



**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO PROCESSAMENTO
DO ABACATE (*P. americana* Mill.) VARIEDADE HASS, VISANDO A EXTRAÇÃO
DO ÓLEO.**

Rodrigo Almeida Gonçalves

Louise de Carvalho Teixeira

Projeto de Final de Curso

Rio de Janeiro – RJ

2017

Rodrigo Almeida Gonçalves

Louise de Carvalho Teixeira

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO PROCESSAMENTO DO
ABACATE (*P. americana* Mill.) VARIEDADE HASS, VISANDO A EXTRAÇÃO DO
ÓLEO.

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo
Docente da Escola de Química, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do grau de
Engenheiro de Alimentos.

Orientadores: Suely Pereira Freitas, D.Sc.

Isabelle Santana, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ

2017

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO PROCESSAMENTO
DO ABACATE (*P. americana* Mill.) VARIEDADE HASS, VISANDO A EXTRAÇÃO
DO ÓLEO**

Rodrigo Almeida Gonçalves

Louise de Carvalho Teixeira

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro de Alimentos.

Aprovado por:

Ana Lúcia do Amaral Vendramini, D.Sc.

Fábio de Almeida Oroski, D.Sc.

Ana Elizabeth Gusmão, D.Sc.

Orientado por:

Suely Pereira Freitas, D. Sc.

Isabelle Santana, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Abril de 2017

...aos meus pais, demais familiares, Karen e amigos,

Dedico

(Rodrigo Gonçalves)

...aos meus pais, irmãos, ao Lélío e toda a minha querida família,

Dedico

(Louise Teixeira)

AGRADECIMENTOS DE RODRIGO GONÇALVES

Agradeço a Deus por dirigir os meus passos em meu dia a dia e permitir chegar até aqui.

Aos meus pais Gilmar e Vânia, a quem tanto amo, por acreditarem em mim, pelos ensinamentos e pelo apoio financeiro, que permitiu-me a realização desta conquista singular em minha vida.

Aos meus avós que me ensinaram que a simplicidade e o trabalho não faz a vida mais difícil, todavia, faz da vida mais difícil, a mais feliz.

À minha namorada Karen Ellen que me incentivou e esteve ao meu lado em momentos difíceis desta caminhada.

À Prof^a. D.Sc. Ana Lúcia do Amaral Vendramini pelos ensinamentos, dedicação e parceria nos projetos de iniciação científica, extensão, e, pessoal. Assim como todos os envolvidos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos e do Núcleo de Solidariedade Técnica da UFR.

Ao Prof. D.Sc. Adriano Gomes da Cruz e amigo, por contribuir com a minha formação e orientar-me em meu estágio no IFRJ.

À Prof^a. D.Sc. Suelly Pereira Freitas e orientadora deste, pelos ensinamentos, pela parceria e pelo acolhimento afável, assim como todos os envolvidos do laboratório de processamento de matérias-primas vegetais da UFRJ.

À Prof^a. D.Sc. Isabelle Santana e coorientadora deste, por responder todas as dúvidas e questões com diligência. Além da parceria em um projeto de inovação tecnológica.

À FAPERJ pela concessão de dois auxílios de projetos de inovações tecnológicas, permitindo-me experimentar e contribuir com a ciência, além do desenvolvimento pessoal.

A todos os professores que ajudaram a construir em mim o engenheiro que serei.

A todos os amigos, que de certa forma, contribuíram com a minha formação, e, torcem por mim.

AGRADECIMENTOS DE LOUISE TEIXEIRA

Meu primeiro agradecimento é para aqueles que tornaram esse momento possível, meus amados pais. Obrigada por acreditarem em mim e por terem me dado todo apoio e carinho nessa longa trajetória. Vocês são as melhores pessoas que eu conheço e agradeço todo dia por ter vocês em minha vida.

Aos meus irmãos, que são, sem dúvida, meus melhores amigos. A vida com vocês é muito mais leve e divertida.

Ao Lélío, meu amigo, namorado e companheiro. Obrigada por todos os dias que ficamos estudando juntos, por todos os finais de semana que você me fez companhia e pelo colo e carinho que me foi dado em momentos difíceis. Essa vitória não é só minha, é nossa.

À minha família linda e aos meus amigos queridos, que sempre me incentivaram e torceram por mim.

