



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

JORDESON VIEIRA VILETE

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA BANANA-DA-TERRA
E EXTRAÇÃO DE LIPÍDEOS UTILIZANDO
TRATAMENTO DE DADOS ATRAVÉS DE
FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS**

ARIQUEMES - RO

2016

Jordeson Vieira Vilete

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA BANANA-DA-TERRA
E EXTRAÇÃO DE LIPÍDEOS UTILIZANDO
TRATAMENTO DE DADOS ATRAVÉS DE
FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Química, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Prof^o Orientador: Ms. Rafael Vieira

Ariquemes - RO

2016

Jordeson Vieira Vilete

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA BANANA-DA-TERRA E
EXTRAÇÃO DE LIPÍDEOS UTILIZANDO TRATAMENTO DE
DADOS ATRAVÉS DE FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Química, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Química.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^o. Orientador Ms. Rafael Vieira
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Prof^a. Ms. Bruna Racoski
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Prof^a. Ms. Filomena Maria Minetto Brondani
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Ariquemes, Junho de 2016.

À minha família, especialmente a Miguel Vieira Bonassi.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por abençoar minha vida.

A minha família, por me apoiar e me incentivar.

Ao professor Ms. Rafael Vieira, pela amizade construída, pela excelente orientação e por me propiciar a conhecer uma técnica pouco utilizada em trabalhos acadêmicos.

A professora Ms. Filomena Maria Minetto Brondani, pela persistência e empenho que teve comigo e com os demais colegas durante todo este curso de graduação.

A professora Ms. Bruna Racoski, pelo incentivo ao estudo independente e a pesquisa bibliográfica para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos.

Aos demais professores que trabalham com a turma de Licenciatura em Química 2013.1 onde, cada um, dentro de suas competências, colaborou para a formação de um perfil profissional.

A toda a equipe técnica dos laboratórios da FAEMA – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, pela disposição e ajuda durante o período de análises laboratoriais, especialmente a Bruno de Oliveira Poletto.

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 esta variedade de utilização e por seu potencial energético que se justifica o estudo deste alimento. O objetivo é avaliar as características físico-químicas da banana-da-terra in natura e frita, com a proposta de contribuir com informações pertinentes para os consumidores deste alimento e demonstrar com análises laboratoriais as diferenças entre o alimento natural e frito para conscientizar a população a optar por alimentos naturais. A metodologia utilizada para as análises de umidade, sólidos totais, pH, cinzas e para determinação do teor de lipídeos foram utilizadas ferramentas quimiométricas, além de métodos analíticos utilizados pelo Instituto Adolfo Lutz e nos procedimentos para análise de alimentos de Heloisa Máscia Cecchi. Os resultados apresentados foram 60,38g in natura e 41,03g frita de umidade para 100g de amostra, respectivamente 39,61g e 58,96 de sólidos totais, 0,95g e 1,27g de cinzas, pH de 4,58 e 4,68 e lipídeos em éter de petróleo 0,35g e 7,93g, em hexano 0,47g e 7,89g. 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.

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 objective is to evaluate the physicochemical characteristics of plantain fresh and crisp, with the proposal to contribute relevant information to consumers of food and demonstrate with laboratory analyzes the differences between natural food and fried to raise awareness to choose by natural foods. The methodology used for moisture analysis, total solids, pH, ash and lipid was based on technique of chemiometric and the analytical methods used by the Adolfo Lutz Institute and the procedures for analysis of Heloisa Mascia Cecchi food. The results were presented fresh and 60,38g, 41,03g moisture fried to 100g of sample and 58.96 respectively 39,61g of total solids, and 0.95 g 1,27g ash, pH 4.58 and 4 68 and lipids in petroleum ether and 7,93g 0.35g, 0.47g in hexane and 7,89g. 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.

Keywords: Banana, physicochemical characteristics, raw and fried, chemometric

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

kcal	Quilocalorias
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
HDL	Lipoproteína de alta densidade
pH	Potencial hidrogeniônico
°C	Graus Célsius
g	Gramas
DP	Desvio Padrão
Éter P	Éter de Petróleo
Hex	Hexano
R1	Resposta 1
R2	Resposta 2
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO DA BANANA.....	12
2.2 ORIGEM E ESPÉCIE DA BANANA	12
2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	13
2.4 ABORDAGEM QUIMIOMÉTRICA.....	14
3 OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4 METODOLOGIA	17
4.1 PREPARO DAS AMOSTRAS	17
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	17
4.2.1 Umidade e Sólidos Totais.....	18
4.2.2 Cinza	19
4.2.3 Potencial Hidrogeniônico	19
4.2.4 Lipídeos	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 TRATAMENTO DE DADOS	25
6.1 PLANEJAMENTO FATORIAL COMPLETO.....	25
6.2 CÁLCULO DOS EFEITOS	25
6.3 IDENTIFICAÇÃO DOS EFEITOS IMPORTANTES.....	28
6.4 INTERPRETAÇÃO GRÁFICA.....	31
CONCLUSÃO	36
8 REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior consumidor global de banana, sendo esta a fruta fresca mais consumida no planeta. Exporta apenas 1,5% do que produz, por enfrentar problemas com a qualidade do produto final, o restante se destina ao mercado interno. Sua produção gira em torno de 7,1 milhões de toneladas, garantindo o título de quarto maior produtor do globo terrestre. (LIMA; et al., 2012; REETZ; et al., 2015). Porém se perdem aproximadamente 30% do que se colhe no nosso país. (GIOPPO; SOZIM; MALGARIM, 2010; REETZ et al., 2015). A Índia é a maior produtora de banana do planeta e o Equador é o maior exportador, na contramão destes países produtores estão os Estados Unidos, que são tidos como o maior importador global. (LIMA; et al., 2012).

