

## Ciências da Natureza

### EXTRAÇÃO DE LIPÍDEOS DA BANANA-DA-TERRA MADURA E TRATAMENTO DE DADOS UTILIZANDO FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS

### PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF BANANA-THE-EARTH AND LIPID EXTRACTION USING TOOLS THROUGH DATA PROCESSING CHEMOMETRIC

Jordeson Vieira Vilete;<sup>1</sup>  
Bruno de Oliveira Poletto;<sup>2</sup>  
Rafael vieira.<sup>3</sup>

#### RESUMO

A banana é um alimento presente na mesa da população brasileira. Muito utilizada em nossa culinária na fabricação de doces diversos, na produção de tortas e farofas, bem como do tipo frita acompanhando refeições, além do seu consumo in natura em larga escala. A sua polpa, quando verde, também é utilizada na produção de pães, massas, maionese e patês, sendo por está variedade de utilização e por seu potencial energético que se justifica o estudo deste alimento. O objetivo é efetuar a extração de lipídeos respaldada técnica de quimiometria, o qual permite um delineamento experimental, com o intuito de verificar e avaliar de forma coerente os resultados obtidos, visando otimização do processo. Comparando o teor de lipídeos da banana in natura e frita pode-se observar que a quantidade é 19,29 vezes maior quando o alimento está frito, logo se dá a importância por consumir alimentos naturais.

**Palavras-Chaves:** Banana, características físico-químicas, in natura e frita, Quimiometria.

<sup>1</sup> 1Graduado em Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – Ariquemes – RO. E-mail: jordesonvieira@outlook.com;

<sup>2</sup> Especialista, Graduado em Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – Ariquemes – RO. Email: bruno-opoletto@hotmail.com;

<sup>3</sup> Mestre, graduado em Licenciatura em Química, docente da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – Ariquemes – RO.

## ABSTRACT

Banana is a food present at the table of the Brazilian population. Widely used in our cooking in the manufacture of various sweets, in the production of pies and farofas, and fries kind accompanying meals, apart from its fresh consumption in large scale. Its pulp when green is also used in the production of bread, pasta, mayonnaise, and spreads, and for this variety for their use and potential energy which justifies the study of food. The goal is to make the extraction of lipids supported by chemometric technique, which allows an experimental design, in order to verify and evaluate consistently the results, aiming at the optimization of the process. Comparing the banana lipid content in natura and frit can be seen that the amount is 19, 29 times higher when food is fried, then it gives importance to consume natural foods.

**Words-Keys:** Banana, physicochemical characteristics, raw and fried, chemometric.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de banana gira em torno de 7,1 milhões de toneladas anuais, assegurando ao Brasil o título de quarto maior produtor global <sup>(1, 2)</sup>. Porém o seu índice de exportação é baixíssimo apenas 1,5% do que se produz por enfrentar problemas com a qualidade do produto final não atingindo os padrões necessários para se exportar, todo o restante desta produção se destina ao mercado interno <sup>(2, 3)</sup>. Afinal a população deste país é a maior consumidora de banana do globo terrestre, sendo que a maior parte faz o seu consumo in natura <sup>(1, 2)</sup>. Infelizmente 30% do que é colhido se perde na pós-colheita por diversos fatores <sup>(2, 3)</sup>.

Atualmente, a atividade de fruticultura do país possui um lucro bruto de R\$ 23 bilhões de reais e emprega mais de cinco milhões de trabalhadores no campo. E ocupa uma extensão territorial de dois milhões de hectares. Apenas a safra de banana de 2014 ocupou em todo Brasil 523.797 hectares <sup>(2, 4)</sup>.

A banana por ser um alimento altamente energético, rico em sais minerais como de magnésio, fósforo, sódio, manganês, iodo, zinco e potássio. Composto por carboidratos e água com baixa quantidade de proteínas e gorduras. Um fruto predominado por vitaminas como as C, A, B1, B2, B6 e niacina, além do ácido fólico <sup>(4, 10)</sup>. Está presente na mesa do brasileiro, muito utilizada em nossa culinária na fabricação de doces diversos, na produção

de tortas e farofas, bem como do tipo frita acompanhando refeições e substituindo a batata como salgadinho em chips, além do seu consumo in natura em larga escala, o seu baixo custo torna este produto acessível a todas as classes sociais, esse fator é o que garante o seu consumo em larga escala <sup>(5)</sup>.

Lipídeos são compostos químicos formados basicamente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio <sup>(6)</sup>. Eles são considerados as principais fontes de energia para o corpo humano <sup>(7)</sup>. Porém o seu consumo em excesso eleva o nível de colesterol, causa obesidade, aumenta o risco de obtenção de doenças como hipertensão e complicações cardiovasculares <sup>(8, 9)</sup>. Segundo o manual de nutrição do departamento de nutrição e metabologia da sociedade brasileira diabetes, <sup>(10)</sup> é recomendado que fossem ingeridos de 25% a 30% de lipídeos do total de calorias diárias e de preferência de origem vegetal.

Os lipídeos combinado aos carboidratos e as proteínas formam o grupo dos macronutrientes, que são os compostos capazes de fornecer energia ao organismo. As vitaminas e os minerais formam o grupo dos micronutrientes que possuem funções específicas essenciais para a saúde das células constituintes do organismo, pequenas doses desses compostos satisfazem a necessidade do corpo, porém, eles precisam ser ingeridos diariamente por variadas fontes. Ambos os grupos são fundamentais para o perfeito funcionamento do corpo humano <sup>(10, 11)</sup>.

Este estudo tem como objetivo realizar um delineamento experimental visando otimizar as condições de extração de lipídeos da banana-da-terra utilizando técnicas quimiométricas para exploração dos dados adquiridos.