À Prof^ª.D.Sc. Suelly Pereira Freitas e à Prof^ª. D.Sc. Isabelle Santana que nos orientaram nesse projeto. Obrigada por serem sempre tão atenciosas e gentis e por todos os ensinamentos que nos foram passados.

RESUMO

GONÇALVES, R. A.; TEXEIRA, L. de C. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO PROCESSAMENTO DO ABACATE (*P. americana* Mill.) VARIEDADE HASS, VISANDO A EXTRAÇÃO DO ÓLEO. Rio de Janeiro – RJ, 2017. Projeto de Final de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Escola de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais de abacate. A composição nutricional e os compostos bioativos do abacate desperta o interesse industrial pela extração do óleo, especialmente em variedades que se caracterizam pelo elevado teor de matéria lipídica na polpa. As escolhas corretas do processo e da embalagem podem afetar a estabilidade do óleo. Além disso, a casca apresenta maior concentração de compostos antioxidantes que a polpa, tornando-a antioxidante natural para estabilização do óleo, consequentemente aumentando a vida de prateleira. A partir da necessidade de valorização do fruto por meio da obtenção de um óleo com características funcionais, o objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de produção do óleo de abacate obtido por prensagem do fruto verde com casca e estimar a sua viabilidade técnica e econômica. Os experimentos realizados em escala piloto indicaram a viabilidade técnica do processo, apresentando uma eficiência de prensagem superior a 85%. O estudo de viabilidade econômica foi conduzido considerando uma planta operando com o processo mecânico convencional, com uma produção anual esperada de 240.000 kg de abacates da variedade Hass, totalizando 251.188 unidades de 250 mL de óleo comercializadas por ano. O preço de venda estimado do produto em embalagens contendo 250 mL foi de R\$ 27,38, abaixo do preço médio de mercado no Brasil e no mundo, R\$ 30,70 e 53,70 respectivamente. Nestas condições, a taxa interna de retorno foi de cerca de 56%, superior à taxa mínima de atratividade de 12,25%. Ademais, o ponto de equilíbrio operacional correspondeu a 17% da capacidade instalada, o tempo de retorno do capital investido foi de 1,8 anos, considerando um horizonte de planejamento de dez anos. Observou-se também pela análise de sensibilidade que duplicando o preço do abacate, o projeto continua atrativo (TIR 23%), entretanto, a planta deverá operar com capacidade de produção mínima acima de 52% para garantir a rentabilidade superior a taxa Selic. Portanto, todos os índices econômicos indicaram que o projeto é viável e interessante do ponto de vista técnico e econômico.

Palavras-chave: Óleo de abacate. Prensagem. Lipídeos. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

GONÇALVES, R. A.; TEXEIRA, L. de C. TECHNICAL AND ECONOMICAL FEASIBILITY OF THE PROCESSING OF THE ABACATE (*P. americana* Mill.) HASS VARIETY, AIMING THE OIL EXTRACTION. Rio de Janeiro – RJ, 2017. Final Graduation Project (Graduation in Food Engineering). Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Brazil is among the ten largest avocado producers in the world. The nutritional composition and the bioactive compounds of the avocado arouse the industrial interest by the extraction of the oil, especially in varieties that are characterized by the high lipid content in the pulp. Correct process and packaging choices can affect oil stability. In addition, the peel presents a higher concentration of antioxidant compounds than the pulp, making it a natural antioxidant for oil stabilization, consequently increasing shelf life. The objective of this work was to evaluate technically the process of production of avocado oil by pressing and to estimate its economical viability, based on the need of valorization of the fruit by obtaining an oil with functional characteristics. The study was conducted considering a plant operating with the conventional mechanical process, with an expected annual production of 240,000 kg of avocados of the Hass variety, totaling 251.188 units of 250 mL of oil marketed per year. The estimated selling price of the product in packages containing 250 mL was R\$ 27,38, below the average market price in Brazil and the world, R\$ 30.70 e R\$ 53.70 respectively. Under these conditions, the internal rate of return was around 44% higher than the rate of minimum attractiveness practiced by the central bank of Brazil (12.25%). In addition, the operational break-even point corresponded to 17% of installed capacity, the time of return of the invested capital was 1,8 years, considering a planning horizon of ten years. It was also observed by the sensitivity analysis that doubling the price of avocado, the project remains attractive (IRR 23%), however, the plant must operate with a minimum productivity above 52% to ensure profitability higher than the Selic rate. Therefore, all the economic indexes indicated that the project is feasible and interesting from a technical and economic point of view.

