

Capítulo 10

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA DAS CASCAS DE BANANAS VERDES E MADURAS

*Anyketlen Valério Seret Lion
Rafaelli Yumi Yanaze
Diovana Dias Rodrigues
Caroline Maria Calliari
Neusa Fátima Seibel*

1. INTRODUÇÃO

A fome e o desperdício no Brasil é um grande problema, já que o país é um dos maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo e produz cerca de 140 milhões de toneladas de alimentos por ano, e ainda assim milhões de pessoas não possuem acesso a alimentos de qualidade e em quantidade suficiente (BARROS; LOPES; WANDERLEY, 2008).

O Brasil é um dos principais produtores de banana, produzindo mais de seis milhões de toneladas por ano (DIAS; BARRETO, 2011). A fruta é bastante consumida *in natura* e sua boa aceitabilidade se dá pelo fato das características sensoriais e nutricionais. Além disso, é comercializada a preço acessível (SILVA et al., 2013).

As cascas de bananas apresentam quantidades significativas de fibras e minerais, porém são pouco exploradas pelas indústrias devido à falta de conhecimento das possíveis aplicações e benefícios. O processamento destas se torna uma alternativa a fim de aproveitar o valor nutritivo e diminuir o desperdício, visto que a banana é uma das frutas mais consumidas nacionalmente

(GONÇALVES et al., 2016). Além disso, as cascas de bananas permitem grande variedade de aplicação na indústria alimentícia como ingredientes substitutos de farinha de trigo e/ou amido e agentes espessantes.

Uma das formas utilizadas para o aproveitamento desses resíduos orgânicos é a elaboração de farinhas, produtos de fácil obtenção e que possuem elevadas quantidades de nutrientes quando comparadas às próprias partes comestíveis (GONDIM et al., 2005). As farinhas são obtidas por meio de secagens e moagens, onde retira-se grande quantidade de água contida no vegetal, desfavorecendo o desenvolvimento de micro-organismos, aumentando a vida útil do produto.

Análises químicas de lipídeos, proteínas, fibras, cinzas e atividade de água podem diferenciar uma banana de outra, além de destacar diferenças de composição entre as cascas das bananas verdes e maduras. Estes valores são determinados para avaliar se as cascas dessa fruta podem ser consideradas boas fontes nutricionais (GONDIM et al., 2005).

Diversas variedades de bananas são cultivadas mundialmente, porém a escolha de qual vai ser consumida/utilizada é realizada através da avaliação sensorial ou tipo de produto alimentício a ser produzido. A cultivar Nanica foi escolhida para o presente estudo, decorrente de apresentar bom rendimento, ser de fácil acesso e ser bastante comercializada no país, gerando grande quantidade de resíduos (BARROS; LOPES; WANDERLEY, 2008). A elaboração das farinhas das cascas das bananas verdes e maduras foi realizada com objetivo de diferenciá-las de acordo com seus valores nutricionais e análises de composição proximal. O objetivo deste trabalho foi caracterizar cascas de bananas verdes e cascas de bananas maduras para obtenção de farinhas.

2. BANANA

A bananeira é originária do continente Asiático e é produzida em países tropicais, tais como: Índia, Brasil e Equador. Pertencem à família *Musaceae* que, por sua vez, possui três subfamílias, sendo estas *Musa*, *Musoidea* e *Ensete*. A subfamília *Musa* é composta por *Australimusa*, *Callimusa*, *Rhodoclamyse* e *Eumusa* (SILVA et al., 2013). Porém, somente a *Eumusa* é comestível e sendo classificada em *Musa acuminatacolla* e *Musa balbisianacolla*, que também incluem várias espécies. As bananeiras produzem frutas conhecidas como banana (Figura 1), que é a fruta mais comercializada no mundo (DIAS; BARRETO,

2011). No entanto, por ser altamente perecível, a banana deve ser consumida em poucos dias, e por este fato a comercialização deve ser rápida (BARROS; LOPES; WANDERLEY, 2008).

Figura 1- Bananeira com bananas verdes



Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2015).

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), o Brasil produziu mais de 6 milhões de toneladas de bananas em 2016, obtendo rendimento de 14.686 kg por hectares. Em escala mundial, acredita-se que produziu mais de 69 milhões de toneladas de bananas. Os brasileiros consomem mais de 20 quilos de banana por ano (FASOLIN et al., 2007), principalmente na forma *in natura*, sendo uma pequena parcela deste consumo de banana submetida a algum tipo de processamento (SILVA et al., 2013). No Brasil, o alimento mais produzido a partir do processamento da banana é o purê, seguido respectivamente da bananada, banana passa, flocos e chips (PEREIRA et al., 2010).

Muitos autores têm estudado a composição química da banana. Em geral, a banana é uma fruta de alto valor nutricional, constituída de fibras, proteínas, amidos, açúcares, vitaminas A, B₆, C e minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio e magnésio, entre outros (SILVA et al., 2013).