### 1.1 CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO DA BANANA

O consumo de frutas está sofrendo aumentos significantes, pois além de seus valores nutricionais elas possuem efeitos terapêuticos, são compostas por fitoquímicos distintos com propriedades antioxidantes capazes de retardar o envelhecimento e prevenir doenças como alguns cânceres. Os carotenoides e as vitaminas C, E são os principais oxidantes encontrados nas frutas.

A banana possui funções nutracêuticas, também denominadas por compostos bioativos que são propriedades funcionais capazes de reduzirem o risco de se contrair algumas enfermidades, promovendo benefícios à saúde, pois previnem e tratam doenças,

garantindo o bem estar do ser humano (12). Ela é uma fonte energética com grande aceitação por seu valor nutricional e seus aspectos sensoriais (13).

## 1.2 ORIGEM E ESPÉCIE DA BANANA

A grande parte das espécies de bananeira surgiu no sudoeste do continente asiático, sua família botânica é a Musaceae (13). Oriundas do cruzamento genético e evolução de duas matrizes do fruto a *Musa acuminata* colla (AA) e a *Musa balbisiana* colla (BB). Esses cruzamentos realizados acompanhado de sua evolução genética originou o chamado subgrupo que consiste em uma família de frutos formados através da mutação de um mesmo genótipo. A banana da terra pertence ao subgrupo genômico AAB.

## 1.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Este estudo consiste na exploração do teor de lipídeos com a utilização de ferramentas quimiométricas, cujo objetivo é o de determinar a melhor condição de extração utilizando o método Soxhlet.

Aliado a isso, as diferenças entre o alimento in natura e frito visam conscientizar a população a optar por alimentos naturais. Espera-se que ao fritar o alimento a sua quantidade de lipídeos deve aumentar em grandes proporções, pela imersão do óleo vegetal no alimento.

Os lipídeos se destacam como fonte de energia, a qual produzem 9 kcal por grama se forem oxidados, e ainda trabalham como isolantes térmicos. Na alimentação além dessas funções já retratadas, eles são fundamentais para transportar as vitaminas lipossolúveis A, D, E, K, para fornecerem ácidos graxos essenciais, para melhorar o sabor dos alimentos, aumentar o tempo da digestão e diminuir o volume da alimentação.

Eles são classificados como simples, que são os ácidos graxos, as gorduras neutras e as ceras. Compostos que são os fosfolipídios, glicolipídios e lipoproteínas. Lipídeos derivados que são álcoois de esteróis e hidrocarbonetos (14). Mesmo com diferenciações em suas propriedades químicas e físicas, todos os lipídeos apresentam uma característica em comum: são solúveis em solventes orgânicos como o éter de petróleo e o hexano, que serão utilizados neste estudo (14).

#### 1.4 ABORDAGEM QUIMIOMÉTRICA

Como forma de melhor compreensão dos resultados obtidos, utilizar-se-á a conceituação abaixo, a saber:

A Quimiometria é uma área da química que utiliza conhecimentos de matemática e estatística para a identificação de informações relevantes de um problema em estudo. Nesse cenário, destaca-se o emprego de planejamento fatorial para a otimização e o estudo das condições experimentais ideais de um dado problema <sup>(16)</sup>.

A Quimiometria comprova com explicações estatísticas, científicas e químicas, resultados experimentais de estudos e pesquisas que muitas vezes são tratados por experimentadores com relativa negligência, pois esses, muitas vezes, optam por decisões baseadas no empirismo, obtendo conclusões pouco convincentes <sup>(16)</sup>.

Para utilizar esta ferramenta matemática, faz-se necessário conhecer alguns conceitos de estatística como o teste *t* (paralelo e não paralelo), *F* que é a comparação de variâncias e cálculos de probabilidade. Além disso, necessita-se o conhecimento do manuseio de alguns desses softwares: Microsoft Excel, Octave ou Matlab. Existem dois planejamentos para o desenvolvimento de Quimiometria o planejamento fatorial completo e o fracionário <sup>(15, 16)</sup>. Neste estudo será utilizado o planejamento fatorial completo.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

As bananas-da-terra destinadas para as análises deste estudo foram compradas na feira do produtor rural de Ariquemes – RO, embaladas e transportadas para o preparo das amostras. Primeiramente, as bananas foram lavadas e, então, descascadas, uma foi cortada transversalmente por repetidas vezes formando porções circulares com aproximadamente 1,0 cm de espessura e frita em óleo de soja aquecido, aproximadamente a 180° C. Quando todos os pedaços estavam fritos, foram transferidos para um recipiente de vidro forrado com papel toalha para remoção do excesso de óleo, então, em seguida, todos os pedaços foram triturados e homogeneizados em liquidificador. A outra banana in natura foi apenas homogeneizada por inteira no liquidificador.

### 2.2 REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA) em Ariquemes, Rondônia. A extração de lipídeos foi feita em duplicata devido às características de uso do aparelho.

Além do teor de lipídeos extraído pelo método de Soxhlet, foram determinadas outras características físico-químicas da banana-da-terra in natura e frita, entre elas: umidade com secagem direta em estufa a 105° C, cinzas por incineração no formo tipo mufla a 525°C, teor de sólidos totais, também por secagem direta em estufa a 105°C e determinação eletrométrica do potencial hidrogeniônico. Todas essas análises foram feitas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, <sup>(17)</sup> e de acordo com os procedimentos abordados por Heloisa Máscia Cecchi <sup>(18)</sup>. Os resultados finais apresentados foram obtidos a partir dos cálculos de média.

### **2.2.1 Lipídeos**

As análises para quantificar o teor de lipídeos deste estudo foram feitas com um extrator de lipídeos de seis provas (modelo Q388G26 marca Quimis<sup>®</sup>), com extração contínua pingando nos cartuchos com as amostras de quatro a cinco gotas dos solventes por segundo, durante oito horas.