Key words: Avocado Oil. Pressing. Lipids. Economic Viability.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Ilustração do fruto de abacate Hass seccionado ao meio exibindo sua morfologia
- Figura 2 – Formatos de frutos de abacate (*Persea americana* Mill.)
- Figura 3 – Estágios de maturação do abacate Hass
- Figura 4 – Produção mundial de abacate em toneladas
- Figura 5 – Produção de abacate no Brasil em toneladas, de 1961 a 2013
- Figura 6 – Microscopia eletrônica de varredura da borra de abacate
- Figura 7 – Exemplos de produtos nutracêuticos à base de óleo de abacate comercializados no Brasil
- Figura 8 – Diagrama simplificado do processo mecânico convencional
- Figura 9 – Processo de extração por prensagem a frio
- Figura 10 – Exemplos de embalagens de óleo de abacate disponíveis no mercado
- Figura 11 – Processo de extração mecânico convencional adaptado
- Figura 12 – Abacates da variedade Hass
- Figura 13 – Modelo de lavadora de frutas disponível no mercado
- Figura 14 – Modelo de triturador disponível no mercado
- Figura 15 – Polpa com casca de abacate Hass triturada (Material granulado)
- Figura 16 – Modelo de secador
- Figura 17 – Polpa de abacate Hass com a casca triturado e seco
- Figura 18 – Modelo de prensa disponível no mercado
- Figura 19 – Tanque de decantação refrigerado
- Figura 20 – Modelo de envasadora disponível no mercado
- Figura 21 – Cálculo da taxa interna de retorno

Figura 22 – Análise de sensibilidade em função do preço do abacate comercial

Figura 23 – Análise de sensibilidade em função da capacidade de produção

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – “Variedades de abacate e respectivas épocas de maturação dos frutos da coleção de germoplasma do Centro de Fruticultura - Núcleo Experimental de Campinas – IAC, Campinas, SP, 1990”

Quadro 2 – Composição físico-química da polpa fresca de abacate da variedade Avocado (Hass) – Laboratório de Bromatologia do Departamento de Agronegócios, Alimentos e Nutrição – ESALQ/USP

Quadro 3 – Perfis de ácidos graxos do óleo de abacate da variedade Hass e azeite de Oliva, encontrados por diferentes autores

Quadro 4 – Características de qualidades recomendadas pela FAO.

Quadro 5 – Padrões propostos para o óleo de abacate

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Preços médios (\$/kg) praticados nos dez principais produtores de abacate do mundo no período de 2010 a 2015 segundo dados da FAO (2017)

Tabela 2 – Média de preços mensais praticados em 41 cidades brasileiras

Tabela 3 – Levantamento de preços nacionais

Tabela 4 – Levantamento de preços internacionais

Tabela 5 – Vantagens e desvantagens dos principais materiais para embalagens de óleos vegetais

Tabela 6 – Peso médio, peso da polpa com a casca e percentual de polpa com a casca (m/m)

Tabela 7 – Cronograma de produção anual

Tabela 8 – Capacidade máxima instalada, considerando a operação da planta de 7 meses

Tabela 9 – Estimativa de custo de equipamentos

Tabela 10 – Investimento de capital

Tabela 11 – Estimativas dos custos fixos

Tabela 12 – Consumo total de energia elétrica

Tabela 13 – Custo total com refrigeração, considerando operação na capacidade máxima da planta

Tabela 14 – Custos variáveis unitários

Tabela 15 – Mão de obra direta

Tabela 16 – Custos operacionais

Tabela 17 – Estimativa de fluxo de caixa anual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO GERAL	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 VARIEDADES E SAZONALIDADE	17
3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO FRUTO	18
3.3 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DO ABACATE HASS	20
3.4 PRODUÇÃO DE ABACATE NO MUNDO	21
3.5 PRODUÇÃO DE ABACATE NO BRASIL	23
3.6 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEO DE ABACATE	24
3.7 MERCADO DO ÓLEO DE ABACATE	25
3.8 UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	27
3.9 UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS	27
3.10 UTILIDADE NUTRACÊUTICA	28
3.11 PROCESSAMENTO	30
3.12 ESTABILIDADE DO ÓLEO	33
3.13 LEGISLAÇÃO E PADRONIZAÇÃO	37
4 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DO PROCESSO	41
4.1 METODOLOGIA DA REVISÃO	41
4.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	42
4.2.1 Resultados	43
4.3 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	44
4.3.1 Critérios de projeto	44
4.3.2 Cronograma de produção	45
4.3.3 Dados de rendimentos do processo	45