O desenvolvimento da banana consiste em três fases: crescimento, maturação e amadurecimento. Inicialmente, na fase de crescimento, há o aumento

irreversível de atributos físicos, e nesta fase a banana se apresenta na coloração verde. Por ser uma fruta muito rica em amido, os teores de sólidos solúveis aumentam, e devido à ação da enzima poligalacturonase e das pectinas-metil esterases que degradam a pectina da parede celular, há perdas de firmeza. A maturação corresponde ao estágio de desenvolvimento que leva à maturidade fisiológica, e nesta fase ocorrem diversas transformações bioquímicas, físicas e físico-químicas. Também é a etapa em que a firmeza diminui e junto ocorre mudança de cor na casca, ocasionada pela degradação de clorofila e a síntese de carotenoides, acompanhada pelo aumento de sólidos solúveis e acidez (SILVA et al., 2013). Além disso, compostos voláteis são produzidos, tais como ésteres, responsáveis pelo odor característico da fruta (SILVA et al., 2013), além de álcoois, aldeídos, cetonas, aminas e fenóis. Entre os compostos gerados destacam-se a luteína, α e β -caroteno e catecolaminas, que agem como antioxidantes (NUNES, 2017). Também há o desaparecimento de adstringência e degradação rápida do amido, resultando em acúmulo de açúcares (SILVA et al., 2013). Por fim, o amadurecimento é constituído de uma série de processos que afetam as características sensoriais e físicas como aroma, cor, sabor e textura da banana. Como amadurecimento, a fruta atinge a senescência e tem um decréscimo na atividade respiratória, resultando em morte das células (NUNES, 2017).

Quanto à composição das cascas de bananas, temos os flavonoides, ácidos graxos comolinoleico e α -linolênico, fitoesteróis como β -sitosterol, stigmasterol, campesterol, cicloeucalenol, cicloartenol, e 24-metileno cicloartanol, além dos carotenoides, como alguns dos compostos já identificados (PEREIRA et al., 2010), além de teores consideráveis de vitaminas A, B₁, B₂ e C, além de minerais como magnésio, fósforo, potássio, cálcio e sódio (GONDIM et al., 2005). As cascas de banana também são constituídas de altas concentrações de taninos, que contribuem para um sabor adstringente, bastante comum em frutas verdes. Esta adstringência pode afetar a elaboração da farinha de cascas de bananas verde (OLIVEIRA et al., 2009).

2.1 FARINHA DE CASCA DE BANANAS

Segundo a Resolução RDC nº 263 de setembro de 2005, farinhas são “produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos”.

As cascas de bananas representam 47 a 50% em peso da fruta madura, porém o seu aproveitamento é pouco explorado (MORAIS NETO et al., 1998). Para minimizar o desperdício, pode-se aproveitar as cascas de banana para produzir farinhas. Pereira et al. (2010) citam que na Costa Rica é comum o descarte excessivo de partes rejeitadas de banana nos rios, e que o elevado teor de carboidratos da cultura resulta em elevadas taxas de oxigênio, produzindo desequilíbrio nesse cenário e reduzindo chances de sobrevivência dos animais aquáticos.

O avanço constante nos estudos e pesquisas, tanto acadêmico quanto da indústria alimentícia tem apresentado diversas aplicações para as cascas de bananas, com destaque para a utilização destas como melhoradores da qualidade nutricional dos alimentos. As cascas das bananas adquiridas para a produção das farinhas devem passar pelo processo de higienização, secagem e trituração e, por fim, acondicionamento em embalagens hermeticamente fechadas (CARVALHO et al., 2012).

A secagem é uma técnica bastante antiga, que visa reduzir a atividade de água e conseqüentemente a alta perecibilidade. A atividade de água mede a quantidade de água disponível para reações químicas, bioquímicas e microbiológicas, sendo um parâmetro importante para a vida útil do produto. Quanto maior o conteúdo de água livre, menor é a vida útil do produto, pois esta pode ser afetada principalmente por micro-organismos deteriorantes (PESSOA et al., 2009).

Dentre os diversos tipos de secagem empregados, está a secagem por circulação forçada, que consiste em dispor o produto sobre telas planas e submetê-lo à secagem em estufa com ventilação de ar forçada, com medição do peso até que este permaneça constante (GONÇALVES et al., 2016). Silva et al. (2013) ressaltam que para submeter um alimento à secagem, deve-se ter conhecimento de suas características e propriedades, para que se tenha uma secagem eficiente.

Quando há emprego de altas temperaturas, têm-se altas taxas de secagem, pois há aumento no coeficiente de difusão da umidade, e assim o teor de umidade desejado é rapidamente alcançado. Porém, há diminuição das dimensões do produto, devido à alteração na microestrutura do tecido fresco, aumentando o número de cavidades e células alongadas, entre outras alterações (SILVA et al., 2013).

A moagem é o processo em que o produto seco é reduzido por forças de cisalhamento, compressão ou impacto. Os diferentes métodos de redução de tamanho podem ser: corte, fatiamento, trituração, corte em cubos, moagem e homogeneização. Por apresentarem característica fibrosa, para as cascas de

bananas é necessário utilizar forças combinadas de impacto e cisalhamento para reduzir o tamanho de suas partículas (SILVA et al., 2013).

Conforme Carvalho et al. (2012), é possível a aplicação de farinha da casca de banana para elaboração de *cupcakes*. Existem também relatos da utilização da farinha de banana em produtos dietéticos, alimentos infantis e ração animal (MORAIS NETO et al., 1998).