Foram preenchidos dois béqueres do aparelho com 300 mL de Hexano e os outros dois com 300 mL de Éter de Petróleo. As chapas aquecedoras foram reguladas a 105°C para a destilação dos solventes e as válvulas de refluxo foram ajustadas para manter o gotejamento entre quatro e cinco gotas por segundo. Esta é a técnica mais usada para a extração de lipídeos <sup>(17)</sup>.

Após o preparo das amostras, pesou cerca de 5,0 g da amostra, com o auxílio da balança analítica (marca Bel Engineering, modelo M214Ai Classe 1).

Anotou-se sua massa e transferiu-se para o cartucho do extrator, levou-se o conjunto para o aparelho. Em seguida pesou-se o béquer do equipamento, preencheu-o com o solvente desejado para a extração, acoplou-o ao extrator. Ligou-se o sistema de circulação de água e o aquecimento o qual foi ajustado a 105°C e mantido por um período de oito horas na vazão de quatro a cinco gotas por segundo sobre o cartucho extrator.

Ao fim do processo, retirou-se o cartucho com a amostra do aparelho e destilou-se o solvente remanescente que continha o produto final, a fim de recuperar o solvente

utilizado. Ao fim da destilação levou-se o béquer com os lipídeos para a estufa (marca Nova Ética, modelo 40012 ND-300), previamente aquecida a 105°C por uma hora, resfriou-se o béquer em um dessecador até atingir temperatura ambiente e então se realizou a pesagem. O percentual de lipídeos é dado entre a relação da massa de lipídeos encontrada multiplicada por cem vezes e a massa da amostra inserida.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade é uma característica que define a estabilidade, a qualidade e a composição de um alimento <sup>(18)</sup>. O teor de umidade apresentou diferenças entre os tratamentos estudados. Na banana-da-terra in natura obteve-se 60,38% e quando frita 41,03% (Tabela 1). Ao realizar a avaliação das características físico-químicas de bananas desidratadas <sup>(19)</sup>, encontraram para a banana-da-terra in natura um teor de 71,77%, valor esse maior do que o encontrado no presente estudo (60,38%), ou seja, uma diferença de 11,39%. Com a desidratação da fruta, esses mesmos autores, definiram um teor de 19,02%.

Ressalta-se que tal análise não confere precisão e exatidão, uma vez que a separação da água do alimento é incompleta, condição esta, justificada pela perda de substâncias voláteis que influenciam o resultado final da análise, além da decomposição do alimento, o qual pode gerar quantidade de água além do normal <sup>(18)</sup>.

Lima et al. <sup>(19)</sup>, mencionaram que a diminuição do teor de umidade quando a banana está desidratada deve-se à perda no processo de secagem para a desidratação pela elevação da temperatura. O mesmo acontece ao fritar a banana, onde o calor gerado pela alta temperatura do óleo elimina a umidade do alimento.

Na determinação do teor de cinzas obteve-se uma pequena variação entre as amostras. Para a banana in natura determinou-se 0,95% e para a frita 1,27% (Tabela 1). Lima et al. <sup>(19)</sup> encontraram para a banana-da-terra in natura um teor de 1,11% in natura e 1,37% para a desidratada. O NEPA, <sup>(20)</sup> chegou a um resultado de 0,8g de cinzas para 100g de amostra o que equivale 0,8% um valor também bastante próximo do resultado encontrado neste estudo.

O potencial hidrogeniônico (pH) encontrado neste estudo foi de 4,58 para a banana-da-terra in natura (Tabela 01), resultado similar ao encontrado por Pontes, <sup>(21)</sup> que

foi de 4,47. O pH da banana frita não sofreu grande alteração o resultado encontrado foi de 4,68. Pontes, <sup>(21)</sup> determinou um pH de 4,41 quando desidratada a 60°C.

Segundo Fasolin et al. <sup>(22)</sup>, a banana verde é composta principalmente por amido que representa cerca de 55 a 93% dos sólidos totais, com o amadurecimento da banana este amido é convertido em açúcares, geralmente glicose, frutose e sacarose.

Amorim et al. <sup>(23)</sup>, obtiveram para as cultivares ambrósia, bucaneiro e calipso de 19,80 a 22,60g de sólidos totais. Quanto maior a quantidade de sólidos totais presentes na amostra mais aceitável para consumo ela será, tanto in natura por ser mais saborosa, quanto para a indústria, pois aumenta o rendimento dos produtos. Neste estudo a banana-da-terra in natura apresentou 39,6190g de sólidos totais e frita 58,96g para cada 100g de amostra. Tais variações podem estar relacionadas a fatores abióticos diversos, como clima, intensidade de luz, umidade e natureza do solo.

A determinação de lipídeos foi realizada com dois tipos de solventes o éter de petróleo e o hexano para cada tipo de amostra, com a banana in natura ao realizar a extração com éter de petróleo obteve-se 0,3564g de lipídeos e na extração com hexano 0,4734g. Para a banana frita os resultados obtidos foram 7,9347g em éter de petróleo e 7,8917g em hexano, todos esses resultados são para 100g de amostra (Tabela 01).

Para Franco, <sup>(24)</sup> a banana-da-terra in natura possui em média cerca de 0,20g de lipídeos para cada 100g de fruta. O NEPA, <sup>(20)</sup> encontrou um valor equivalente a este. A farinha de banana verde produzida por Fasolin et al. <sup>(21)</sup> para a produção de biscoitos do tipo cookies possui cerca de 1,89g de lipídeos para cada 100g de farinha.

Gondim et al. <sup>(25)</sup> ao analisarem a composição centesimal das cascas das frutas cultivadas no estado do Rio Grande do Norte encontraram na casca da banana 0,99g de lipídeos uma quantidade maior do que a encontrada na polpa do fruto neste estudo. Amorim et al. <sup>(23)</sup> analisaram a composição química de polpa e cascas de cultivares de bananas desidratadas encontrou para a cultivar ambrósia 0,63g de lipídeos, a cultivar bucaneiro apresentou 1,13g de lipídeos e na cultivar calipso foi encontrado 0,64g.

