^a. DSc. Plúvia Oliveira Galdino

CCTA/UATA/UFCG

Avaliadora interna

Profa. MSc. Josiane Dantas Costa

CCT/PPGEQ/UFCG

Avaliadora externa

Pombal – PB

2018

RESUMO

Neste artigo são abordados análises de caracterização do grão-de-bico in-natura e macerado nas temperaturas 50, 60, 70 e 80°C com relação à cristalinidade (DRX), estabilidade térmica (TG), calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), identificação dos grupos funcionais (FT-IR) e morfologia (MEV), onde a caracterização por difração de raios-X permitiu analisar que, os picos de difratogramas das amostras do grão-de-bico macerado se distanciaram dos picos característicos dos amidos de cereais do tipo A, a caracterização por análise termogravimétrica (TG) e caracterização exploratória diferencial (DSC) permitiram a determinação da temperatura de degradação e a obtenção da derivada da TG e da DSC forneceram os valores de temperatura nos quais ocorrem o fenômeno de desidratação e os eventos de degradação dos polissacarídeos presente nas diferentes amostras do grão-de-bico macerado. A análise de espectroscopia de absorção na região do infravermelho apresentou bandas características para o amido nas amostras do grão-de-bico macerado e, por fim, a análise morfológica por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) apresentou para todas as amostras do grão-de-bico alterações ocorridas na sua estrutura morfológica. Esse trabalho foi embasado através de textos bibliográficos e de análises feitas em laboratório.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura; análises; amidos; desidratação; degradação.

ABSTRACT

In this paper, analyzes of the characterization of in-natura and macerated chickpea at temperatures 50, 60, 70 and 80°C with respect to crystallinity (XRD), thermal stability (TG), differential scanning calorimetry (DSC), identification of (FT-IR) and morphology (SEM), where the X-ray diffraction characterization allowed us to analyze that the diffraction peaks of the macerated chickpea samples differed from the characteristic peaks of cereal starches type A, the characterization by thermogravimetric analysis (TG) and differential exploratory characterization (DSC) allowed the determination of the degradation temperature and the derivation of the TG and DSC derivative provided the temperature values in which the dehydration phenomena occur and the degradation events of the polysaccharides present in the different samples of macerated chickpeas. The analysis of absorption spectroscopy in the infrared region showed characteristic bands for starch in the macerated chickpea samples and, finally, the morphological analysis by means of scanning electron microscopy (SEM) was presented for all the samples of the chickpea changes occurred in its morphological structure. This work was based on bibliographical texts and analyzes made in the laboratory.

KEYWORDS: temperature; analysis; starches; dehydration; degradation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Análise Microscópica do grão de bico: (a) in natura (b) macerado a 50°C (c) macerado a 60°C (d) macerado a 70°C (e) macerado a 80°C.....12
- Figura 2:** Espectro de FT-IR das partículas do grão de bico *in-natura* e das partículas grão de bico macerado nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C.....14
- Figura 3-** Análise de TG-DSC para o grão-de-bico *in-natura*: (a)TG e DTG (b) DSC,DDSC.....15
- Figura 4-** Análise de TG-DSC para o grão-de-bico macerado a 50°C: (a)TG eDTG (b) DSC e DDSC.....15
- Figura 5-** Análise de TG-DSC para o grão-de-bico macerado a 60°C: (a)TG eDTG (b) DSC e DDSC.....16
- Figura 6-** Análise de TG-DSC para o grão-de-bico macerado a 70°C: (a)TG eDTG (b) DSC e DDSC.....16
- Figura 7-** Análise de TG-DSC para o grão de bico macerado a 80°C: (a)TG e DTG (b) DSC e DDSC.....16
- Figura 8-** Difrátogramas de raios X do grão de *in-natura*, grão-de-bico macerado a 50°C, grão de bico macerado a 60°C, grão-de-bico macerado a 70°C, grão-de-bico macerado a 80°C.....17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ângulos de difração 2θ para as amostras do grão-de-bico.....17

Tabela 1 - Cristalinidade calculada para os grão-de-bico.....18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2.MATERIAIS E MÉTODOS	9
2.1 Matéria Prima	10
2.2 Análises de difração de raios X	10
2.3 Análises termogravimétricas por TG/DSC.....	10
2.4 Análises de espectroscopia de absorção na região do infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)	11
2.5 Análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	11
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1 Análise Morfológica por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do grão-de-bico in-natura e macerado	11
3.2 Identificação dos grupos funcionais através da Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR) do grão-de-bico in-natura e macerado	12
3.3 Estabilidade Térmica pelas análises termogravimétricas (TG/DSC) do grão-de-bico in-natura e macerado.....	14
3.4 Cristalinidade pela análise de Difração de Raios - X (DRX) do grão-de-bico in-natura e macerado.....	16
4. CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum.L*) é originário, provavelmente, da Ásia, considerada como um alimento de grande potencial nutricional a ser explorado, mas seu consumo ainda é muito limitado no Brasil, possui a finalidade de minimizar as deficiências protéicas e minerais da população, uma vez que o grão-de-bico é boa fonte de fibras, vitaminas (A, B e C) e minerais (P, Mg, Fe, K, Co, Mn). O grão-de-bico é excelente fonte de carboidratos e de proteínas, que abrangem cerca de 80% do peso total das sementes secas (FERREIRA et al. 2006, OLIVEIRA et al. 2009).