2.2 FIBRAS ALIMENTARES

A fibra alimentar é formada por um grupo de compostos heterogêneos. Seus constituintes, à exceção da lignina, são polissacarídeos como as pectinas, as mucilagens, as hemiceluloses, as gomas, as celuloses e, em alguns casos, também os oligossacarídeos, o amido resistente e os polissacarídeos não vegetais. Pode ser classificada em fibra solúvel e insolúvel, de acordo com o comportamento físico destes compostos em meio aquoso (OLIVEIRA; ROMAN; SEIBEL, 2018).

A quantidade de fibras totais em 100g de farinha oriunda da casca da banana é de 22,64%, sendo 12,76% insolúveis e 9,88% de fibras solúveis (NUNES, 2017). Para os consumidores, esses valores são de suma importância, pois a ingestão de fibras beneficia o trato gastrointestinal e controla algumas doenças crônicas degenerativas (CATALANI et al., 2003).

As fibras solúveis aumentam o tempo do trânsito intestinal, diminuem o esvaziamento gástrico e retardam a absorção da glicose, gerando um maior volume fecal devido ao acúmulo de massa bacteriana durante sua degradação. Já as fibras insolúveis contribuem para o aumento do bolo fecal, e consequentemente diminuem o tempo de trânsito intestinal, retardando a absorção do amido que por fim, irá reter água. Dessa forma, deve-se consumir os dois tipos de fibras, pois cada uma delas exerce papel importante para um melhor funcionamento do intestino, evitando a constipação intestinal com abundância de ingestão hídrica. A diminuição da obesidade também é beneficiada com a adsorção das fibras, pois as mesmas provocam a sensação de saciedade. Também o controle do diabetes é outra enfermidade que usufrui das funções das fibras (CATALANI et al., 2003).

As fibras alimentares têm um importante papel nas propriedades tecnológicas dos alimentos processados, como: produtos panificáveis, lácteos, carnes, geleias e sopas; modificando as propriedades de textura, evitando a sinérese e

estabilizando emulsões em produtos com alto teor de gordura, consequentemente, aumentando a vida útil dos alimentos. Isso é possível porque as fibras alimentares têm alta capacidade de retenção de água e/ou óleo, e de formar e estabilizar emulsões e géis (OLIVEIRA; ROMAN; SEIBEL, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

As bananas escolhidas para a pesquisa foram da cultivar Nanica, sendo as verdes doadas em cachos por um produtor local, e as maduras adquiridas no comércio do município de Londrina. Tanto as análises das cascas *in natura* quanto a elaboração das farinhas e caracterização deste produto foram realizadas nos laboratórios do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

3.1 ANÁLISE DAS CASCAS DAS BANANAS VERDES E MADURAS *IN NATURA*

Inicialmente as cascas das bananas verdes e maduras foram avaliadas pela cor, utilizando o colorímetro digital (KONICA MINOLTA – Chroma Meter CR-400). Em 45 bananas verdes e 45 bananas maduras foram realizadas as medidas de cor, em quatro pontos diferentes de cada fruta, sendo dois pontos no côncavo e outros dois no convexo da fruta. O sistema de avaliação utilizado foi o CIELAB da Commission Internationale de l'Eclairage, que utiliza a avaliação do espaço de cor $L^*a^*b^*$, que correlaciona os valores de cor com a percepção visual. Para que a cor avaliada seja objetiva, é preciso ordená-las em termos de tonalidade, luminosidade e saturação, através de escalas (KONICA MINOLTA, 2018).

Em seguida, as bananas maduras foram descascadas manualmente e as bananas verdes foram cortadas com auxílio de uma faca e retiradas as polpas com uma espátula. Em todas as cascas, cortes verticais e horizontais de aproximadamente 1 centímetro foram realizados para padronização do tamanho para o processo de secagem. Para as determinações de atividade de água e composição química, segundo a AOAC (1995), em triplicada, as cascas foram trituradas em liquidificador doméstico.

Atividade de Água

As leituras, em triplicata, foram determinadas a $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1$ utilizando o higrômetro elétrico de medida direta (AQUALAB 4TE, Decagon CX-2, Pullman, Estados Unidos) aferido com água destilada.

Umidade

A determinação de umidade foi realizada imediatamente após o descascamento das frutas, para evitar possível desidratação. As cápsulas de porcelana foram secas em estufa por 3 horas a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, resfriadas em dessecador e pesadas. Pesou-se 5 gramas de amostra na cápsula, que foi submetida ao aquecimento em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 5 horas. Em seguida, as cápsulas foram resfriadas em dessecador até atingir a temperatura ambiente e pesadas.