A seguir a tabela 1 contempla a apresentação de todos os resultados obtidos com análises laboratoriais para a banana-da-terra no seu estado natural e frita. Esses valores apresentados são médias de todos os ensaios realizados para cada parâmetro, sendo que

a umidade, os sólidos totais, as cinzas e o pH foram determinados em triplicata. Já a análise de lipídeos foi desenvolvida em duplicata por problemas identificados no extrator. A utilização de dois solventes orgânicos para a extração foi empregada para identificar qual a relevância para a análise ao optar pelo hexano ou pelo éter de petróleo, as respostas obtidas empregou-se o uso da Quimiometria para a identificação de efeitos causados pelos solventes. O desvio padrão foi calculado para determinar possíveis variações nos resultados obtidos para mais ou para menos.

**Tabela 1** - Características físico-químicas da banana da terra in natura e frita.

PARÂMETROS	BANANA DA TERRA IN NATURA	BANANA DA TERRA FRITA
	MÉDIA (g/100g) ± DP	MÉDIA (g/100g) ± DP
Umidade	60,3809 ± 0,0141	41,0399 ± 0,0307
Sólidos Totais	39,619 ± 0,0141	58,96 ± 0,0307
Cinzas	0,9588 ± 0,0129	1,2719 ± 0,0015
pH	4,58 ± 0,01	4,68 ± 0,0458
Lipídeos - Éter P.	0,3564 ± 0,0028	7,9347 ± 0,0338
Lipídeos – Hex.	0,4734 ± 0,0057	7,8917 ± 0,0026

\* Média (n=3) ± desvio-padrão, para Umidade, Sólidos Totais, Cinzas e pH.

\* Média (n=2) ± desvio-padrão, para Lipídeos.

### 3.1 TRATAMENTO DE DADOS

#### 3.1.1 Planejamento Fatorial Completo

O planejamento fatorial apresentado na tabela 2 é o primeiro passo para o desenvolvimento do tratamento de dados; é a partir dele que toda a experimentação é delineada.

Para desenvolvê-lo, o experimentador deve selecionar entre duas a quatro variáveis. Neste caso foram selecionadas duas então neste planejamento foram testadas duas variáveis que transitam em dois níveis, caracterizadas pela relação  $2^2$  que compete ao desenvolvimento de quatro experimentos ou ensaios <sup>(15, 16)</sup>.

**Tabela 2** - Planejamento Fatorial Completo.

Variáveis		Níveis			
***	Baixo (-1)	Alto (1)			
<b>A</b>	Banana in natura	Banana Frita			
<b>B</b>	Hexano	Éter de Petróleo			
Ensaio	Variáveis		Respostas		Média
***	A	B	R1	R2	***
1º	-1	-1	0,0224	0,0283	0,02535
2º	1	-1	0,4173	0,3931	0,4052
3º	-1	1	0,159	0,0203	0,08965
4º	1	1	0,4241	0,3878	0,40595

### 3.1.2 Cálculo dos Efeitos

Para realizar o cálculo dos efeitos devem-se fixar quais são as variáveis a serem estudadas, com o objetivo principal de conhecer a influência de cada um desses fatores na resposta do experimento (que nesse estudo, a resposta é a quantidade de lipídeos da banana). Mudanças propositais são feitas de modo que se possam avaliar as possíveis alterações sofridas pela resposta desejada, como também as razões de sua alteração <sup>(15, 16)</sup>. Sem dúvida, o planejamento experimental (planejamento fatorial) permite estudar, de forma competente e econômica, o efeito de vários fatores sobre uma resposta de interesse.

De um modo geral, no experimento fatorial aqui pretendido, cada fator assume dois níveis, que são os dois tipos de solventes (hexano e éter de petróleo) e dois tipos de substrato (banana in natura e banana frita). Após a execução do planejamento fatorial para extração de lipídeos, obtêm-se respostas para cada ensaio <sup>(15, 16)</sup>.

Realizando uma normalização, atribuem-se, convencionalmente, as unidades -1 (para o nível baixo) e +1 (para o nível alto). É importante ressaltar que essa atribuição referente a nível baixo e alto não significa que o nível baixo seja inferior, ou vice-versa. Trata-se apenas de uma codificação sem qualquer grau de inferioridade <sup>(15, 16)</sup>.

Como descrito na tabela de planejamento fatorial, o ensaio que apresentar hexano será representado com a unidade - 1, e o que conter éter de petróleo, +1. O mesmo serve para o substrato (tipo de banana), quando estiver in natura, os ensaios serão representados como -1, e aos que estiverem com a amostra frita, como +1.

Para desenvolver o cálculo dos efeitos é preciso realizar o tratamento de dados ilustrado a seguir na tabela 3 onde a média obtida em cada ensaio é multiplicada pelo nível de cada uma das variáveis de cada um e pela interação entre elas, se o resultado desta multiplicação for negativo a média para a variável em questão será de nível baixo; se positivo, de nível alto, representadas especificamente por ( $\bar{Y}_-$ ) e ( $\bar{Y}_+$ ). Fazendo isso obtemos os resultados que estão em nível baixo e alto para cada variável em todos os ensaios e também pela interação entre elas <sup>(15, 16)</sup>.