Esse grão é uma leguminosa alimentícia cujo cultivo é o terceiro mais importante do mundo (Manara, Ribeiro, 1992; FAO, 2013). O grão-de-bico merece destaque devido a sua biodisponibilidade de ferro, medida com acurácia em estudo efetuado por Ferreira, Brazaca e Arthur (2006), que constataram que a biodisponibilidade de ferro na leguminosa aumenta com sua cocção e maceração, processos que ocorrem simultaneamente na produção do tofu de grão-de-bico, fazendo deste uma excelente fonte do mineral (Ferreira; Brazaca, Arthur, 2006).

O amido é um polissacarídeo pertencente à classe dos carboidratos, formado por meio da união de várias moléculas de D-glicose. Constitui-se de duas moléculas de polissacarídeos ligeiramente diferentes, amilose e amilopectina. Sendo equivalente a principal fonte de armazenamento de energia nas plantas, está presente em raízes, frutos, tubérculos e sementes. O amido é o maior constituinte de batatas, ervilhas, feijões, arroz, milho e farinha (Bruice, 2006; Francisco Junior, 2008; Rudnik, 2008).

O processo de maceração em grãos está presente na caracterização da qualidade fisiológica do grão, na extração de algum constituinte de interesse, no cozimento, na redução ou eliminação de fatores antinutricionais existentes nos grãos e na melhora da digestibilidade (OMOTTO et al. 2009).

Essa técnica de maceração tem sido descrita como um fenômeno controlado pela difusão interna. A maceração depende do tempo, da temperatura e da concentração de sólidos solúveis. A quantidade de água absorvida aumenta com o aumento da temperatura e do tempo de hidratação (FRACASSO et al. 2014). No

entanto, maceração a temperaturas maiores do que 60 °C resultam em perda de sólidos totais, compostos nitrogenados, açúcar, oligossacarídeos, minerais e vitaminas (PAN e TANGRATANAVALEE, 2003). Conseqüentemente, nestes estudos as temperaturas avaliadas variaram de 20 a 60°C.

Vários estudos foram realizados, nos quais utilizaram a análise por técnica de difração de raios X, para distinguir os três tipos de cristalinidade para os grânulos de diferentes amidos. Estes padrões de cristalinidade dependem, em parte, do comprimento das cadeias de amilopectina, da densidade de empacotamento dentro dos grânulos, bem como da presença de água (AMBIGAIPALAN et al. 2011, LIMA et al. 2012; DUTTA et al. 2015, HUANG et al. 2015, CAPPALAN et al. 2016, REID et al. 2017).

Segundo Lamberts et al. (2009), os amidos de cereais apresentam cristalinidade do tipo A, os amidos de tubérculos cristalinidade do tipo B e os amidos de raízes e sementes cristalinidade do tipo C.

As análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram exploradas em pesquisas recentes em diferentes fontes de amido, como o objetivo para obter imagens referentes às superfícies das partículas dos grânulos de amido (Arns et al. 2015; Cappal et al. 2016). As análises de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) foram exploradas em vários estudos para a análise das ligações moleculares ocorridas nos grânulos de diferentes amidos (LIMA et al, 2012; WANG et al. 2015)

Neste contexto, objetiva-se realizar a caracterização do grão de bico in-natura e macerado com relação a sua cristalinidade (DRX), estabilidade térmica (TG e DSC), identificação dos grupos funcionais (FT-IR) e morfologia (MEV).

2.MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal, pertencente à Unidade Acadêmica de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, Paraíba, Brasil. Para os ensaios foram utilizados o grão-de-bico comercializado na cidade de Pombal, Estado da Paraíba. O campo amostral de 1 kg para o cultivar.