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. (REETZ; et al., 2015; ÁLVARES, 2003). A banana é cultivada em terras brasileiras desde o tempo dos indígenas na época do descobrimento do país. Existiam aqui duas espécies de banana a branca e a pacova. (LICHTEMBERG; LICHTEMBERG, 2011).

Esse estudo se justifica por ser a banana um alimento presente na mesa da população brasileira. É muito utilizada em nossa culinária na fabricação de doces diversos como geleias e doces de massa de acordo com Pontes, 2009. Na produção de tortas e farofas, bem como do tipo frita acompanhando refeições e substituindo a batata como salgadinho em chips (ROQUE; et al., 2014), além do seu consumo in natura em larga escala.

A polpa da banana quando verde também é utilizada na produção de pães, massas, maionese e patês. (RANIERI; DELANI, 2014). Pode-se considerar sua utilização como fonte energética em alimentações balanceadas como a de atletas, por ser um alimento altamente energético.

Este estudo consiste em determinar as características físico-químicas da banana-da-terra in natura e frita. Com a proposta de contribuir com informações pertinentes para os consumidores deste alimento e demonstrar com análises

laboratoriais as diferenças entre o alimento natural e frito para conscientizar a população a optar por alimentos naturais.

Entre as características a serem determinadas está o teor de lipídeos onde serão utilizadas ferramentas quimiométricas, de extrema importância para a confirmação dos resultados obtidos, pois a Quimiometria comprova com cálculos matemáticos e estáticos os efeitos causados e a influência de cada variável analisada apontando para dados embasados e confirmados evitando negligência em resultados obtidos. (PEREIRA FILHO, 2015).

Neste estudo teor deverá aumentar com a banana frita, isto influi diretamente na característica do alimento e na dieta alimentar de quem o consome. Segundo o manual de nutrição do departamento de nutrição e metabologia da sociedade brasileira diabetes, (2009) é recomendado que fossem ingeridos de 25% a 30% de lipídeos do total de calorias diárias e de preferência de origem vegetal. O restante da energia a ser consumida pelo corpo deve ser oriundo da metabolização de carboidratos e proteínas.

De acordo com Pinheiro, (2008) os lipídeos são formados basicamente por oxigênio, carbono e hidrogênio. Porém eles contêm menos oxigênio que os carboidratos e as proteínas. SBD, (2009). Fornecem maior quantidade de energia ao organismo em comparação com os demais, além de transportarem vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais para o organismo humano. (SBD, 2009; CASSOTI, 2002; SEYFFARTH et al., 2006).

Os lipídeos juntamente com os 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. (SBD, 2009; YAMASHIDA C; SARKIS KS, 2011).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 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 que geram benefícios à saúde, previne e trata doenças. (AMORIM, 2008). Ela é uma fonte energética com grande aceitação por seu valor nutricional e seus aspectos sensoriais. (RANIERI; DELANI, 2014).

Ela é composta por carboidratos e água com baixa quantidade de proteínas e gorduras, no entanto é um alimento altamente energético, rico em sais minerais como de magnésio, fósforo, sódio, manganês, iodo, zinco e potássio. Predominam o fruto as vitaminas C, A, B1, B2, B6 e niacina, além do ácido fólico. (ÁLVARES, 2003; RANIERI; DELANI, 2014). A banana-da-terra, de nome científico *Musa sapientum*, cada fruto pode chegar a pesar 500g e medir 30 cm de comprimento. É um fruto achatado sua casca possui coloração amarela escura, sua polpa é consistente de cor rosada, rica em amido e açúcar, vastamente encontrada nas regiões norte e nordeste do Brasil. (PONTES, 2009).

2.2 ORIGEM E ESPÉCIE DA BANANA

A grande parte das espécies de bananeira surgiu no sudoeste do continente asiático, sua família botânica é a *Musaceae*. (RANIERI; DELANI, 2014). 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 juntamente com 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. Ele é chamado de triploide formado por

gametas femininos não reduzidos dos grupos genômicos AA e BB partenocárprios pelo recebimento do pólen A ou B. (LIMA; et al., 2012).

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Este estudo consiste em determinar as características físico-químicas da banana-da-terra (*Musa sapientum*) in natura e frita, analisando o teor de lipídeos com a utilização de ferramentas quimiométricas e também análises que visam a exploração dos sólidos totais, pH, umidade e cinza. Com a proposta de contribuir com informações pertinentes para os consumidores deste alimento utilizado em larga escala em todo o território nacional. Aliado a isso através de análises laboratoriais as diferenças entre o alimento in natura e frito para 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.

Os lipídeos possuem funções importantes no organismo, pois eles são sintetizados, exceto os ácidos graxos essenciais. São fonte de energia 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. (OLIVEIRA; MARCHINI, 2008).

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. (OLIVEIRA; MARCHINI, 2008). Os lipídeos combinam com proteínas para serem transportados pelo sangue, formando assim as lipoproteínas, uma é a lipoproteína de baixa densidade (LDL) e a outra é a lipoproteína de alta densidade (HDL). A LDL favorece o acúmulo de gordura nas artérias e a HDL retira essa gordura e a leva até o fígado onde ela é eliminada. Por esse motivo se conhece a LDL como o mau colesterol e a HDL como o bom colesterol. (DOVERA, 2007).

A quantidade de sólidos totais representa todos os componentes presentes na amostra sendo eles macronutrientes ou micronutrientes, mesmo que sejam orgânicos ou inorgânicos, logo o teor de sólidos totais contribui para a determinação do valor energético dos alimentos, seu resultado é obtido pela diferença entre a massa da amostra úmida e a quantidade de água evaporada. (CECCHI, 2003).