**Tabela 3 - Tratamento de Dados.**

Ensaio	Média Variável A	Média Variável B	Média da interação AB
1º	-0,02535	-0,02535	0,02535
2º	0,4052	-0,4052	-0,4052
3º	-0,08965	0,08965	-0,08965
4º	0,40595	0,40595	0,40595

Com os resultados obtidos no tratamento de dados é possível calcular os efeitos causados por cada um dos ensaios, para cada variável e até mesmo pela interação das duas. É possível perceber que cada variável e a interação entre elas apresentam dois resultados no nível alto e dois no nível baixo. Isso significa que os efeitos serão calculados entre a somatória das médias de nível alto dividido por dois que equivale ao número de níveis deste estudo. Algebricamente, os efeitos são obtidos como sendo a média das respostas no nível alto, menos a média das respostas no nível baixo <sup>(15, 16)</sup>.

Para a variável (A) que representa a composição da banana, o efeito é calculado da seguinte forma: as respostas do nível alto, que são os ensaios pares (2 e 4), são: 0,4052 e 0,40595 entram em contraste com o nível baixo, ímpares (1, 3), cujas respostas são: 0,02535 e 0,08965. Os resultados obtidos para os efeitos são demonstrados abaixo na tabela 4 e a equação 02 utilizada para o cálculo dos efeitos também.

Equação 01 - Utilizada para calcular os efeitos.

$$\text{Efeitos} = \frac{\sum \dot{Y}_+}{2} - \frac{\sum \dot{Y}_-}{2}$$

Tabela 4 - Resultado dos Efeitos.

Efeito - Variável A	Efeito - Variável B	Efeito - Interação AB
0,348075	0,032525	-0,03178

Em seguida todos os efeitos obtidos são elevados ao quadrado para que não haja números com o sinal negativo e assim se possa calcular o percentual significativo de cada um dos efeitos, os valores obtidos com a elevação ao quadrado dos efeitos estão abaixo na tabela 5.

Tabela 5 - Resultado do Quadrado dos efeitos.

Variável A	Variável B	Interação AB	Somatório dos quadrados
0,121156	0,001058	0,00101	0,123224

Com os valores do quadrado dos efeitos se obtém o percentual significativo de cada variável, expresso a seguir na tabela 6:

Tabela 6 - Percentual significativo dos efeitos (%).

Variável A	Variável B	Interação AB
98,32214	0,8585	0,819364

### 3.1.3 Identificação dos Efeitos Importantes

O percentual expressivo para a variável A, aponta que está é a variável mais significativa neste estudo, porém, existem cálculos estatísticos e ilustrações gráficas que confirmam estes resultados.

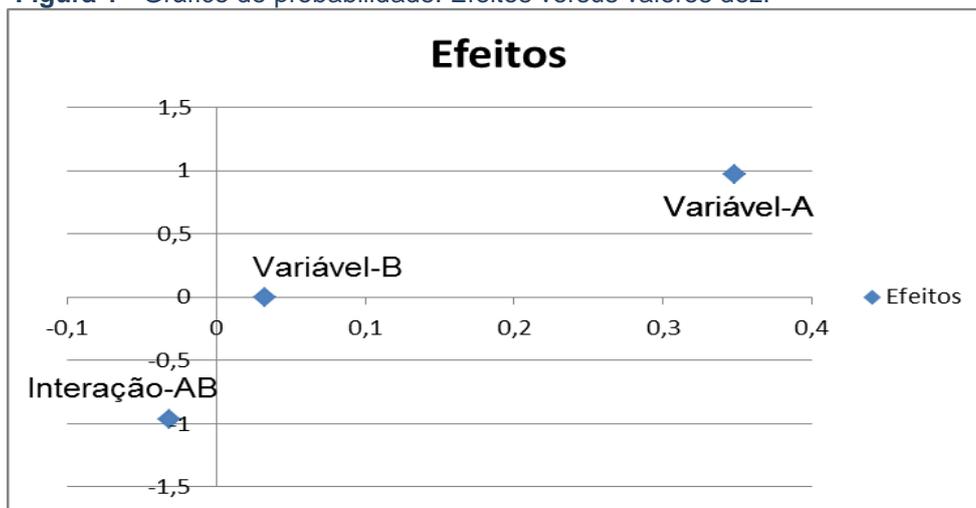
A distribuição normal é o primeiro passo para a confirmação desses resultados, todos os dados matemáticos utilizados para desenvolvê-la são apresentados a seguir na tabela 7. Os cálculos foram feitos no software Microsoft Excel, o seu objetivo é relacionar os valores de z com os efeitos obtidos, para apontar a probabilidade de ocorrência de eventos que influenciam os

resultados dos ensaios, no gráfico de probabilidade apresentado na figura 1 elaborado com a utilização da distribuição normal quanto mais afastado de zero estiverem as variáveis em estudo maior é sua influência sobre o resultado final <sup>(15, 16)</sup>.

**Tabela 7 - Distribuição Normal.**

Variáveis	Efeitos	Q. Efeitos	P. Q. Efeitos (%)	Início	Fim	Centro	Valor de Z
<b>AB</b>	-0,031	0,00101	0,81962	0	0,3333	0,1666	-0,9674
<b>B</b>	0,0325	0,00105	0,858498	0,3333	0,6666	0,5	0
<b>A</b>	0,3480	0,12115	98,32188	0,6666	1	0,8333	0,9674

**Figura 1 - Gráfico de probabilidade. Efeitos versus valores dez.**



De acordo com o gráfico de probabilidade o ponto que mais se afasta de zero é o mais relevante para o estudo e pode ser considerado irrelevante apenas aquele que não se afasta do ponto zero, sendo assim todas as variáveis deste estudo influenciam nos resultados, porém a variável (A) é o grande destaque <sup>(15, 16)</sup>.