2.1 Matéria Prima

Para a obtenção do grão-de-bico macerado (hidratado) nas temperaturas de (50, 60, 70 e 80°C), foram realizadas três repetições para cada temperatura. As amostras eram submetidas, primeiramente, a pesagem em balança analítica, contendo 50g do grão com 250 ml de água. Em seguida, levadas em banho termostático nas suas devidas temperaturas, sendo retiradas a cada 10 minutos para realizar a pesagem até sua saturação, levadas para a secagem em estufa por 24 horas até atingir o teor de água de 10 b.u, maceradas em almofariz e pistilo, peneirados em peneira de 25 mesh, colocados em tubos e levados para as análises da cristalinidade (DRX), estabilidade térmica (TG e DSC), identificação dos grupos funcionais (FT-IR) e morfologia (MEV).

O teor de água médio das amostras de grão de bico foi determinado mediante secagem em estufa forçada de ar à 105±1°C por 24 horas em três repetições (BRASIL, 2009).

2.2 Análises de difração de raios X

Os difratogramas de raios x das amostras do grão-de-bico foram obtidos em um Difratorômetro de raios-X – Modelo D2 Phaser, marca Bruker, operado com radiação de Tubo de Cu K(alfa); com Voltagem de 40 KV e Corrente: 40 mA com Filtro de Níquel, a taxa de varredura de 1°/min na temperatura ambiente. A faixa de varredura da difração foi ajustada para ângulos de 3° a 70° (2θ).

Os cálculos do índice ou grau de cristalinidade do arroz *in-natura* foram determinadas empregando-se o método utilizado por Hulleman e Colaboradores (1999), (Hulleman et al. 1999), através da Equação 1:

$$I_{cr} = \frac{H_c}{H_c + H_a}$$

Em que, I_{cr} é o índice de cristalinidade, H_a é a altura correspondente à fase amorfa em relação à linha de base e H_c é a altura correspondente ao pico cristalino.

2.3 Análises termogravimétricas por TG/DSC

As análises termogravimétricas por TG/DSC foram realizadas em analisador termogravimétrico simultâneo TG/DSC, modelo Netzsch STA 449F3 - Jupiter. Aproximadamente 15 mg de amostra do grão em atmosfera de N₂, fluxo de 20

mL/min e em porta amostra de Al₂O₃, com intervalo de 40 °C até 600°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min.

2.4 Análises de espectroscopia de absorção na região do infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

As amostras de grão-de-bico foram submetidas à análise em espectrofotômetro Bruker na região do infravermelho, modelo FT-IR VERTEX 70 no modo de Transmitância, com acúmulo de 16 varreduras e resolução de 4 cm⁻¹, na faixa de 400-4000 cm⁻¹.

2.5 Análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As imagens dos grãos-de-bico foram obtidas por microscopia eletrônica de varredura, com aumentos de 1000 x, realizadas em microscópio eletrônico de varredura, modelo Tescan Vega 3, voltage 10kV. Um grão de cada amostra foi colocado sobre fita adesiva de carbono. As amostras assim foram observadas em microscópio eletrônico de varredura.

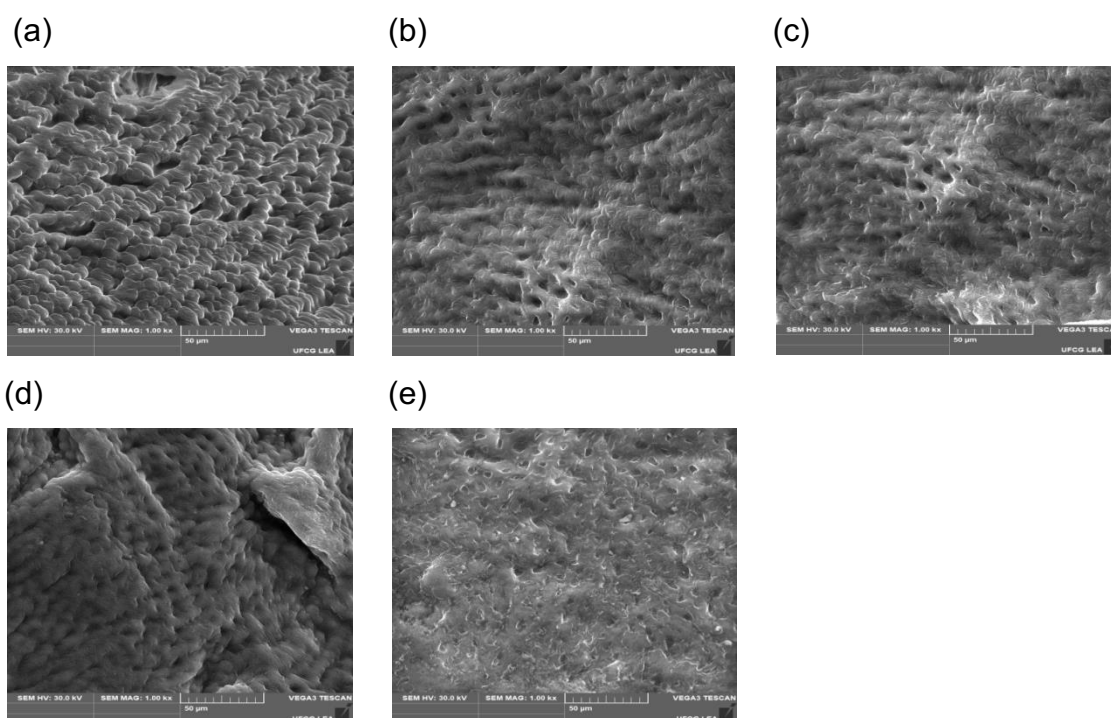
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Morfológica por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do grão-de-bico in-natura e macerado