O pH (Potencial hidrogeniônico) determina a concentração de íons de hidrogênio em uma escala que vai de 0 a 14, sendo o intervalo entre 6,6 e 7,5 considerado neutro. Um pH neutro contribui para a formação de bolores, leveduras e bactérias, sendo o pH um fator intrínseco que afeta diretamente a capacidade de proliferação de microrganismos no alimento. (GAVA; et al., 2009).

O teor de umidade de um alimento é definido após a eliminação de água em estufa a 105°C. O índice de umidade de um alimento define a sua estabilidade, o tempo de sua deterioração e a probabilidade de desenvolvimento microbiológico com a sua exposição ao ambiente. (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

As cinzas representam os minerais que compõem os alimentos, elas são formadas por macro e micro nutrientes, o teor de cinzas de um alimento depende relativamente da qualidade do solo onde está plantado. A cinza é composta, principalmente, por potássio, sódio, cálcio e magnésio; em pequenas quantidades por alumínio, ferro, cobre, manganês e zinco, com traços de argônio, iodo e flúor. Ela é obtida após a queima da matéria orgânica que é transformada em CO₂, H₂O e NO₂. As frutas geralmente são constituídas por baixas concentrações de cálcio, ferro, zinco e apresentam quantidades consideráveis de sódio e cobalto. (CECCHI, 2003).

2.4 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. De forma generalizada, a Quimiometria pode ser dividida em quatro vertentes:

1- Análise exploratória de dados químicos com a utilização de PCA (Principal component Analysis) e HCA (Hierarchical Cluster Analysis);

- 2- Calibração multivariada com a utilização da PCR (Principal Component Regression) e PLS (Partial Least Squares);
- 3- Proposição de modelos de classificação em que são empregadas algumas ferramentas específicas, tais como KNN (K-Nearest Neighbor), Simca (Soft Independent Modelling of Class Analogy) e PLS-DA (PLS for Discriminant Analysis); e
- 4- Emprego de planejamento fatorial para a otimização e o estudo das condições experimentais ideais de um dado problema. (PEREIRA FILHO, 2015).

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. (PEREIRA FILHO, 2015).

Para utilizar esta ferramenta matemática, se faz 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, é preciso conhecer e saber utilizar algum desses softwares: Microsoft Excel, Octave ou Matlab. Existem dois planejamentos para o desenvolvimento de Quimiometria o planejamento fatorial completo e o fracionário. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015). Neste estudo será utilizado o planejamento fatorial completo.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar as características físico-químicas da banana-da-terra in natura e frita.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o teor de lipídeos da banana-da-terra in natura e frita.
- Analisar o teor de cinzas da banana-da-terra in natura e frita.
- Quantificar o teor de umidade presente nas amostras.
- Determinar o pH da banana-da-terra nos dois estados de composição.
- Aferir os sólidos totais da amostra, in natura e frita.
- Comparar os resultados obtidos com valores disponíveis na literatura.
- Utilizar técnicas quimiométricas para exploração dos dados adquiridos.

4 METODOLOGIA

4.1 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 pedaços em rodela e frita em óleo de soja 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.

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA) em Ariquemes, Rondônia. Todos os procedimentos realizados foram feitos em triplicata. Apenas 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 forno 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, (2008) e de acordo com os procedimentos abordados por Heloisa Máscia Cecchi (2003). Os resultados finais apresentados foram obtidos a partir dos cálculos de média e desvio padrão através do programa Microsoft Excel 2010.

De acordo com Lutz, (2008) para se calcular os teores em porcentagem que representam a quantidade de massa obtida como resultado da análise em 100g do produto para umidade, cinza e lipídeos utiliza-se a fórmula descrita na equação 01.

Equação 01: Fórmula para determinar do teor de umidade, cinzas, sólidos totais e lipídeos.

$$\% (m/m) = \frac{N \cdot 100}{P}$$

Onde:

N = massa final do analito em gramas.

P = massa inicial da amostra em gramas.

4.2.1 Umidade e Sólidos Totais

Para obter resultados de umidade e sólidos totais pesou-se cerca de 5,0g de amostra, em um cadinho de porcelana limpo e seco, em uma balança analítica marca Bel Engineering, modelo M214Ai Classe 1. Onde foi desconsiderada a massa do cadinho que já fora pesado anteriormente. Anotou-se corretamente a massa colocada de amostra em cada cadinho. Em seguida, fez-se a transferência do cadinho com a amostra para a estufa (Nova Ética, modelo 40012 ND-300), previamente aquecida a 105°C. Todo transporte do cadinho feito com pinça ou papel toalha para que não houvesse a transferência de umidade. Deixou-se a amostra na estufa em secagem por um período de 11:00 horas, sendo o tempo mínimo indicado de 08:00 horas, até que se evaporasse toda a água, a fim de se obter peso constante. (CECCHI, 2003; LUTZ, 2008).

Com a obtenção de peso constante realizou-se a transferência do cadinho imediatamente para um dessecador, deixando esfriar a temperatura ambiente. Sequencialmente, pesou-se o cadinho com a amostra.

Subtraindo o peso que o cadinho representa de todo o conjunto obtém-se o peso da amostra seca. Calculando a diferença de massa entre a amostra úmida e seca, obtêm-se a massa de água evaporada do alimento, ou seja, a umidade. A quantidade de sólidos totais é a diferença entre a massa da amostra úmida e a quantidade de água evaporada. (CECCHI, 2003; LUTZ, 2008).

4.2.2 Cinza

Para realizar a análise de determinação de cinzas, aqueceu um cadinho de porcelana para eliminar alguma umidade retida em seu corpo, após esse processo levou-se o cadinho para o dessecador, e então deixado em repouso até atingir a temperatura ambiente e por fim, pesado.