Proteínas

A determinação das proteínas foi realizada pelo método Microkjeldahl, que determina a porcentagem de nitrogênio das amostras. Foram pesados 0,2 g de amostras, seguidos da adição de aproximadamente 1 grama de catalisador e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Os tubos foram agitados para homogeneização da amostra, e colocados para digestão com temperatura crescente e máxima de $400\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Na etapa de destilação, adicionou-se 10 mL de água destilada nos tubos com o material previamente digerido. Em Erlenmeyer de 125 mL adicionou-se 10 mL de ácido bórico 2% e 3 gotas de indicador vermelho de metila. Com o tubo contendo o material digerido e diluído já conectado no local de encaixe do destilador, adicionou-se hidróxido de sódio 50% até neutralizar as amostras, e realizou-se o processo de destilação para arraste do nitrogênio na forma de amônia, que foi coletada no Erlenmeyer previamente acoplado ao equipamento. Coletou-se aproximadamente 50 mL do destilado, e titulou-se com ácido sulfúrico 0,01 M fatorado.

Lipídios

Para a determinação de lipídios, os balões foram previamente secos em estufa por 3 horas a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pesados. As amostras foram pesadas e acondicionadas

em sachês e em seguida esses sachês foram inseridos no aparelho Soxhlet por 6 horas sob aquecimento e refluxo contínuo com éter de petróleo. Ao final do processo, os balões foram retirados de cada conjunto extrator e submetidos à secagem em estufa a 105 °C por 1 hora. Após esse tempo, os balões foram resfriados à temperatura ambiente em dessecador e pesados.

Cinzas

Para a determinação das cinzas foram pesados 5 gramas de amostra em cadinho, previamente seco e pesado. Em seguida, carbonizou-se as amostras em bico de Bunsen até adquirir coloração acinzentada, e logo após os cadinhos foram submetidos à incineração na mufla com temperatura crescente e máxima de 550 °C. Após 5 horas, os conjuntos foram resfriados à temperatura ambiente em dessecador e pesados.

Fibras Alimentares

As fibras insolúveis foram determinadas após digestão das amostras com enzimas α -amilase, protease e amiloglicosidase, seguida de filtração e lavagens com água aquecida a 70 °C e 2 porções de 15 mL de etanol 78%, etanol 95% e acetona. O filtrado e as águas de lavagem foram guardados para determinação de fibras solúveis. As amostras filtradas foram submetidas à secagem em estufa a 105 °C *overnight*. Após a secagem, os cadinhos foram resfriados em dessecador e pesados. Uma das duplicatas de cada amostra foi destinada para determinação de cinzas por 5 horas a 525 °C, e a outra para determinação de proteínas.

Para determinação das fibras alimentares solúveis, utilizou-se o filtrado obtido no processo de lavagens, que foi medido e adicionado a 4 volumes de etanol 95% pré-aquecido a 60 °C, permanecendo em descanso por cerca de 1 hora. Em seguida, a solução em repouso foi filtrada sob vácuo em cadinhos. Lavou-se o resíduo sucessivamente com 2 porções de 15 mL das soluções de etanol 78%, etanol 95% e acetona. Em seguida, os cadinhos contendo o resíduo foram submetidos à secagem em estufa a 105 °C *overnight*. Os cadinhos foram novamente resfriados em dessecador e pesados, sendo uma replicata de cada amostra destinada para determinação de cinzas por 5 horas a 525 °C, e a outra para determinação de proteínas. Para a quantificação das fibras totais, realizou-se a soma das duas frações.

3.2 ELABORAÇÃO DAS FARINHAS

A elaboração das farinhas iniciou-se com a seleção e toailete das frutas, seguido de lavagem e sanitização por imersão em solução sanificante de hipoclorito de sódio (100 mg/L por 15 minutos). Em seguida, as frutas foram enxaguadas em água corrente, as cascas foram separadas da polpa, cortadas e submetidas à secagem para obtenção das farinhas. A secagem foi realizada em estufa com circulação de ar a 105 °C por 5 horas. Após a secagem, as cascas secas foram trituradas em liquidificador doméstico e acondicionadas em potes de polipropileno (PP) com tampa (CARVALHO et al., 2012).

As farinhas das cascas das bananas verdes e maduras foram avaliadas quanto à atividade de água e composição proximal, em termos de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos, seguindo a metodologia descrita para a análise das cascas.

3.3 TRATAMENTO DOS DADOS

A partir da realização das análises, os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) no software Statistica 10.0 e as médias foram comparadas pelo teste t de Student ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem vários métodos para detectar o amadurecimento da banana, sendo que o principal é a coloração da casca. Durante o amadurecimento, a alteração da coloração de verde para amarelo depende da perda de clorofila, e seu conteúdo pode ser utilizado para caracterizar a variação de cor (ÁLVARES et al., 2003). A caracterização das cascas das bananas iniciou-se com a análise de cor por meio de colorímetro, no qual foram avaliados os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* em 45 bananas verdes e 45 bananas maduras, totalizando 90 bananas.

A coordenada L^* está relacionada com a luminosidade, a coordenada a^* corresponde à intensidade da cor vermelho/verde e a coordenada b^* com a intensidade da cor amarelo/azul. Os resultados médios das leituras encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de cor das cascas das bananas verdes *in natura*

Cor	L*	a*	b*
Banana Verde (Côncavo)	45,13±4,69 ^b	-13,77±1,16 ^a	31,97±1,76 ^a
Banana Verde (Convexo)	50,24±2,41 ^a	-13,36±1,58 ^a	32,21±0,95 ^a

Médias±desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste t de Student. L* - Luminosidade, a* - Verde/Vermelho, b* - Azul/ Amarelo.