A Figura 1 (a até e) apresentam os MEV da superfície do grão-de-bico in-natura e do grão de bico macerado nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C. Observa-se que a maceração dos grãos-de-bico nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C em relação grão-de-bico in-natura promoveram a ruptura dos complexos de amido, observa-se que as superfícies do grão-de-bico *in-natura* têm mais espaços intermoleculares, o aumento da temperatura durante o processo de maceração, reduziu os espaços intermoleculares, tornando a estrutura amilácea dos grãos-de-bico mais sólida e compacta.

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Kim, et al. 2017, ao estudarem a modificação do amido de milho pelo processo de hidroxipropilação com relação a sua morfologia, observaram que, com o aumento da temperatura os espaços intermoleculares iam diminuindo. (Kim et al. 2017).

Figura 1: Análise Microscópica do grão-de-bico: (a) in natura (b) macerado a 50°C (c) macerado a 60°C (d) macerado a 70°C (e) macerado a 80°C



3.2 Identificação dos grupos funcionais através da Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR) do grão-de-bico in-natura e macerado

A partir das análises de FT-IR apresentadas pela Figura 2 é possível observar as alterações ocorridas nas moléculas do amido do grão-de-bico *in-natura* em relação às alterações ocorridas com as moléculas do amido do grão de bico maceradas nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C.

Os espectros do amido do grão-de-bico *in-natura* do amido do grão-de-bico macerado nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C apresentaram um pico largo em torno de 3280 cm^{-1} (1). Essa região de base larga e pico arredondado é característica de estiramento dos grupos hidroxil (-OH), formadores de pontes de hidrogênio. O pico na região de comprimentos de ondas próximos a 1633 cm^{-1} indica a contribuição majoritária da molécula água.

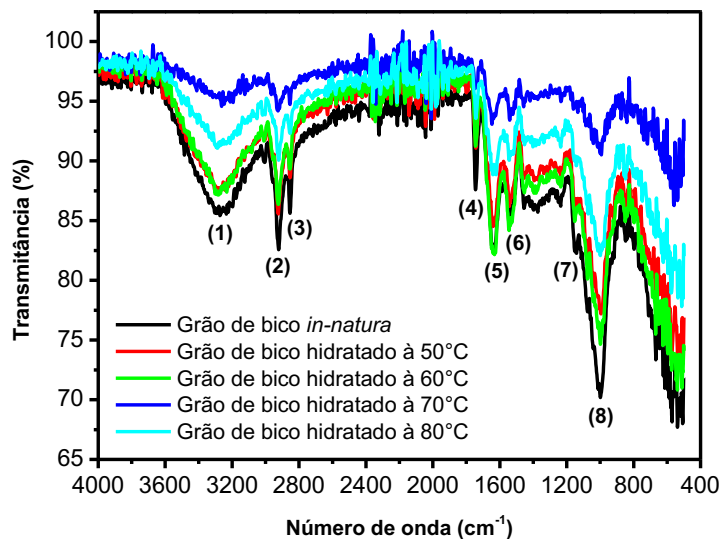
Foram observados também nos espectros do amido de grão-de-bico in-natura e grão de bico macerado nas temperaturas 50°C, 60°C, 70°C e 80°C um pico em

2922 cm^{-1} (2,3), indicando alongamento das ligações CH (CH_2 assimétrico), já que são características de picos entre (2922 e 2836 cm^{-1}). Os picos na região de comprimento de onda de 1642 cm^{-1} (4) são característicos da água adsorvida. Os picos na região de 1085 cm^{-1} (7) é a banda correspondente ao sistema éter (O-C-O) e 988 cm^{-1} (8) é a banda correspondente a deformação axial C-O em alcoóis.

A principal diferença entre as bandas do grão-de-bico *in-natura* e o grão-de-bico macerado nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C está na redução das intensidades das bandas correspondentes aos estiramentos às deformações C-H , C-O e C-OH e as bandas correspondentes às deformações C=O (carbonila), C-OH e CH_2 , bem como as deformações dos grupos C-O-C (éter) e C-O (alcoóis), foram reduzidas as suas intensidades em relação ao grão-de-bico *in-natura*, sinalizando a redução da cristalinidade do grão de bico durante o processo de maceração.