Em seguida, tarou-se a balança analítica (marca Bel Engineering, modelo M214Ai Classe 1), para pesagem da amostra de 20,0g. Em seguida, fez-se a transferência do conjunto para forno tipo mufla (marca Quimis[®], modelo 9318M26T), utilizando pinça a fim de evitar contato direto, iniciou-se a incineração com temperaturas mais baixas até atingir 525°C, temperatura indicada para a incineração de frutas. Vinte e quatro horas após atingir a temperatura desejada, retirou-se o material do forno mufla e o inseriu no dessecador, onde, por fim, ao atingir temperatura ambiente, fez-se a pesagem do material. A diferença entre o conjunto e o cadinho vazio representa a quantidade de cinza do alimento. (CECCHI, 2003; LUTZ, 2008).

A cinza não apresenta nenhuma fonte de matéria orgânica, ou seja, a amostra não deve apresentar nenhum resíduo de cor preta, pois tal coloração indica presença de carbono, e, por este motivo, o produto final deve apresentar coloração cinzenta ou branca, além de massa constante, o que geralmente acontece com o passar de muitas horas. Algumas precauções são necessárias ao manusear o cadinho com a cinza antes de se realizar a pesagem ela é muito leve pode ser perdida devido a sua baixa densidade. Para proteger o material em análise, é aconselhável que o cadinho seja coberto com vidro de relógio mesmo dentro do dessecador, pois, além desta cinza ser muito leve, ela também é muito higroscópica, principalmente quando se trata de cinzas de frutas que são formadas por compostos altamente higroscópicos. (CECCHI, 2003).

4.2.3 Potencial Hidrogeniônico

Para determinar o pH (Potencial Hidrogeniônico) deste alimento utilizou-se um pHmetro de bancada, modelo Q400 AS, marca Quimis[®] calibrado com soluções

tampão de pH 4,0 e pH 7,0. Esse realiza um processo eletrométrico que permite uma determinação direta do pH se operado de acordo com as instruções do manual fornecido pelo fabricante.

Para realizar essa análise pesou-se 10,0g da amostra na balança analítica marca Bel Engineering, modelo M214Ai Classe 1 e diluiu-a em 100 mL de água destilada, então se filtrou essa mistura para se obter uma solução. Para se determinar o pH mergulhou-se o eletrodo diretamente na solução que estava sobre agitação constante com o auxílio do agitador magnético com aquecimento (marca Gehaka modelo AA – 2050) para evitar a dispersão de partículas no fundo do recipiente e alterar os resultados das análises. (LUTZ, 2008).

4.2.4 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[®]), com extração contínua pingando nos cartuchos com as amostras de quatro a cinco gotas dos solventes por segundo, durante oito horas.

Os béqueres do aparelho foram preenchidos com 300 mL de Hexano e 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. (LUTZ, 2008).

Primeiramente, deve-se preparar o material para análise, então se pesou cerca de 5,0g de amostra na 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.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade é uma característica que define a estabilidade, a qualidade e a composição de um alimento. (CECCHI, 2003). 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, Lima et al. (2012), 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. (CECCHI, 2003).

Lima et al. (2012), mencionaram que a diminuição do teor quando a banana está desidratada deve-se à perda de umidade 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. Pontes, (2009) encontrou para a banana-da-terra in natura 68,42% e para a banana desidratada a 60°C, 31,25% de umidade. O NEPA, (2011) encontrou um valor de 63,9% que é próximo ao resultado deste estudo.

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. (2012) encontraram para a banana-da-terra in natura um teor de 1,11% in natura e 1,37% para a desidratada. O NEPA, (2011) 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, (2009) que foi de 4,47. O pH da banana frita não sofreu grande alteração o resultado encontrado foi de 4,68. Pontes, (2009) determinou um pH de 4,41 quando desidratada a 60°C.

Segundo Fasolin et al. (2007), 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. (2015), 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.

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, (2008) a banana da terra in natura possui em média cerca de 0,20g de lipídeos para cada 100g de fruta. O NEPA, (2011) encontrou um valor equivalente a este. A farinha de banana verde produzida por Fasolin et al. (2007) para a produção de biscoitos do tipo cookies possui cerca de 1,89g de lipídeos para cada 100g de farinha.

Gondim et al. (2005) 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. (2015) 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 esta a tabela 1 com 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.

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

6 TRATAMENTO DE DADOS

6.1 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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

Tabela 2. Planejamento Fatorial Completo

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

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

6.2 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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015). 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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

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 (\dot{Y}_-) e (\dot{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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

Tabela 3. Tratamento de Dados

Ensaio	Média Variável	Média Variável	Média da interação
	A	B	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

Fonte: Jordonson Vieira Vilete

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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

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 ensaio pares (2 e 4), são: 0,4052 e 0,40595 entram em contraste com o nível baixo, ímpares (1, 3), cujo as 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 02: 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

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

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

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

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

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

6.3 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.