**Tabela 8 - Tratamento Estatístico.**

Ensaio	Variáveis		Respostas		M. Resp.	V. Resp.	Nº Exp.	G. Lib.	Coef.	Q. Coef.
***	A	B	R1	R2	***	***	***	***	***	***
1º	-1	-1	0,022	0,028	0,02535	0,00001	2	1	0,5	0,25
2º	1	-1	0,417	0,393	0,4052	0,00029	2	1	0,5	0,25
3º	-1	1	0,159	0,020	0,08965	0,00962	2	1	0,5	0,25
4º	1	1	0,4241	0,3878	0,40595	0,00066	2	1	0,5	0,25
<b>Somatório:</b>								4	***	1

Onde:

M. Resp.: Média das Respostas; V. Resp.: Variância das Respostas; Nº Exp.: Número de experimentos; G. Lib.: Grau de Liberdade; Coef.: Coeficiente; Q. Coef.: Quadrado do Coeficiente.

Esses dados estatísticos obtidos são utilizados na parte final do processo de Tratamento de dados com a utilização de ferramentas quimiométricas, onde se desenvolve o teste (t) que é usado para identificar diferenças entre a média das respostas obtidas para um ensaio e das respostas obtidas entre todos os outros resultados de todos os ensaios, é para isso que se utiliza a valor da somatória do grau de liberdade, que indica o número de ensaios desenvolvidos. Os valores obtidos para os parâmetros do processo final do tratamento de dados estão na tabela 9 a seguir.

A variância dos experimentos que indica a proporção de variação que pode ocorrer na transmissão de um ensaio para o outro. O erro dos experimentos é calculado a partir da variância elevada ao exponencial do coeficiente dos ensaios, o resultado obtido aponta a probabilidade de erro dos experimentos realizados <sup>(15, 16)</sup>.

**Tabela 9 - Tratamento Estatístico – Processo final.**

Teste (t)	V. Exp.	Erro Exp.	V. Efe.	Erro Efe.
2,77645	0,002647	0,051449	0,001323	0,03638

Onde:

V. Exp.: Variância dos experimentos; Erro Exp.: Erro dos experimentos; V. Efe.: Variância dos efeitos; Erro Efe.: Erro dos efeitos.

Para ter certeza se esses fatores podem ser desconsiderados (ou receberem menos importância) é necessário realizar um teste de t de Student.

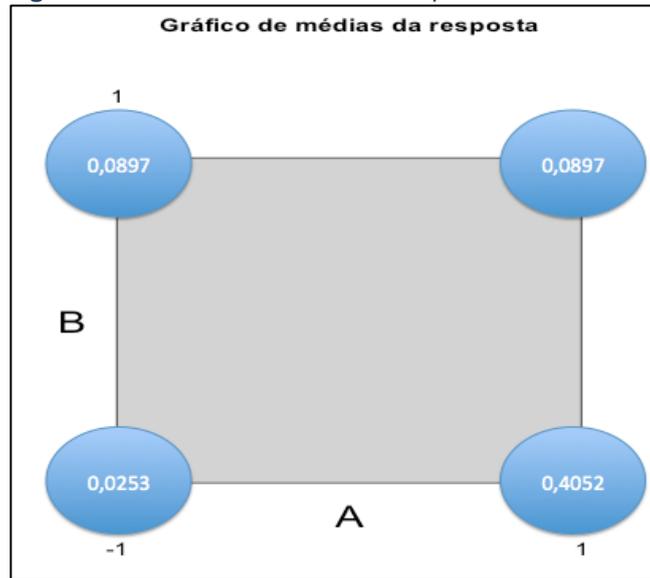
O número de grau de liberdade para este planejamento é igual a 4. Em um teste t com 95% de confiança, e com 4 graus de liberdade, o valor de t é de 2,77 (valor encontrado em tabelas próprias. Ou calculados facilmente em softwares, como o Excel, por exemplo). Um t crítico é encontrado quando se multiplica o erro de um efeito com o valor de t com 4 graus de liberdade e 95% de confiança <sup>(15, 16)</sup>. Ou seja,  $t_{crítico} = 2,77 * 0,03638 = 0,1007$ .

Com isso, todos os efeitos e interações menores que 0,1007 podem ser descartados. Analisando a tabela de efeitos e interações, o efeito (B) e a interação (AB) apresentam valor menor que 0,1007, sendo exatamente os pontos destacados no gráfico de probabilidade da figura 01. Dessa forma, as interações entre tipo de banana e o solvente (AB) e solvente (B) são menos relevantes e podem, portanto, receber menos atenção no tratamento dos dados <sup>(15, 16)</sup>. O efeito (A) corresponde a 98,32% da modelagem estatística.

### 3.1.4 Interpretação Gráfica

O Gráfico De Média De Respostas, Figura 3 É Elaborado Com A Média Dos Resultados Obtidos Em Cada Ensaio Onde Se Combina Todas As Relações Possíveis Entre Os Níveis Alto E Baixo De Cada Variável. Os Resultados Obtidos Em Cada Ensaio Do Planejamento Fatorial São Utilizados Neste Gráfico Para A Interpretação Dos Resultados Indicando A Quantidade De Lipídeos Extraída Em Cada Combinação Desses Ensaos E Ainda Possibilita A Identificação Do Aumento Ou Regressão No Teor De Lipídeos Ao Se Transitar De Um Ensaio Para O Outro <sup>(15, 16)</sup>.

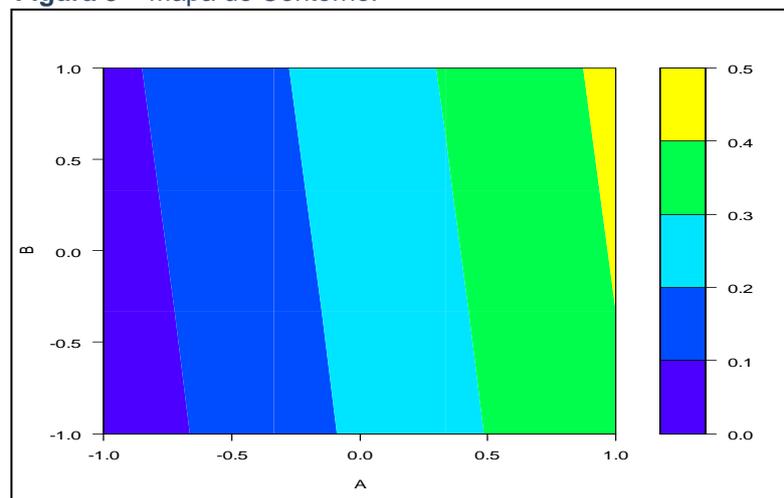
**Figura 2** - Gráfico de Médias de respostas.