Diferentemente do exposto acima, foram observados no estudo desenvolvido por Kim et al. (2017) ao avaliarem a modificação do amido de milho pelo processo de hidroxipropilação, o aumento do percentual de óxido de propileno para 6% e o aumento do glicerol (plastificante) para 20% o amido de milho, resultou em um aumento da intensidade das bandas dos espectros de FTIR nos comprimentos de ondas entre 400 cm^{-1} até 4.000 cm^{-1} , os espectros de FTIR comprovaram a presença das principais bandas observadas para o amido de milho modificado imputaram a presença dos grupos hidroxilas em 3332 cm^{-1} , deformação axial da ligação em 2919 cm^{-1} até 2850 cm^{-1} , as deformações axiais da ligação éter entre 1151 cm^{-1} até 991 cm^{-1} . Com isso, o processo de hidroxipropilação do amido de milho apresentou diferenças com relação ao amido do grão-de-bico submetido ao processo de maceração.

Figura 2: Espectro de FT-IR das partículas do grão-de-bico *in-natura* e das partículas grão de bico macerado nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C



3.3 Estabilidade Térmica pelas análises termogravimétricas (TG/DSC) do grão-de-bico *in-natura* e macerado

As Figuras 3 a 7 mostram as curvas de (TG /DTG) e (DSC/DDSC) para as amostras de grão-de-bico *in-natura* e macerado nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C.

A partir das análises de perda de massa e DTG pode-se observar que, o grão-de-bico *in-natura* e o grão de bico macerado nas temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C e 80°C apresentam três eventos térmicos. Observa-se que, o primeiro evento térmico, o correspondente a eliminação das moléculas de água, ocorreu na faixa de temperatura de aproximadamente de 99°C até 110°C. O principal evento térmico aconteceu à eliminação de grupos polihidroxílicos, decomposição e despolimerização de cadeias poliméricas amido do grão-de-bico *in-natura* e macerado ocorreu numa faixa de temperatura de 296°C até 298°C. Os gases voláteis principalmente água ligada, monóxido de carbono e dióxido de carbono são eliminados na faixa de temperatura de 310 até 500°C para as amostras de grãos-de-bico *in-natura* e grãos-de-bico macerados nas temperaturas de 50°C até 80°C.

As análises de DSC e sua derivada DSC confirmam os eventos térmicos já comentados pelas análises TG e DTG. Um pico endotérmico em 110°C relacionado à desidratação para as amostras dos grãos-de-bico *in-natura* e grãos-de-bico

macerados a 50°C até 80°C. Os dois picos exotérmicos confirmam os eventos da decomposição da amilose e da amilopectina do amido em faixa de aproximadamente de 299,97°C até 304°C e a degradação da matéria orgânica na faixa de temperatura de 417°C até 510°C para o grão de bico *in-natura* e grão-de-bico macerado nas temperaturas de 50°C até 80°C.

Figura 3- Análise de TG-DSC para o grão-de-bico *in-natura*: (a) TG e DTG (b) DSC e DDSC

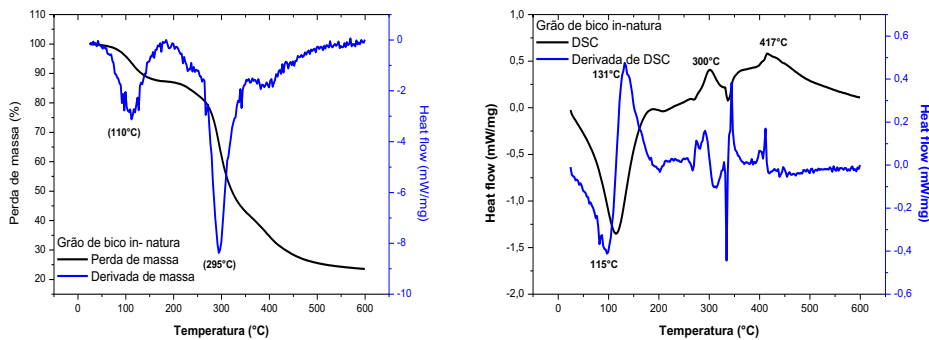


Figura 4- Análise de TG-DSC para o grão-de-bico macerado a 50°C: (a) TG eDTG (b) DSC e DDSC