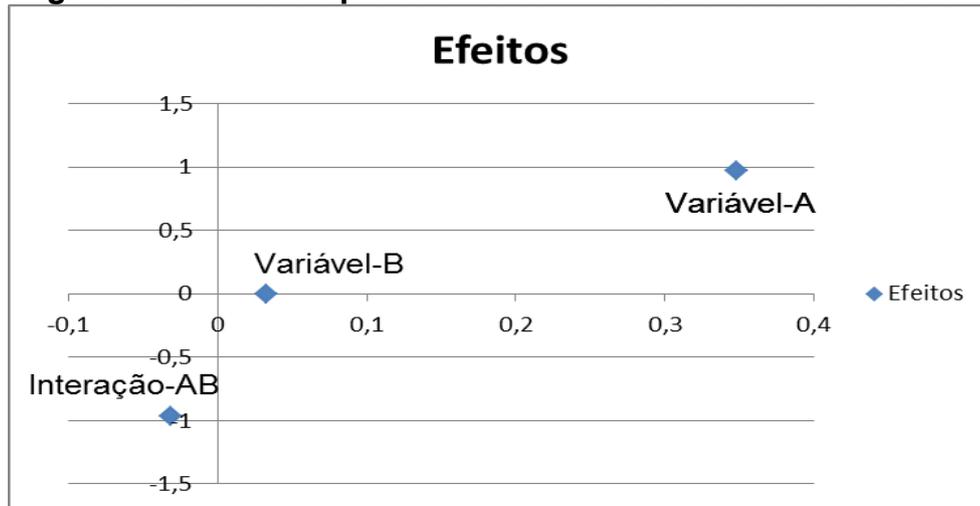
A distribuição normal é o primeiro passo para a confirmação desses resultados, todos os dados matemáticos utilizados para desenvolvê-la são apresentados a seguir na tabela 7. Os cálculos foram feitos no software Microsoft Excel, o seu objetivo é relacionar os valores de z com os efeitos obtidos, para 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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

Tabela 7. Distribuição Normal

Variáveis	Efeitos	Q. Efeitos	P. Q. Efeitos (%)	Início	Fim	Centro	Valor de Z
AB	-0,03178	0,00101	0,81962	0	0,333333	0,166667	-0,96742
B	0,032525	0,001058	0,858498	0,333333	0,666667	0,5	0
A	0,348075	0,121156	98,32188	0,666667	1	0,833333	0,967422

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

Figura 1 - Gráfico de probabilidade. Efeitos versus valores de z



Fonte: Jorgeson Vieira Vilete

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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

Para confirmar esses resultados é preciso realizar o tratamento estatístico, tabela 8, onde se calcula a variância das duas respostas obtidas para o mesmo ensaio, o grau de liberdade envolvido nas análises, que é a quantidade de experimentos independentes para cada ensaio, esse valor é dado pelo número de experimentos total menos um, a resposta obtida representa a quantidade de experimentos que são significantes em cada ensaio, para a obtenção do resultado final. É preciso calcular também o coeficiente em que apenas um dos níveis envolvidos em cada ensaio é utilizado, pois ele é calculado a partir de um monômio que é um termo algébrico utilizado para expressar apenas um número real, logo o coeficiente de cada ensaio será (0,5). Pois o número real é (1) que dividido por (2) que representa a quantidade de níveis. E ainda é necessário calcular o quadrado do coeficiente, pois esse valor será utilizado no cálculo de variância dos efeitos. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

Tabela 8. Tratamento estatístico

Ensaio s	Variáveis		Respostas		M. Resp.	V. Resp.	Nº Exp.	G. Lib.	Coef.	Q. Coef.
	A	B	R1	R2						
1º	-1	-1	0,0224	0,0283	0,02535	0,00001 7	2	1	0,5	0,25
2º	1	-1	0,4173	0,3931	0,4052	0,00029	2	1	0,5	0,25
3º	-1	1	0,159	0,0203	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
Somatório:								4	***	1

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

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

Fonte: Jordeson Vieira Vilete

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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

Ou seja,

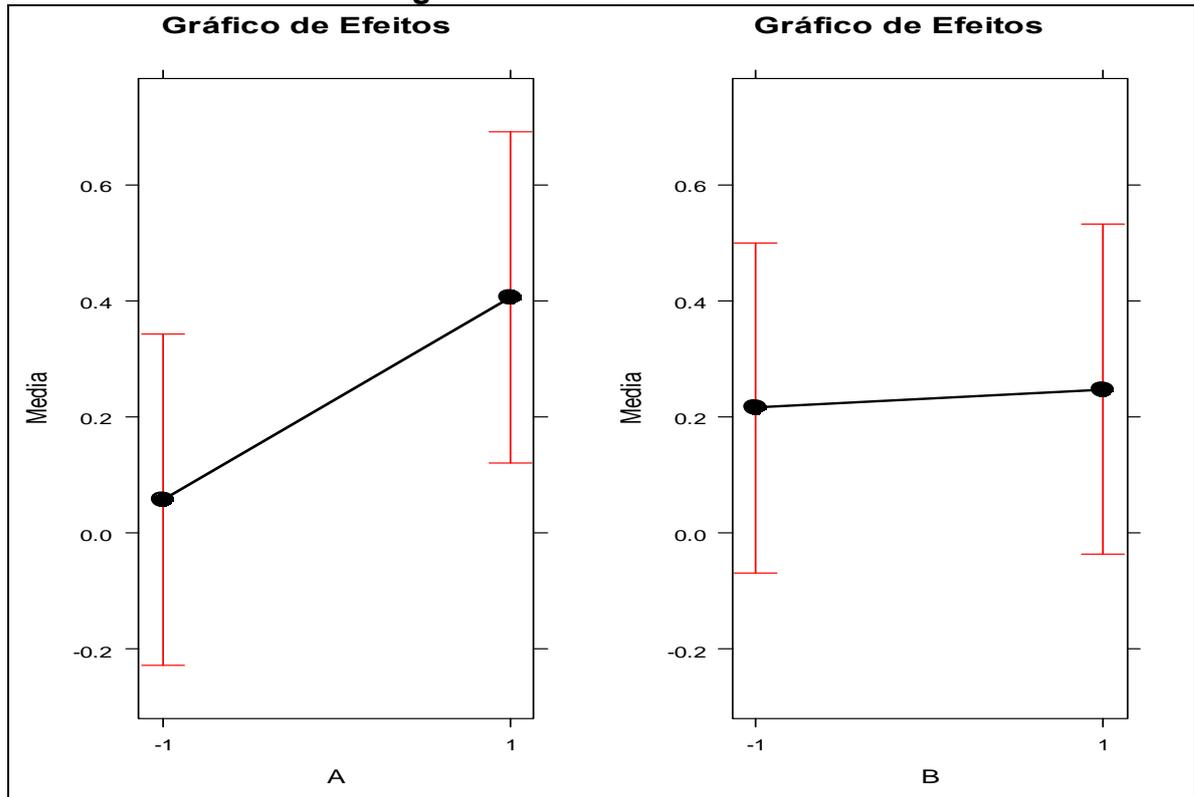
$$t \text{ crítico} = 2,77 * 0,03638 = 0,1007.$$