Fonte: Software Action Stat. Estatcamp <sup>(26)</sup>.

O mapa de contorno, figura 4 indica em qual combinação se obtém o maior efeito, ou seja, em qual ensaio se tem a resposta mais expressiva, neste caso onde se extrai a maior quantidade de lipídeos, que segundo o gráfico indica que quando temos a combinação dos níveis altos das variáveis (A) e (B), conseguimos a resposta mais expressiva.

**Figura 3** – Mapa de Contorno.



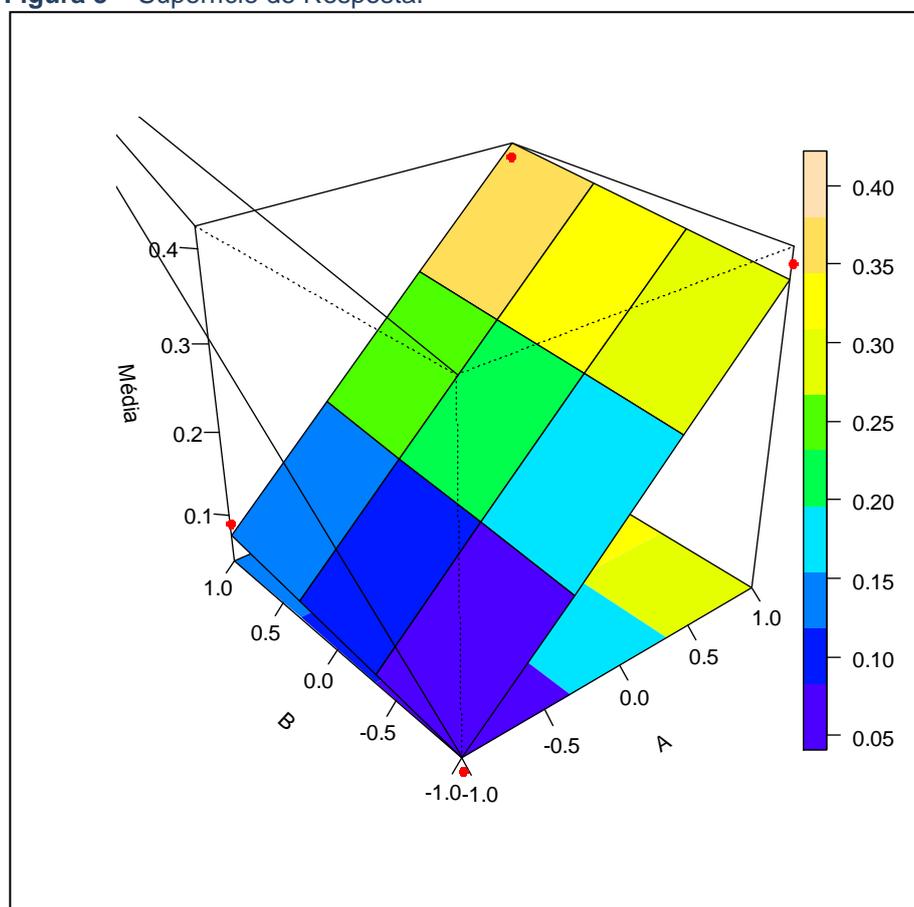
Fonte: Software Action Stat. Estatcamp <sup>(26)</sup>.

Explorando tanto o gráfico da média de respostas, como o mapa de contorno das respostas do planejamento fatorial, nota-se que a região de cor amarela é a área que caracteriza os ensaios que apresentam a maior extração de lipídeos.

Ou seja, o vértice do retângulo do mapa de contorno que apresenta a coloração amarela corresponde aos níveis altos tanto de (A), quanto de (B), ou seja, é a representação do ensaio 4 (+1, +1) do planejamento, 0,406 gramas de lipídeos. Por outro lado, a região menos expressiva na extração de lipídeos é a destacada na coloração azul escuro, onde o nível das duas variáveis é baixo, (-1, -1), ou seja, trata-se do ensaio 1, que apresenta 0,025 g de lipídeos.

A superfície de resposta, figura 5 é a representação em três dimensões do mapa de contorno.

Figura 5 – Superfície de Resposta.



Fonte: Software Action Stat. Estatcamp<sup>(26)</sup>.

#### 4. CONCLUSÃO

Infere-se acerca dos resultados significativa importância no uso da técnica de Quimiometria para exploração do teor de lipídeos da banana-da-terra. Esse delineamento experimental forneceu informações valiosas que puderam direcionar o estudo das propriedades físico-químicas do alimento, mostrando que experimentos, quando guiados

por Quimiometria, expressam os verdadeiros significados das análises, evitando, assim, informações negligentes, além de evidenciar qual das variáveis é mais relevante para a extração de lipídeos. Além disso, as demais análises físico-químicas contribuem para incrementar informações valiosas sobre esse fruto tão consumido no mundo. De acordo com o tratamento de dados deste estudo, a combinação entre os níveis altos das variáveis (A) e (B), que ocorreu no 4º ensaio deste delineamento, apresenta a extração com maior quantidade de lipídeos. Já a combinação entre os níveis baixos destas mesmas variáveis, que foi desenvolvida no 1º ensaio, corresponde a que se extraiu a menor quantidade de lipídeos.