Fonte: Autoria própria (2018).

O valor de luminosidade (L*) nas bananas verdes foi de 45,13 no côncavo e 50,24 no convexo da fruta, enquanto que na coordenada a* encontrou-se valor médio de -13,77 no côncavo e -13,36 no convexo, indicando que no côncavo a cor se apresentou mais verde do que no convexo da fruta, que apresentou coloração mais clara, devido à exposição solar. Na coordenada b* encontrou-se o valor médio de 31,97 no côncavo e 32,21 no convexo.

Do mesmo modo, realizou-se a análise de cor nas cascas das bananas maduras obtendo resultados das coordenadas L*, a* e b*, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise de cor das cascas das bananas maduras *in natura*

Cor	L*	a*	b*
Banana Madura (Côncavo)	52,57±3,59 ^a	7,42±1,47 ^b	36,86±3,65 ^a
Banana Madura (Convexo)	51,84±4,90 ^a	8,50±1,24 ^a	35,62±3,52 ^a

Médias±desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si (p<0,05 t de Student). L* - Luminosidade, a* - Verde/Vermelho, b* - Azul/ Amarelo.

Fonte: Autoria própria (2018).

O valor médio de luminosidade (L*) no côncavo das cascas de bananas maduras foi de 52,57, indicando maior luminosidade comparada com a parte convexa da fruta, que foi de 51,84. O convexo das bananas maduras apresentou valor médio de a* de 8,58, e o côncavo de 7,42, sendo o convexo apresentando coloração mais avermelhada em relação à parte côncava da fruta. O aumento da cor vermelha é em virtude da formação de compostos de coloração marrom, sendo o convexo mais exposto à radiação solar. A degradação da clorofila ocorre a partir da atividade enzimática, tendo a clorofilase como responsável pelos pigmentos amarelos, além dos carotenoides, caracterizando a coloração

da banana madura. Na coordenada b^* foram obtidos valores médios de 36,86 no côncavo e 35,62 no convexo na casca de banana madura (ÁLVARES et al., 2003).

Ao comparar a cor das cascas das bananas verdes e maduras notou-se que nas primeiras, a luminosidade tendeu para o escuro, enquanto que o parâmetro a^* indicou cor verde e o parâmetro b^* indicou cor amarela. Com o amadurecimento das frutas, a cor das cascas tem grande alteração, como foi observado nas cascas das bananas maduras, onde a luminosidade aumentou e tendeu ao claro, o parâmetro a^* indicou cor vermelha e o parâmetro b^* indicou cor amarela, mas com maior intensidade das cascas das bananas verdes.

Após a leitura no colorímetro, as bananas foram preparadas para as cascas *in natura* serem submetidas à determinação da atividade de água presente conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Atividade de água das cascas de bananas *in natura*

Parâmetro	Atividade de Água
Casca de Banana Verde	0,9952±0,00b
Casca de Banana Madura	0,9891±0,00a

Médias±desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$ t de Student).

Fonte: Autoria própria (2018).

Pelos resultados obtidos de atividade de água nas cascas das bananas verdes e maduras, observa-se que estas são ingredientes muito perecíveis e propícios a diversas alterações, microbiológicas, químicas e enzimáticas, pois apresentaram alta atividade de água. Estes valores representam que a maioria das moléculas de água não está ligada química ou fisicamente e encontra-se livre, sendo estas passíveis de serem utilizadas em reações de degradações.

Conforme Morais Neto et al. (1998), a maioria dos micro-organismos é capaz de se desenvolver em meio com atividade de água entre 0,90 a 0,99. A maioria das leveduras e fungos se desenvolve em meio com atividade de água entre 0,86 a 0,88, porém alguns fungos filamentosos podem se desenvolver em meio com atividade de água até 0,80, com exceção para as leveduras osmofílicas e fungos xerofílicos, que se desenvolvem em atividade de água menor que 0,60. Pessoa et al. (2009) afirmam que produtos com atividade de água acima de 0,70 estão propícios a reações enzimáticas ou não, e estas causam modificações na cor, *flavor* e estabilidade do mesmo.

Nos resultados da composição proximal das cascas das bananas verdes e maduras (Tabela 4) não foi verificada diferença significativa nos teores de proteínas e lipídios, se diferindo apenas no teor de umidade e cinzas. Pelos valores obtidos, percebe-se uma maior vantagem de utilização das cascas das bananas maduras, já que estas são abundantemente descartadas e apresentam fácil separação entre casca e polpa. Este processo demanda um menor tempo em comparação à casca de banana verde, que possui maior adesão à polpa, além da possibilidade de aproveitar o sabor e aroma da casca madura.

Tabela 4 - Composição proximal das cascas das bananas verdes e maduras *in natura*

Parâmetros (%)	Casca Banana Verde	Casca Banana Madura
Umidade	91,03±0,08 ^a	87,86±0,04 ^b
Proteínas	0,17±0,04 ^a	0,18±0,00 ^a
Lipídeos	1,25±0,13 ^a	1,31±0,06 ^a
Cinzas	1,59±0,09 ^b	1,76±0,04 ^a
Carboidratos	6,05	8,89

Médias±desvio padrão. Carboidratos calculados por diferença. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$ t de Student).