4.3.4 Dimensionamento e escolha dos equipamentos	46
4.4 CÁLCULOS	56
4.4.1 Investimento de capital	56
4.4.2 Depreciação	59
4.4.3 Custos operacionais fixos	60
4.4.4 Custos operacionais variáveis	60
4.4.5 Mão de obra direta	64
4.4.6 Formação do preço de venda e cálculo da receita bruta anual	64
4.5 FLUXO DE CAIXA	66
4.6 ANÁLISE DE INDICADORES	66
4.6.1 Ponto de equilíbrio operacional	66
4.6.2 Período de recuperação do investimento	67
4.6.3 Taxa interna de retorno	68
4.7 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	70
4.8 ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA	71
5 CONCLUSÕES	72
SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

1 INTRODUÇÃO

O abacate, fruto com denominação botânica *Persea americana* Mill. é originário da região correspondente ao México, Antilhas e Guatemala. No Brasil, desde o descobrimento até o final do século XVIII não há relatos de sua presença. Foi oficialmente introduzido em 1809 por Luiz de Abreu Vieira da Silva, que ao vir de Caiena (Guiana Francesa) trouxe consigo quatro mudas de abacateiros da raça Antilhana e as plantou no Horto Real, atual Jardim Botânico do Rio de Janeiro. A partir das mudas originou-se a variedade Manteiga, que, atualmente é cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (SOUZA; PEIXOTO; TOLEDO, 1995, p.15).

Segundo Tango, Carvalho e Soares (2004) o elevado teor da fração lipídica em algumas variedades - até 31% na polpa fresca de abacate Hass, assim como o elevado teor de ácidos graxos monoinsaturados, fazem do abacate uma matéria-prima competitiva para o mercado de extração de óleos vegetais comestíveis. De acordo com Duarte *et al.* (2016) o abacate Hass se tornou uma matéria-prima competitiva para o desenvolvimento de produtos nos segmentos de cosméticos e fármacos, o que favorece sua aplicação em produtos inovadores para o mercado de alimentos funcionais no Brasil e no mundo (BARBOSA, 2010). Neste contexto, o presente trabalho visa fundamentar a viabilidade técnica e econômica para um processo de extração e produção do óleo de abacate, a partir da polpa do fruto verde com a casca, cujo processamento nestas condições não há relatos na literatura.

2 OBJETIVO GERAL

No presente trabalho pretende-se avaliar a viabilidade técnica e econômica com vistas à instalação de uma unidade industrial produtora de óleo de abacate a partir da variedade Hass por prensagem contínua.

Para atingir o objetivo proposto as seguintes etapas foram executadas:

- i. Avaliação técnica do rendimento e da eficiência do processo em uma unidade piloto usando abacates Haas comercializados no Brasil;
- ii. Levantamento de preços praticados no mercado nacional para construção e instalação da planta;
- iii. Avaliação de custos operacionais variáveis em especial de utilidades e mão de obra;
- iv. Avaliação dos custos operacionais fixos, em particular custos de administração, distribuição;
- v. Cálculo dos índices econômicos tradicionalmente recomendados em um estudo de pré-viabilidade econômica: período de retorno do investimento, ponto de equilíbrio e taxa interna de retorno (TIR);
- vi. Estudo de sensibilidade paramétrica para definir os principais parâmetros de riscos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 VARIEDADES E SAZONALIDADE

As três principais variedades, originárias da América Central, “englobam mais de quinhentas cultivares” conforme Swisher (1988, *apud* (SANTANA, 2014, p. 21)). Além disso, as mais valorizadas em nível mundial são a Hass e a Fuerte, desenvolvidas na Califórnia e vendidas no Brasil com o nome de *avocado* (FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005). De acordo Farr e Proctor (2014, p. 20, tradução nossa), “[...] mais de 90% da produção mundial de abacates é da cultivar Hass [...]”. Segundo Gómez-López (2000) o alto rendimento, a baixa susceptibilidade a doenças, forma de cultivo, as preferências dos consumidores e o tipo de processamento ou produto final, ditam a escolha de cultivares para o plantio.