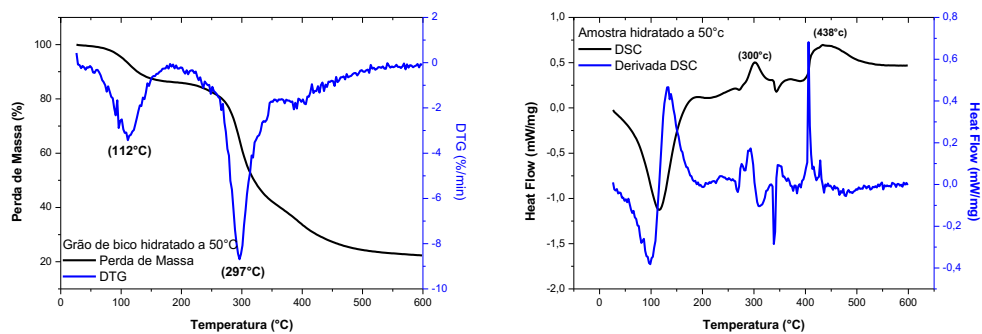


Figura 5- Análise de TG-DSC para o grão-de-bico macerado a 60°C: (a) TG eDTG (b) DSC e DDSC

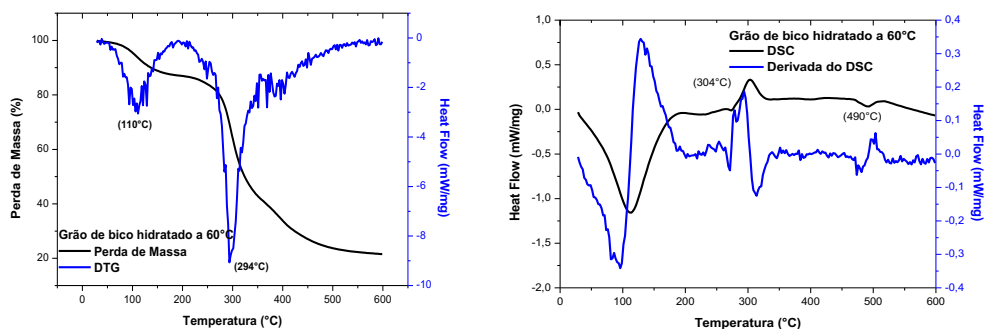


Figura 6- Análise de TG-DSC para o grão-de-bico macerado a 70°C: (a)TG eDTG (b) DSC e DDSC

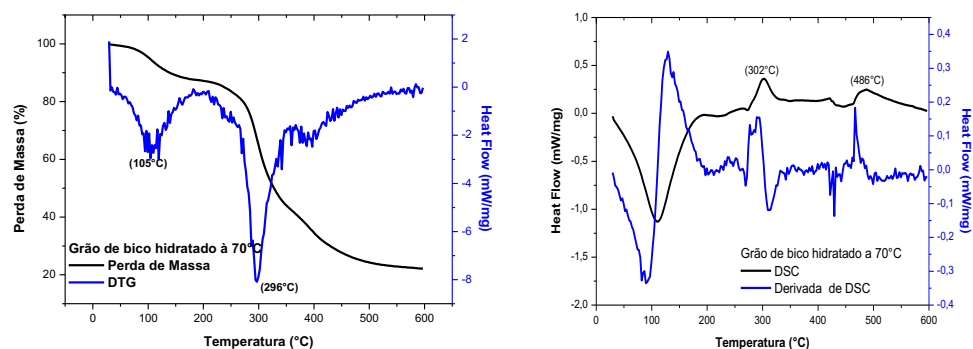
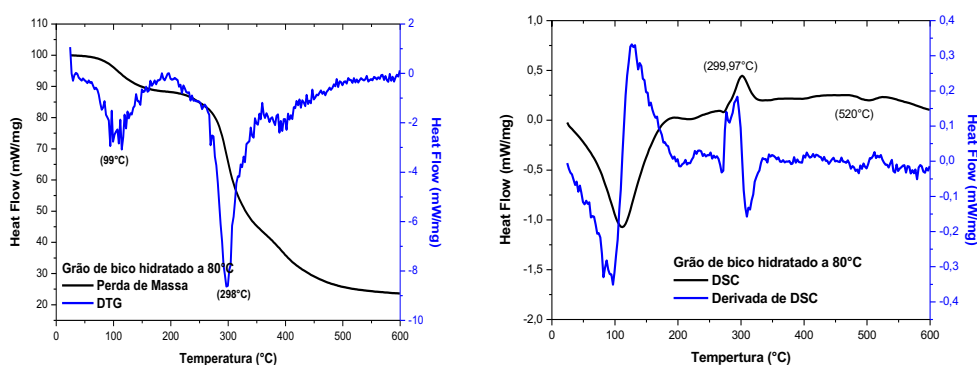


Figura 7- Análise de TG-DSC para o grão-de-bico macerado a 80°C: (a)TG eDTG (b) DSC e DDSC



3.4 Cristalinidade pela análise de Difração de Raios - X (DRX) do grão-de-bico in-natura e macerado

A Figura 8 apresenta difratogramas de raios X correspondentes às amostras do grão-de-bico *in-natura*, grão-de-bico macerado a 50°C, grão-de-bico macerado a 60°C, grão-de-bico macerado a 70°C e grão-de-bico macerado a 80°C.