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. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015). O efeito (A) corresponde a 98,32% da modelagem estatística.

6.4 INTERPRETAÇÃO GRÁFICA

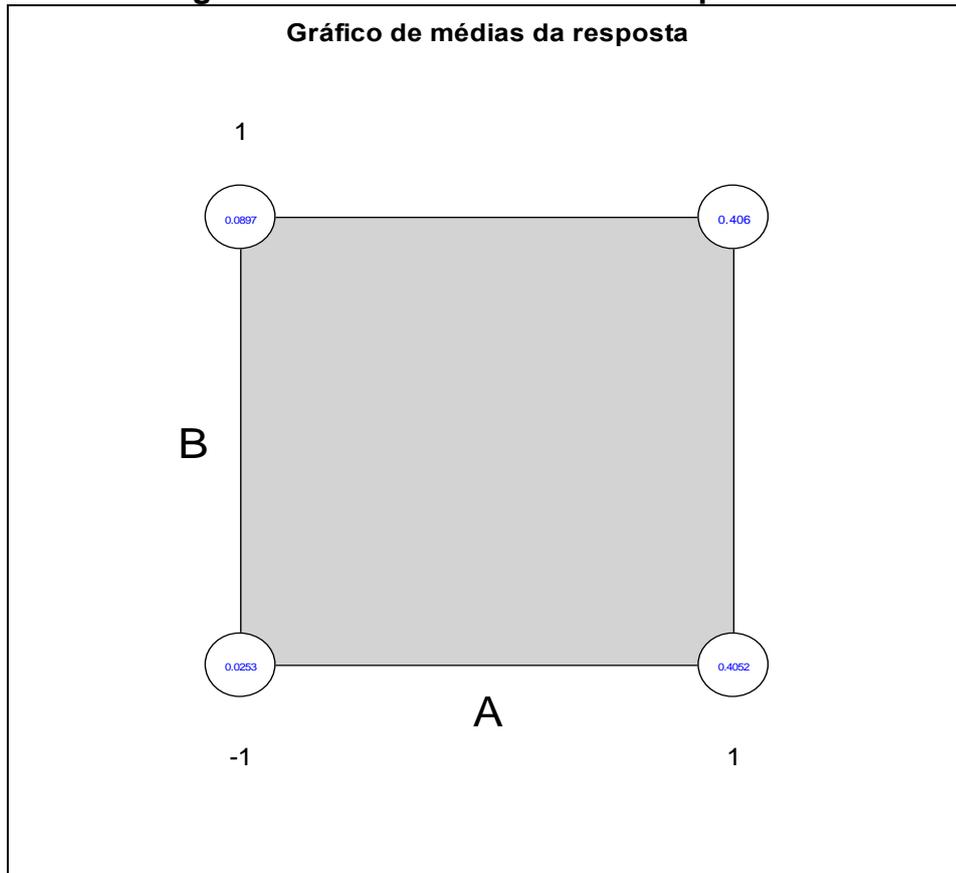
A seguir na figura 2, é apresentado o gráfico de efeitos. Indica os efeitos causados nos ensaios ao se transitar de nível baixo (-1) para o alto (1) em cada variável, neste pode-se observar que a transição de níveis na variável (A) causa efeitos influentes, enquanto a variável (B) apresenta efeitos modestos na transição de níveis.

Figura 2 - Gráfico de Efeitos.



Fonte: Software Action Stat. Estatcamp, 2016.