No Quadro 1 observa-se que apesar das diferentes épocas de colheita para cada cultivar, a diversidade no Brasil permite a extração do óleo durante todo o ano.

Quadro 1 – “Variedades de abacate e respectivas épocas de maturação dos frutos da coleção de germoplasma do Centro de Fruticultura – Núcleo Experimental de Campinas – IAC, Campinas, SP, 1990”

Variedades	Época da colheita	Variedades	Época da colheita
Pollock	Janeiro – Março	Fuerte	Julho – Agosto
Barker	Fevereiro - Março	Glória	Julho – Agosto
Simmonds	Fevereiro - Março	Hass	Julho – Setembro
Waldin	Março – Abril	Mac Donald	Julho – Setembro
Vitória	Abril – Maio	Winslow	Agosto – Setembro
Quintal	Maio – Junho	Itzmna	Agosto – Outubro
Westin	Maio – Junho	Carlsbad	Setembro – Outubro
Collinson	Maio – Julho	Mayapan	Setembro – Outubro
Fortuna	Maio – Julho	Monte d'Este	Setembro – Outubro
Winslowson	Junho – Julho	Sinaloa	Setembro – Outubro
Linda	Junho – Agosto	Wagner	Setembro – Outubro
Anaheim	Julho – Agosto	Ouro Verde	Setembro – Novembro

Fonte: Tango, Carvalho e Soares (2004, p. 18)

3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO FRUTO

A estrutura do fruto, apresentada na Figura 1, é composta pela casca ou exocarpo, polpa ou mesocarpo, endocarpo e semente.

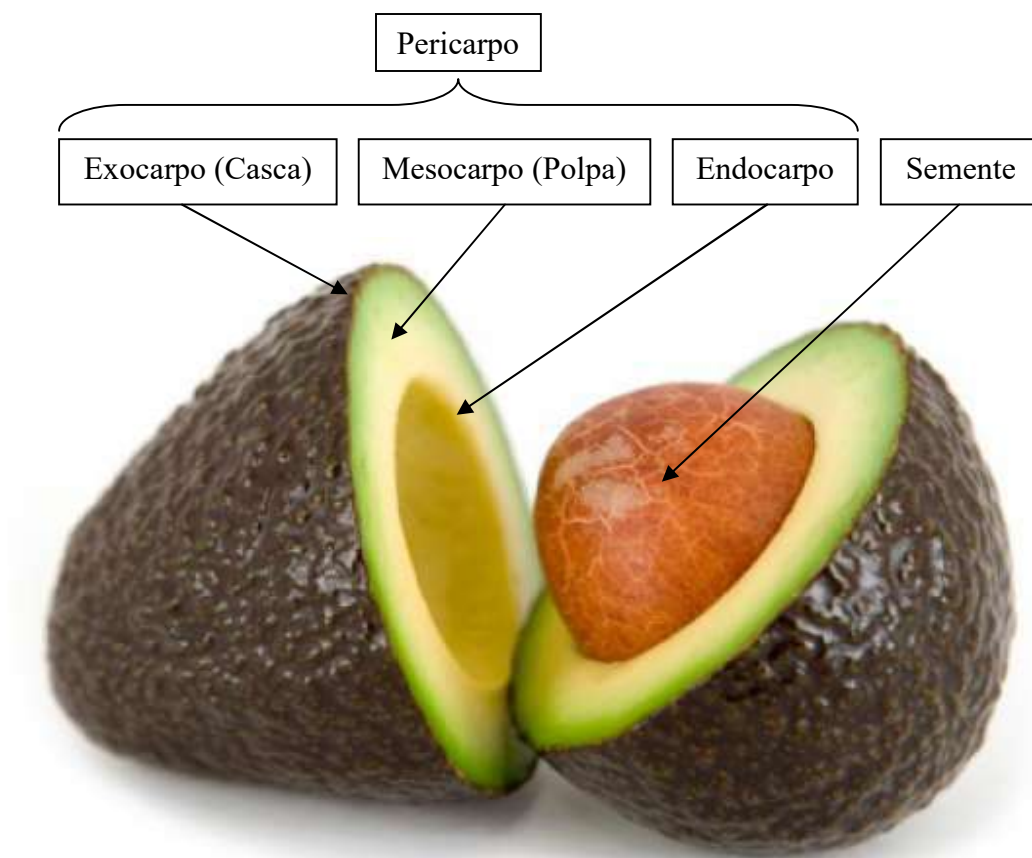


Figura 1 – Ilustração do fruto de abacate Hass seccionado ao meio exibindo sua morfologia (adaptado de SANTANA, 2014 e HEALTH, 2017)