Os testes quimiométricos desenvolvidos apontam ainda que a transição de níveis na variável (A) causa efeitos influentes, enquanto ao realizar esta transição na variável (B) poucos efeitos são apresentados. Com estas análises pode-se confirmar que a composição do alimento é o que define o seu teor de lipídeos independente do solvente que se utilize para realizar a extração, seja ela com hexano ou éter de petróleo os resultados serão semelhantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Lima MB, et al. Brasília: Embrapa. O produtor pergunta, a Embrapa responde. 2012. [citado em janeiro de 2016]. Disponível em: <http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000019-ebook-pdf.pdf>
- 2 - Reetz ER, et al. Anuário brasileiro da fruticultura: 2014. Santa Cruz do Sul (RS): Gazeta; 2015. [citado em 05 de janeiro de 2016]. Disponível em: [http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo\\_edicao/4/2015/03/20150301\\_106c8c2f1/pdf/4718\\_2015fruticultura.pdf](http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/pdf/4718_2015fruticultura.pdf)
- 3 - Gioppo M, et al. Avaliação das características físico-químicas de bananas prata (Musa AAB subgrupo Prata) encascadas em diferentes tipos de materiais. [citado em 10 de fevereiro de 2016]. Disponível em: <http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/36/67>
- 4 - Álvares VS. Amadurecimento e qualidade da banana 'Prata' (Musa AAB subgrupo Prata) submetida a diferentes concentrações de etileno. [Dissertação]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2003.

- 5 - Roque RL, et al. Desempenho agrônômico de genótipos de bananeira no recôncavo da Bahia. [citado em fevereiro de 2016]. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1015810&biblioteca=vazio&busca=assunto:Banana&qFacets=assunto:Banana&sort=&paginacao=t&paginaAtual=107>
- 6 - Pinheiro P. Colesterol HDL, colesterol LDL, triglicerídeos. 2005. [citado em 26 de janeiro de 2016]. Disponível em: <http://www.mdsaude.com/2008/11/colesterol-bom-hdl-e-colesterol-ruim.html>
- 7 - Seyffarth, et al. Manual de nutrição para profissionais de saúde. São Paulo (SP): SBD; 2006. Disponível em: [http://www.diabetes.org.br/attachments/550\\_Manual\\_Nutricao\\_Profissional1.pdf](http://www.diabetes.org.br/attachments/550_Manual_Nutricao_Profissional1.pdf)
- 8 - Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde. [citado em 06 de janeiro de 2016]. Portaria nº 41, de 14 de jan. de 1998: Aprova regulamento técnico referente a rotulagem nutricional de alimentos embalados. 1998.
- 9 - Silva CP. Teor de lipídeos em pastéis, tipo resoles e de vento vendidos em feira - livre da cidade de Ariquemes - Rondônia. [monografia]. Ariquemes (RO): Faculdade de Educação e Meio Ambiente; 2014.
- 10 – Sociedade Brasileira Diabetes. Manual de nutrição. capítulo I. São Paulo (SP); 2009. [citado em 25 de fevereiro de 2016]. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/images/pdf/a-manual-nutricao.pdf>
- 11 - Yamashida C, Sarkis KS. Alimentação saudável: a sua importância na qualidade de vida e na prevenção de doenças. Rio de Janeiro (RJ): Campus; 2011.
- 12 - Amorim EP, et al. Genetic diversity of carotenoid-rich bananas evaluated by Diversity Arrays Technology (DART). [citado em 22 de março de 2016]. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3032974/>
- 13 - Ranieri LM, Delani TCO. Banana verde (Musa spp): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. [citado em 30 de abril de 2016]. Disponível em: [http://www.mastereditora.com.br/periodico/20141130\\_221712.pdf](http://www.mastereditora.com.br/periodico/20141130_221712.pdf)
- 14 - Oliveira JED, Marchini JS. Ciências nutricionais: aprendendo a aprender. 2ª. ed. Indianópolis (SP): Sarvier; 2008.

- 15 - Barros Neto B, et al. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 2ª. Ed. Campinas: Unicamp; 2001.
- 16 - Pereira Filho ER. Planejamento fatorial em química: maximizando a obtenção de resultados. São Carlos (SP): Edufscar; 2015.
- 17 - Lutz IA. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: procedimentos e determinações gerais. Capítulo IV; 2008. [citado em 14 de janeiro de 2016]. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>
- 18 - Cecchi HM. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas (SP): Unicamp; 2003.
- 19 - Lima APB, et al. Avaliação das características físico-químicas de bananas desidratadas. [citado em 22 de abril de 2016]. 7º Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. CONNEP; Palmas – TO; 2012. Disponível e: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2062/2876>
- 20 - Nepa NEPA. Tabela brasileira de composição de alimentos. 4ª. ed. Campinas (SP): Unicamp; 2011. [citado em 03 de junho de 2016]. Disponível em: [https://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4\\_versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](https://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf)
- 21 - Pontes SFO. Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa Sapientum*) desidratada. [Dissertação]. Itapetinga (BA): Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2009.
- 22 - Fasolin LH, et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. SBCTA; Campinas (SP); 2007. [citado em 21 de maio de 2016]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n3/a16v27n3.pdf>
- 23 - Amorim TP, et al. Composição química de polpa e cascas de cultivares de banana desidratadas. [citado em 18 de maio de 2016]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAL91.pdf>
- 24 - Franco G. Tabela de composição química dos alimentos. 9 ed. São Paulo (SP): Atheneu; 2008.

25 - Gondim JAM, et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. SBCTA; Campinas, (SP); 2007. [citado em 14 de março de 2016]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27658.pdf>

26 - Estatcamp, Software Action Stat. Estatcamp. Consultoria em estatística e qualidade. São Carlos (SP): Brasil; 2016.