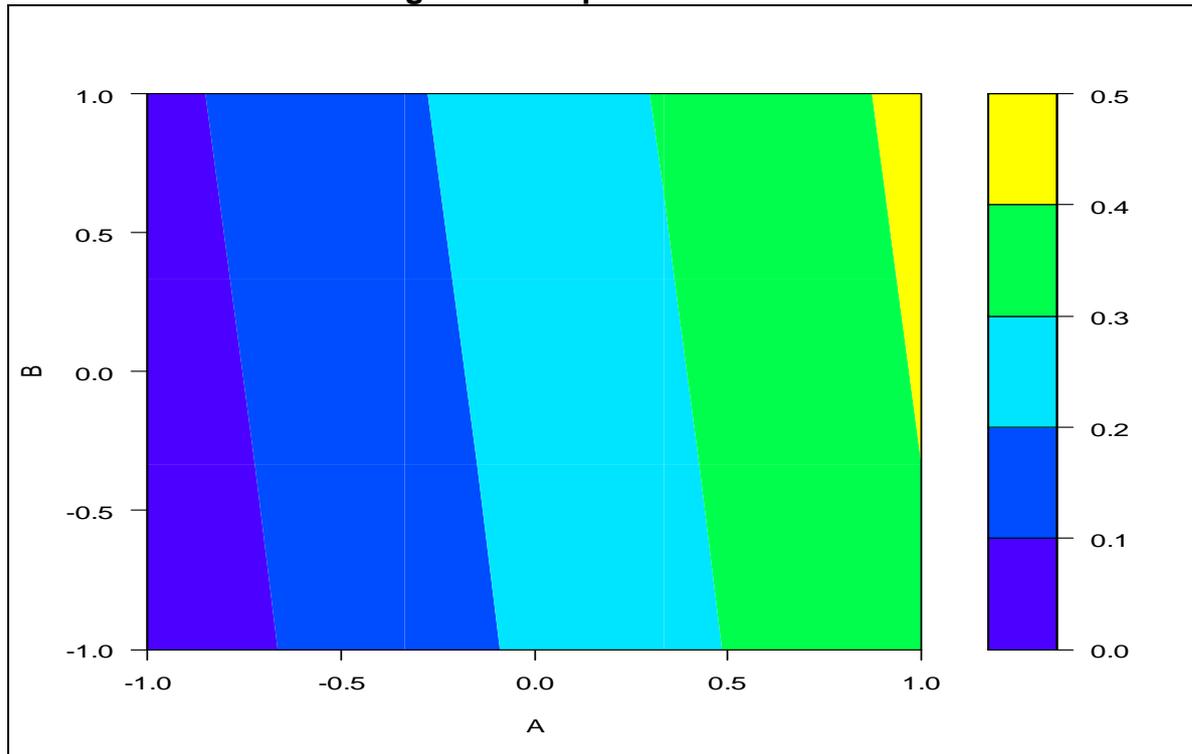
O gráfico de média de respostas, figura 3 é elaborado com a média dos resultados obtidos em cada ensaio onde se combina todas as relações possíveis entre os níveis alto e baixo de cada variável. Os resultados obtidos em cada ensaio do planejamento fatorial são utilizados neste gráfico para a interpretação dos resultados indicando a quantidade de lipídeos extraída em cada combinação desses ensaios e ainda possibilita a identificação do aumento ou regressão no teor de lipídeos ao se transitar de um ensaio para o outro. (BARROS NETO, et al., 2001; PEREIRA FILHO, 2015).

Figura 3 - Gráfico de Médias de respostas.

Fonte: Software Action Stat. Estatcamp, 2016.

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.

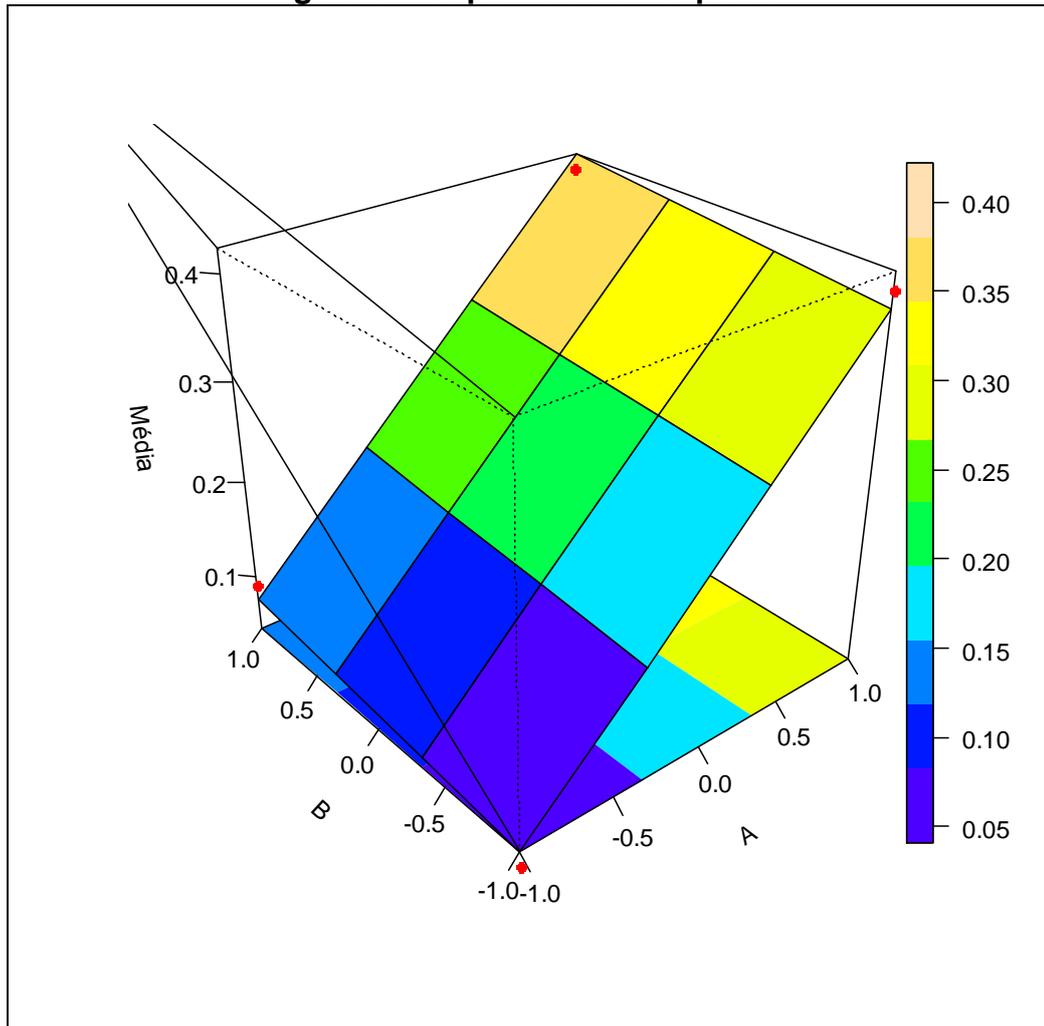
Figura 4 – Mapa de Contorno.