De acordo com Tango e Turatti (1992) para extração de óleos, a polpa é a porção de maior interesse, pois nela está contida a maior parte dos lipídeos. Contudo, segundo Santana (2014, p. 31) a casca e o caroço somam de 30% a 35% do fruto, por outro lado, Daiuto et al. (2014, p. 417-418) cita que: “A proporção de casca, polpa e semente presentes no Abacate ‘Hass’ é de, respectivamente, 28,13; 58,71 e 13,16% [...]” totalizando 41,73%.

Gondim *et al.* (2005) em sua pesquisa demonstra que a casca do abacate é fonte de fibras e minerais, como cálcio e potássio. Ademais, citado em Santana (2014, p.31), exibe “[...] capacidade antioxidante [...]”, Daiuto *et al.* (2014) corrobora e quantifica os compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, além de ressaltar que:

“A maior atividade antioxidante na casca e na semente, em relação à polpa do abacate ‘Hass’, sugerem a utilização destes dois resíduos como fontes de antioxidantes naturais para aplicação na indústria de alimentos em substituição aos antioxidantes sintéticos.” (DAIUTO *et al.*, 2014, v.36, p. 422).

Na semente são encontradas proteínas, fibras e minerais além de grande quantidade de amido, que varia entre 8% a 30%, conforme citado por Santana (2014). No entanto, de acordo com Tango, Carvalho e Soares (2004), a presença de fatores antinutricionais na semente, para animais monogástricos, é o principal impedimento para sua utilização. Avocatinas, substâncias com ação antibiótica, também são encontradas no caroço (FREITAS *et al.*, 2000).

Quanto ao formato do fruto, de acordo com Barbosa *et al.* (p.1, 2010) “O fruto do abacate pode possuir formas de pera, ovalada ou arredondada com diâmetro e comprimento variando em função das variedades.”(Figura 2). O fruto pode apresentar outras variações como a espessura de sua casca, sendo esta mais grossa ou fina, textura da casca, sendo esta lisa ou rugosa, além de mudança da coloração com o amadurecimento.



Figura 2 – Formatos de frutos de abacate (*Persea americana* Mill., fonte: google imagens)

Por ser um fruto “climatério” (TANGO; TURATTI, 1992, p. 82), Santana (2014, p. 24) cita que: “[...] o amadurecimento ocorre entre 5 e 9 dias após a colheita, em temperaturas entre 15 e 24 °C [...]”.

De acordo com Salgado, Gomez e Cano-Salazar (2012), uma forma para avaliar o índice de maturidade após a colheita do abacate é através da fórmula:

$$\text{Índice de Maturidade (IM)} = \frac{\text{°Brix}}{\text{Acidez (\%)}}$$

Em que, o abacate da variedade Hass verde apresentou $IM = 15,38 \pm 0,83$, o abacate quase maduro $IM = 24,55 \pm 0,95$ e o abacate maduro $IM = 38,80 \pm 1,14$.

A figura 3, abaixo, ilustra os estágios de maturação do abacate Hass.



Figura 3 – Estágios de maturação do abacate Hass (fonte: google imagens)

3.3 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DO ABACATE HASS

Mooz *et al.* (2012) avaliou as características físico-químicas da polpa fresca de quatro diferentes espécies de abacate, com a finalidade de identificar qual possuiria maior potencial para a extração de óleo. A variedade Hass apresentou maior concentração de lipídeo corroborando com resultado encontrado por Tango, Carvalho e Soares (2002).

No Quadro 2 apresenta-se a composição físico-química encontrada por Mooz *et al.* (2012) para a variedade Hass.