Fonte: Autoria própria (2018).

Os teores de umidade das cascas foram de 91,03% nas cascas de bananas verdes e 87,86% nas cascas de bananas maduras, valores estes que se diferiram significativamente. O teor de umidade das cascas de bananas maduras deste estudo se apresentou próximo ao resultado de Gondim et al. (2005) e Storck et al. (2013) que obtiveram respectivamente 89,47% e 89,82% de umidade.

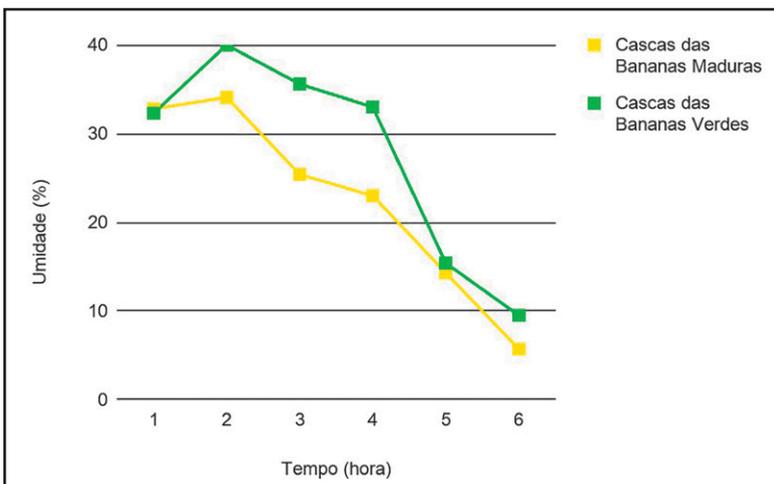
Para as proteínas, os valores encontrados na presente pesquisa foram de 0,17% nas cascas de bananas verdes e 0,18% nas cascas de bananas maduras, não se diferindo significativamente e bem abaixo dos valores encontrados por Storck et al. (2013) (0,51%) e Gondim et al. (2005) (1,69%) que também avaliaram cascas de bananas maduras, isso pode ser explicado por que a variedade das bananas e local de plantio eram diferentes.

Quanto ao teor de lipídios, os valores obtidos foram de 1,25% nas cascas de banana verde e 1,31% nas cascas maduras, valores estes bem próximos um ao outro, não diferindo entre si significativamente. Gondim et al. (2005) e Storck et al. (2013) apresentaram valores menores, de 0,99% e 0,35% de lipídeos na casca da banana madura, respectivamente.

Os valores de cinzas encontrados foram de 1,59% nas cascas de bananas verdes e 1,76% nas cascas de bananas maduras. Storek et al. (2013) e Gondim et al. (2005) encontraram, respectivamente, 1,29% e 0,95% de cinzas nas cascas de bananas maduras. O teor de cinzas nas cascas de bananas maduras encontrado neste estudo apresentou-se maior quando comparado aos teores relatados pelos autores, mas quando se compara as cascas de bananas verdes e cascas de bananas maduras deste estudo, estas diferiram entre si e esses valores são satisfatórios, pois sabe-se que nestas se encontram quantidades significativas de potássio, cálcio, magnésio, zinco, entre outros de menores quantidades (GONDIM et al., 2005).

Durante a secagem das cascas das bananas verdes e maduras para a elaboração das farinhas foram obtidas as curvas de secagem (Gráfico 1). Como pode ser observado, tanto nas cascas das bananas verdes quanto nas cascas das bananas maduras, após a primeira leitura o valor de umidade se elevou, o que pode ser atribuído à forma de coleta das amostras para pesagem, já que as mesmas são retiradas do fundo, meio, frente e laterais da estufa. E também se sabe que o ar de secagem que circula pelo equipamento não passa por todos esses pontos com a mesma frequência e intensidade (BORGES et al., 2010). Outro fator que influencia no aumento de umidade é a saída de grande quantidade de água dos produtos no começo da secagem, saturando o ar dentro do equipamento de secagem, o qual pode ser condensado na superfície do alimento com a abertura da estufa para a retirada das amostras.

Gráfico 1 - Curva de secagem das cascas das bananas verdes e maduras



Fonte: Autoria própria (2018).

A partir de 3 horas de secagem verificou-se que a porcentagem de umidade decresce gradativamente nas cascas das bananas, ou seja, as cascas estão sendo secas pela corrente de ar quente da estufa. Já que a secagem envolve simultaneamente a aplicação de calor e a remoção de água dos alimentos (FELLOWS, 2006). A perda de água ocorreu através das fibras, sendo que as cascas das bananas maduras perdem umidade mais rapidamente em comparação às cascas das bananas verdes, que possuem fibras mais compactas e resistentes devido à sua incompleta maturação. Segundo Fellows (2006), a taxa de secagem é dependente de vários fatores, entre eles: as condições de processamento, o tipo do equipamento utilizado e as características dos alimentos.

A atividade de água para a farinha das cascas de bananas verdes foi 0,3482, e diferiu significativamente do valor encontrado para a farinha das cascas de bananas maduras 0,4119 (Tabela 5). Este valor ficou bem próximo ao encontrado por Rodrigues et al. (2016), de 0,403, que elaboraram a farinha de cascas de bananas maduras por meio de secagem solar.