Fonte: Software Action Stat. Estatcamp, 2016.

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, 2016.

CONCLUSÃO

A respeito das conclusões deste trabalho, destaca-se o 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 extraiu-se 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.

8 REFERÊNCIAS

ÁLVARES, V. S. **Amadurecimento e qualidade da banana 'Prata' (Musa AAB subgrupo Prata) submetida a diferentes concentrações de etileno.** [Dissertação de pós-graduação]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2003.

AMORIM, E. P.; et al. **Genetic diversity of carotenoid-rich bananas evaluated by Diversity Arrays Technology (DART)**, Genetics and Molecular Biology, São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3032974/>> Acesso em: 22 de março de 2016.

AMORIM, T. P.; et al. **Composição química de polpa e cascas de cultivares de banana desidratadas**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAL91.pdf>> Acesso em: 18 de Maio de 2016.

BARROS NETO, B.; et al. **Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria.** 2ª. Ed. Campinas: Unicamp, 2001.

CASOTTI, L. **À mesa com a família: um estudo do comportamento do consumidor de alimentos.** Mauad Editora Ltda, 2002.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 2003.

DE CASTRO SOUZA, J.; et al. **Redução de uso e reutilização de n-heptano na análise de goma lavada em gasolinas automotivas**, 2º Congresso Brasileiro de P&D em petróleo e gás, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/6117.pdf>> Acesso em: 20 de maio de 2016.

DE FIGUEIREDO JARDIM, W. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa**, Instituto de Química – Unicamp, Campinas, São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2943.pdf>> Acesso em: 15 de Maio de 2016.

DOVERA, T. M. D. S. **Nutrição aplicada ao curso de enfermagem**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. Página 24.

Equipe Estatcamp (2016). **Software Action Stat. Estatcamp** - Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil.

FASOLIN, L. H.; et al. **Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial**, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n3/a16v27n3.pdf>> Acesso em : 21 de Maio de 2016.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9^a. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. Página 114.

GAVA, A.J; et al. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. Edição revisada e atualizada, Nobel, São Paulo, São Paulo, 2009.

GIOPPO, M.; et al. **Avaliação das características físico-químicas de bananas prata (Musa AAB subgrupo Prata) encascadas em diferentes tipos de materiais**, Revista de engenharia e tecnologia, Ponta Grossa, Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/36/67>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

GONDIM, J. A. M.; et al. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas**, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27658.pdf>> Acesso em: 14 de Março de 2016.

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. S. **Avanços na bananicultura brasileira**, Revista brasileira de fruticultura, Jaboticabal, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a05v33nspe1.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2016.

LIMA, A. P. B.; et al. **Avaliação das características físico-químicas de bananas desidratadas**, VII CONNEPI, Palmas, Tocantins, 2012. Disponível em: < <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2062/2876>> Acesso em: 22 de abril de 2016.

LIMA, M. B.; et al. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**, Embrapa, Brasília, Distrito Federal, 2012. Disponível em: <<http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000019-ebook-pdf.pdf>> Acesso em: 13 de Janeiro de 2016.

LUTZ, I. A. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**: procedimentos e determinações gerais. Capítulo IV, 2008. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>>. Acesso em: 14 Janeiro 2016.

NEPA, N. E. P. A. **Tabela Brasileira de composição de alimentos**. 4ª. Ed. Campinas: Unicamp, 2011. Disponível em: <https://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf> Acesso em: 03 de Junho de 2016.

OLIVEIRA, J. E. D; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**: Aprendendo a Aprender. 2ª. ed. Indianópolis, São Paulo: Sarvier, 2008. Página 108.

PEREIRA FILHO, E. R. **Planejamento Fatorial em química**: maximizando a obtenção de resultados. [s.n.], São Carlos: EdUFSCar, 2015.

PINHEIRO, P. **Colesterol HDL, colesterol LDL, triglicerídeos**. MD SAÚDE. Ministério da Saúde, Brasília, Distrito Federal, 2008. Disponível em: <<http://www.mdsaude.com/2008/11/colesterol-bom-hdl-e-colesterol-ruim.html>>. acesso em 04 de Março de 2016.

PONTES, S. F. O. **Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa Sapientum*) desidratada**. [Dissertação de pós-graduação]. Itapetinga (BA): Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2009.

RANIERI, L. M.; DELANI, T. C. O. **Banana verde (*Musa spp*): Obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente**, Uningá review, Maringá, Paraná, 2014. Disponível em: <http://www.mastereditora.com.br/periodico/20141130_221712.pdf> Acesso em: 30 de abril de 2016.

REETZ, E. R.; et al. **Anuário Brasileiro da Fruticultura: 2014**, Editora Gazeta, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/pdf/4718_2015fruticultura.pdf> Acesso em: 05 de Janeiro de 2016.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimento**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

ROQUE, R. L.; et al. **Desempenho agrônômico de genótipos De bananeira no recôncavo da Bahia**, Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, São Paulo, 2014. 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>>. Acesso em: 02 de Fevereiro de 2016.

SBD, D. N. M. **Manual de Nutrição**. Capítulo I, São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.br/images/pdf/a-manual-nutricao.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2016.

SEYFFARTH, et al. **Manual de nutrição para profissionais de saúde**. São Paulo, São Paulo, SBD, 2006. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/attachments/550_Manual_Nutricao_Profissional1.pdf> Acesso em: 21 Maio 2016.

YAMASHIDA C; SARKIS KS. **Alimentação saudável: a sua importância na qualidade de vida e na prevenção de doenças**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Campus, 2011.