Quadro 2 – Composição físico-química da polpa fresca de abacate da variedade Avocado (Hass) – Laboratório de Bromatologia do Departamento de Agronegócios, Alimentos e Nutrição – ESALQ/USP

Nutriente	Concentração aproximada (g de nutriente/100g de polpa fresca)
Umidade	79,37
Proteína	1,11
Lipídeo	10,15
Cinzas	0,78
Carboidratos	8,90

Fonte: Adaptado e traduzido de Mooz *et al.* (2012, p. 276)

3.4 PRODUÇÃO DE ABACATE NO MUNDO

Segundo Farr e Proctor (2014), entre 1999 a 2008 a produção mundial de abacate cresceu 52%. “Em 2011, a produção mundial foi de 4,4 milhões de toneladas, com aumento de 20% em relação ao período de 2007 a 2011” (DUARTE, *et al.*, 2016,p.747, tradução nossa). Alcançando no ano de 2013 4,7 milhões de toneladas (PEREIRA, 2015).

A produção dos frutos (toneladas) dos dez maiores produtores mundiais em 2013 está ilustrada na Figura 4.

Abacate, quantidade produzida (toneladas)

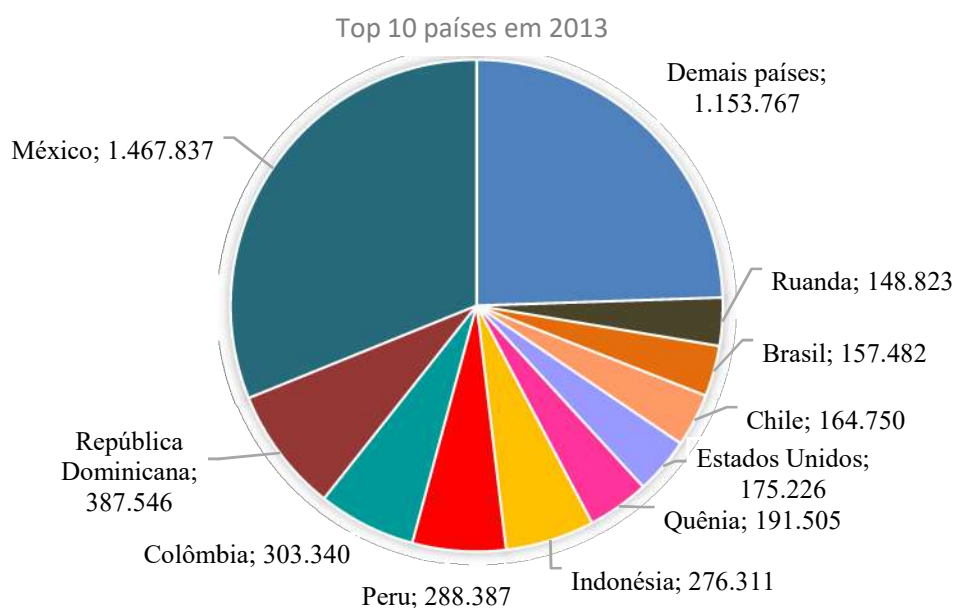


Figura 4 – Produção mundial de abacate em toneladas (autoria própria, fonte dos dados: FACTFISH, 2016)

Na Tabela 1 são mostrados os preços, em dólar por quilograma, praticados durante seis anos pelos dez principais produtores de abacate do mundo, assim como a média dos preços por ano e média total.

Tabela 1 – Preços médios (\$/kg) praticados nos dez principais produtores de abacate do mundo no período de 2010 a 2015 segundo dados da FAO (2017)

País/Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
Brasil	0,82	1,10	0,86	1,08	0,87	1,10	0,97
Chile	1,36	2,31	1,91	2,41	1,84	-	1,96
Colômbia	1,42	1,63	1,60	1,48	0,71	0,57	1,23
EUA	3,03	1,70	1,85	2,17	1,96	-	2,14
Indonésia	0,56	0,64	0,65	0,61	0,57	0,55	0,60
México	1,01	1,15	0,96	0,96	1,02	0,86	1,00
Peru	0,59	0,64	0,78	0,68	0,71	-	0,68
Quênia	0,21	0,22	0,29	0,30	0,20	0,24	0,24
Rep. Dom.	0,39	0,39	0,32	0,29	0,31	0,44	0,35
Ruanda	-	0,28	0,31	0,32	0,32	0,34	0,31
Média	1,04	1,01	0,95	1,03	0,85	0,59	0,95

Fonte: FAO (2017)

3.5 PRODUÇÃO DE ABACATE NO BRASIL

Em 2011 o Brasil produziu 160.400 toneladas ocupando o 9º lugar no ranking mundial, com destaque para os estados de São Paulo (47,5%), Minas Gerais (19,0%) e Paraná (11,2%), conforme citado por Duarte *et al.* (2016,p. 748). Em 2013 o Brasil ocupou a 8ª posição mundial em produção de abacate com aproximadamente 159.903 toneladas, cerca de 3,4% da produção mundial conforme relatado por Pereira (2015).