Os resultados observados, na Tabela 1, apresentam os picos de intensidade nos ângulos de difração 2θ , em aproximadamente de 15° , 17° , 18° e 23° , caracterizando-os como amido com cristalinidade do tipo A, para a amostra do grão-de-bico in-natura. No entanto, observa-se com os resultados da Tabela 2, que as amostras submetidas a maceração nas temperaturas de 50°C , 60°C , 70°C e 80°C , observa-se alteração da estrutura amilácea dos grãos-de-bico durante a maceração, evidenciada pela modificação dos picos de intensidade nos ângulos de difração 2θ .

Figura 8-Difratogramas de raios X do grão de *in-natura*, grão de bico macerado a 50°C , grão-de-bico macerado a 60°C , grão-de-bico macerado a 70°C , grão-de-bico macerado a 80°C .

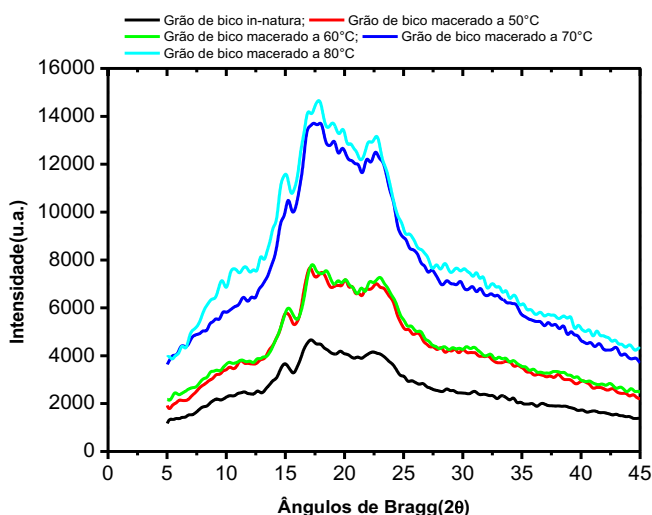


Tabela 1- Ângulos de difração 2θ para as amostras do grão-de-bico

Amostras do grão-de-bico	Ângulos dos picos
<i>In-natura</i>	15° ; 17° ; 18° ; 23°
macerado a 50°C	15° , 17° ; 18° ; 20° ; 23°
macerado a 60°C	15° ; 17° ; 18° ; 20° ; 23°
macerado a 70°C	15° ; 17° ; 23°

macerado a 80°C	15°; 17°; 23°
--------------------	---------------

Na Tabela 2 observa-se a cristalinidade calculada para o grão-de-bico *in-natura* e grãos de bicos macerados nas temperaturas de 50°C até 80°C. Segundo Lima & Andrade (2010) a cristalinidade dos amidos é proporcional à sua composição, os amidos regulares são compostos de 20 a 30% constituído de amilose e 70% a 80% constituído de amilopectina. A cristalinidade observada, no presente estudo, está entre 37,12 a 64,33 % de amilopectina, valores abaixo dos padrões de cristalinidade para os amidos regulares que deve estar compreendido entre 70% e 80%.

Tabela2 - Cristalinidade calculada para os grãos-de-bico

Amostras do grão-de-bico	Cristalinidade (%)
<i>In-natura</i>	64,33
Macerado a 50°C	58,87
Macerado a 60°C	58,04
Macerado a 70°C	37,12
Macerado a 80°C	52,54

4. CONCLUSÃO

Portanto a caracterização do grão de bico *in-natura* e macerado na técnica de caracterização por difração de raios-X permitiu observar que, os picos de difratogramas das amostras do grão-de-bico macerado distanciaram-se dos picos característicos de cereais dos amidos do tipo A. Com relação a análise termogravimétrica (TG) e caracterização exploratória diferencial (DSC) permitiram a

determinação da temperatura de degradação e a obtenção da derivada da TG e da DSC forneceram os valores de temperatura nos quais ocorrem o fenômeno de desidratação e os eventos de degradação dos polissacarídeos presente nas diferentes amostras do grão-de-bico macerado. Na análise de espectroscopia de absorção na região do infravermelho apresentou bandas características para o amido nas amostras do grão-de-bico macerado. E por fim, na análise morfológica por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) apresentou para todas as amostras do grão-de-bico ocorreram alterações na sua estrutura morfológica.