Tabela 5 - Atividade de água das farinhas das cascas das bananas verdes e maduras

Parâmetro	Atividade de Água
Farinha de Casca de Banana Verde	0,3482±0,00 ^b
Farinha de Casca de Banana Madura	0,4119±0,00 ^a

Médias±desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$ t de Student).

Fonte: Autoria própria (2018).

A secagem das cascas proporcionou uma queda brusca na atividade de água das farinhas, o que é benéfico, uma vez que em atividade de água inferior a 0,60 não há crescimento microbiano (JAY; LOESSNER; GOLDEN, 2005). Ferreira Neto, Figueiredo e Queiroz (2005) citam que valores abaixo de 0,60 são recomendáveis para produtos desidratados, e, portanto, os resultados obtidos se encontram dentro do limite recomendável para ambas as farinhas. Sendo assim, provavelmente essas farinhas terão longa vida de prateleira sem alterações, pois o conteúdo de água restante está associado com outras moléculas.

Na Tabela 6, se encontram os resultados da análise de composição proximal das farinhas de cascas de bananas verdes e farinhas de cascas de bananas maduras, expressas em porcentagens.

Tabela 6 - Composição proximal das farinhas das cascas das bananas verdes e maduras

Parâmetros (%)	Farinha de Casca Banana Verde	Farinha de Casca Banana Madura
Umidade	20,26±0,13 ^a	12,72±1,97 ^b
Proteínas	0,67±0,02 ^a	0,68±0,02 ^a
Lipídeos	6,52±0,66 ^a	6,89±1,25 ^a
Cinzas	11,34±0,08 ^a	10,84±0,12 ^b
Carboidratos	61,21	68,87

Médias±desvio padrão. Carboidratos calculados por diferença. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si ($p < 0,05$ t de Student).

Fonte: Autoria própria (2018).

Os teores de umidade foram de 20,26% na farinha de cascas de bananas verdes e 12,72% na farinha de cascas de bananas maduras, diferindo entre si significativamente. Comparando-se estes valores aos apresentados na curva de secagem, percebe-se um aumento significativo, explicado pelo fato de que estes resultados foram obtidos após um período de 30 dias de armazenamento das farinhas obtidas, onde as mesmas podem ter absorvido umidade do meio ambiente. Além disso, após a moagem das cascas houve uma homogeneização das mesmas, as quais poderiam ter percentuais de umidade diferentes, devido ao processo de secagem, especialmente porque as cascas das bananas verdes possuem parede celular mais rígida do que as cascas de bananas maduras. Por essa razão, o valor apresentado para a farinha de casca verde não cumpre o requisito estabelecido pela RDC nº263, de 22 de setembro de 2005 que determina a umidade máxima de farinhas em 15%.

Os teores de proteínas e de lipídio das farinhas de cascas de bananas verdes e maduras não diferiram significativamente entre si. O oposto ocorreu nos teores de cinzas que foram de 11,34% na farinha das cascas de bananas verdes e 10,84% na farinha das cascas de banana madura. Rodrigues et al. (2016) encontraram valor próximo no teor de cinzas (11,96%) na farinha de casca de bananas maduras.

No presente estudo, também foram analisadas as fibras alimentares solúveis, insolúveis e totais das farinhas de cascas das bananas maduras (Tabela 7). O teor das fibras insolúveis foi maior do que o encontrado por Storck et al. (2013) nas cascas de bananas maduras (22%). O total de fibras na farinha de cascas de bananas maduras foi de 38,04%, portanto o maior percentual é de fibras insolúveis, as quais são benéficas, pois elas têm capacidade de adsorver

moléculas de água, permitindo um amaciamento do bolo fecal e um aumento de volume, facilitando e reduzindo o tempo de trânsito intestinal (OLIVEIRA; ROMAN; SEIBEL, 2018).

Tabela 7 - Fibras alimentares solúveis, insolúveis e totais das farinhas de cascas das bananas maduras

Parâmetro (%)	Farinha das Cascas de Bananas Maduras
Fibras Solúveis	4,51±0,92
Fibras Insolúveis	33,53±0,88
Fibras Totais	38,04±1,80

Médias±desvio padrão.

Fonte: Autoria própria (2018).

Os valores de ingestão recomendados de fibras solúveis estão relacionados com a diminuição do esvaziamento gástrico e também são responsáveis pelo aumento do trânsito intestinal. Essas fibras são fermentadas no cólon por bactérias do intestino que produzem ácidos graxos de cadeias curtas, que por sua vez, são responsáveis por diversos efeitos benéficos, entre eles é exercer efeito sobre o metabolismo glicídico e lipídico (CATALANI et al., 2003).

As cascas e farinhas de banana se tornam muito interessantes para doces e produtos panificáveis, com a possibilidade de obtenção de produtos enriquecidos nutricionalmente, além de diminuir grandes quantidades de cascas que são descartadas diariamente, já que a casca da banana equivale a 50% do peso da fruta. Oliveira et al. (2009) utilizaram as cascas de bananas maduras *in natura* para fabricação de doce de banana. Carvalho et al. (2012) e Silva et al. (2013) elaboraram *cupcakes* e biscoitos com a farinha da casca de banana.