REFERÊNCIAS

ARNS, B.;BARTZ, J.;RADUNZ, M.;EVANGELHO, J. A.; PINTO; V. Z., ZAVAREZE, E.R.;DIAS, A. R. G. **Impact of heat-moisture treatment on rice starch, applied directly in grain paddy rice or in isolated starch.** Food Science and Technology, V. 60, p.708-713, 2015.

AYAMDOO, A.J.; DEMUYAKOR, B.; SAALIA, F.K.; FRANCIS, A. **Effects of Varying Parloiling Conditions on the Cooking and Eating/Sensory Characteristics of Jasmine 85 and Nerica 14 Rice Varieties.** American ofFood Technology. V9, n1, p 1-14, 2014.

BRUICE, P.Y. **Química orgânica.** v. 2. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p.398, 2009.

CAPPA, C.; MARA LUCISANO, M.; CÁNOVAS, G.V.B.; MARIOTTI, M. **Physical and structural changes induced by high pressure on corn starch, rice flour and waxy rice flour.**Food Research International.V.85; p. 95–103, 2016.

DUTTA, H.; MAHANTA, C.L.; SINGH, V. **Changes in the properties of rice varieties with different amylose content on dry heat parboiling.**Journal of Cereal Science.V.65, p. 227-235, 2015.

FAO, **The And Agriculture Organization** (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) – Disponível em: <http://faostat3.fao.org>, Acesso: 10 de outubro de 2018.

FERREIRA, A.C.P.; BRAZACA, S.G.C.; ARTHUR, V. **Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicerarietinum L.*) cru irradiado e submetido à cocção**. Ciênc. Tecnol. Aliment.,Campinas,V. 26, nº 1, p.80-88, 2006.

FRACASSO, A.F.; PERUSSELLO, C.A.; HAMINIUK, C.W.I.; JORGE, L.M.M.; JORGE, R.M.M. **Hydration kinetics of soybeans**: Transgenic and conventional cultivars. Journalof Cereal Science, v 60, p. 584-588, 2014.

FRANCISCO JUNIOR, W.E. **Carboidratos: estrutura, propriedades e funções**. Química Nova na Escola, n. 29, p. 8-13, 2008.

KIM, H.Y.; JANE, J.L.; LAMSAL, B. **Hydroxypropylation improves film properties of high amylose corn starch**. Industrial Crops and Products .v.95. p.175–183, 2017.

LAMBERTS, L.; GOMAND, S.V.; DERYCKE,V.; DELCOUR, J.A. **Presence of Amylose Crystallites in Parboiled Rice**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v.57, p.3210– 3216, 2009.

LIMA, B. N. B.; CABRAL, T.B.;NETO, R.P.C.;TAVARES, M.I.B.; PIERUCCI, A.P.T. **Estudo do Amido de Farinhas Comerciais**. Polímeros, vol. 22, n. 5, p. 486-490, 2012.

LIMA, F. F. & ANDRADE, C. T. - **Ultrasonics Sonochemistry**, 17, p.637 (2010). Pmid:20133177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch>. Acesso: 28 de outubro de 2018.

MANARA, W.; Ribeiro, ND., **Grão-de-Bico**. Revisão Bibliográfica. Ciência Rural, v. 22, n.3, p. 359-365, 1992.

MIANO, A.C.; GARCÍA, J.A.; AUGUSTO, P.E.D. **Correlation between morphology, hydration kinetics and mathematical models on Andean lupin**

(Lupinus mutabilis Sweet) grains. Food Science and Technology. V.6, p.290 - 298, 2015.

OMOTO, E.S.; ANDRADE, C.M.G.; JORGE, R.M.M.; COUTINHO, M.R.; PARAÍSO, P.R.; JORGE, L.M.M. **Modelagem matemática e análise da hidratação de grãos de ervilha.** Ciência e tecnologia de alimentos, v. 29, n. 1, p. 12-18, 2009.

PAN, Z., TANGRATANAVALEE, W. **Characteristicsofsoybean as affectedbysoakingconditions.** Lebensm.Wiss.UndTechnologie LWT. V. 36, p 143-151, 2003.

QUINCAZÁN, M.C.; CAICEDO, L. A.; CUENCA, M. **Appling Peleg's equation to modelling the kinetics of solid hydration and migration during soy bean soaking.**Ingeniería e Investigación, v. 32, n..3, p 53-57, 2012.

RUDNIK, E. **Compostable polymer materials.** Oxford: Elsevier, 2008.

SHAFAEI, S.M.; MASOUMI, A.A.; ROSHAN, H. **Analysis of water absorption of bean and chickpea during soaking using Peleg Model.**Journal of the Saudi Society of Agricultural Science, v. 15, p 135-144, 2016.