A farinha das cascas das bananas maduras apresentou-se como um ingrediente fonte de fibras alimentares, cujo consumo adequado é relacionado com: melhora do metabolismo da glicose; redução do risco de câncer do cólon e de doenças coronárias; previne problemas intestinais e reduz ou mantém o peso corporal. A recomendação de consumo diário é de 38g/dia para homens adultos até 50 anos e de 25g/dia para mulheres adultas até 50 anos. Sendo que a sugestão é de 20 a 30% de fibras solúveis e a maior fração deve ser constituída das fibras insolúveis, de 70 a 80% (OLIVEIRA; ROMAN; SEIBEL, 2018).

5. CONCLUSÃO

A luminosidade das cascas das bananas verdes tendeu para o escuro, o parâmetro a^* indicou cor verde e o parâmetro b^* indicou cor amarela, mas com o amadurecimento, a luminosidade aumentou e tendeu ao claro, o parâmetro a^* indicou cor vermelha e o parâmetro b^* indicou cor amarela com maior intensidade. A umidade constitui o maior percentual da composição das cascas, que juntamente com a alta atividade de água comprovam que as cascas são ingredientes muito perecíveis e propícios a diversas alterações.

Por meio de processamentos tecnológicos como secagem e moagem foi possível obter farinhas das cascas de bananas verdes e maduras, sendo verificado uma queda brusca na atividade de água das farinhas ao comparar com as cascas. A farinha das cascas de bananas verdes apresentou maior teor de umidade comparada à farinha das cascas de bananas maduras, devido à rigidez da parede celular. A farinha das cascas de bananas maduras elaborada é uma ótima fonte de fibras alimentares, principalmente da fração insolúvel, podendo ser utilizada em diversos produtos alimentícios.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento Acadêmico de Alimentos e ao Laboratório Multiusuário da UTFPR Câmpus Londrina.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, V. de S. et al. Análise da coloração da casca de banana ‘Prata’ tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 2, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC International, v.1-2, 1995.

BARROS, M. A. B.; LOPES, G. M. B.; WANDERLEY, M. B. Cadeia Produtiva da Banana: consumo, comercialização e produção no estado de Pernambuco. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.39, n°1, p 357, 2008.

BORGES, S. V. et al. Secagem de bananas prata e d'água por convecção forçada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas - SP, 2010.

CARVALHO, K. H. et al. Desenvolvimento de cupcake adicionado de farinha da casca de banana: características sensoriais e químicas. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**, v. 23, n. 3, p. 475-481, 2012.

CATALANI, L. A. et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral, 2003. p. 178-182.

DIAS, J. do S. A.; BARRETO, M. C. **Aspectos agrônômicos, fitopatológicos e socioeconômicos da sigatoka-negra na cultura da bananeira no Estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá. 2011. 95p.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

GONÇALVES, J. Q. et al. Secagem da casca e polpa da banana verde (*Musa acuminata*): propriedades físicas e funcionais da farinha. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 3, 2016.

GONDIM, J. A. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro, v.29, n.12, p.1-82, dezembro 2016.

JAY, J.M.; LOESSNER, M.J.; GOLDEN, D.A. **Modern Food Microbiology**. 19.ed. New York: Springer, 2005.

KONICA MINOLTA. **Entendendo o Espaço de Cor L*a*b***. Disponível em: <http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>. Acesso em: 22 out. 2018.

FERREIRA NETO, C. J. F.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 795-802, 2005.

MORAIS NETO, J. M. et al. Componentes químicos da farinha de banana (*Musa sp.*) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 2, n. 3, p. 316-318, 1998.

NUNES, S. M. G. C. **Estudo das propriedades da farinha de banana da Madeira (“Dwarf Cavendish”) e a sua incorporação em trufas de chocolate**. 2017. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar)- Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A.; SEIBEL, N. F. Fibras Alimentares. In: OLIVEIRA, A.F.; ROMAN, J.A. **Nutrição para Tecnologia e Engenharia de Alimentos**. Curitiba : CRV, 2018. 208p.

OLIVEIRA, L. F. et al. Utilização de casca de banana na fabricação de doces de banana em massa – avaliação da qualidade. **Alimento Nutricional**, v.20, n.4, p. 581-589. Araraquara, 2009.

PEREIRA, A. et al. **Avaliação das atividades cicatrizante e antitumoral de extratos provenientes da casca de banana cultivar Prata Anã (*Musa sp.*)** 2010. 154 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

PESSOA, T. R. B. et al. **Avaliação do processo de obtenção de farinha da casca de banana (*Musa sapientum*) das variedades Prata, Pacovan e Maçã**. 2009.

RODRIGUES, H. G. A. et al. Utilização da secagem solar para produção de farinha de resíduo da casca da banana. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Alimentos, 2016, Gramado. **Anais...** Gramado: FAURGS, 2016. p. 1-7.

SILVA, L. M. S. et al. **Aproveitamento da casca de banana para produção de farinha destinada à formulação de biscoitos.** 2013. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2013.

STORCK, C. R. et al. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, v. 43, n.3, 2013.