Na Figura 5, ilustra-se os valores médios das produções brasileiras (toneladas) no período de 1993 a 2013.

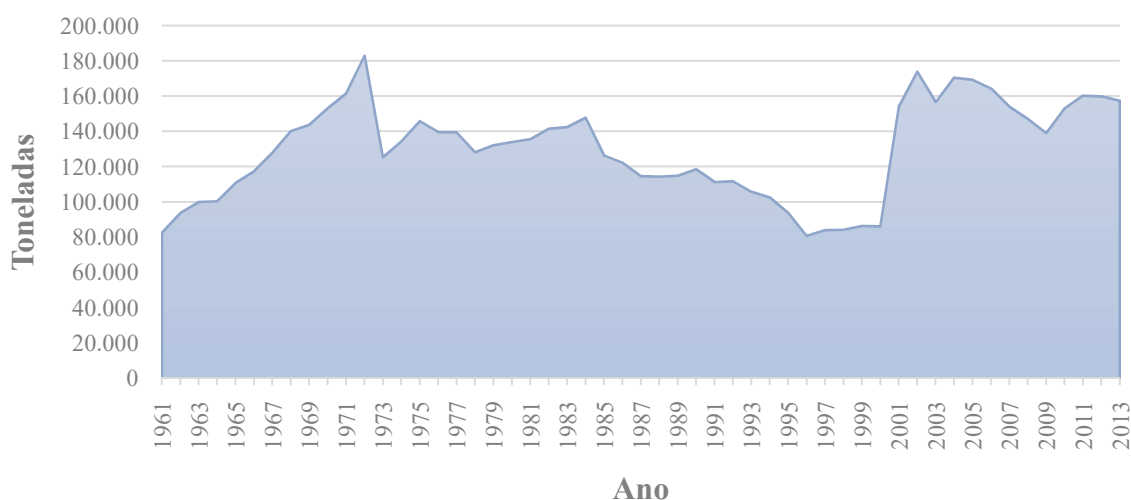


Figura 5 – Produção de abacate no Brasil em toneladas, de 1961 a 2013 (autoria própria, fonte: FACTFISH, 2016)

Na Tabela 2 ilustra-se o preço médio (média de 41 cidades brasileiras) (R\$/kg) do abacate (todas cultivares comerciais) praticado durante doze meses no ano de 2016.

Tabela 2 – Média de preços mensais praticados em 41 cidades brasileiras

Mês	*Preço (R\$/kg)	Mês	*Preço (R\$/kg)
Janeiro	3,71	Julho	3,61
Fevereiro	2,67	Agosto	2,92
Março	2,37	Setembro	3,29
Abril	2,20	Outubro	3,93
Maio	2,36	Novembro	5,61
Junho	2,54	Dezembro	5,77
Preço médio total:			3,39

* Para diferentes cultivares de abacate
Fonte: CEASA (2016)

De acordo com os valores reportados, o preço médio, no Brasil, em 2016, para diferentes variedades de abacate, foi de R\$ 3,39/kg. Entretanto, considerando a utilização do abacate Hass com período de maturação nos meses julho, agosto e setembro o preço médio no Brasil, foi de 3,27 R\$/kg em 2016.

3.6 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEO DE ABACATE

No Quadro 3 abaixo são explicitados os conteúdos de ácidos graxos, com valores aproximados em % (m/m) encontrados por alguns autores para o abacate Hass e para o azeite de Oliva, de fato, o óleo de abacate assemelha-se ao óleo de oliva, principalmente pela composição de ácidos graxos, sendo o ácido oleico (18:1) o principal ácido graxo (FERRARI 2015).

Quadro 3 – Perfis de ácidos graxos do óleo de abacate da variedade Hass e azeite de Oliva, encontrados por diferentes autores

	Palmítico (16:0)	Palmitoleico (16:1)	Esteárico (18:0)	Oleico (18:1)	Linoleico (18:2)	Linolênico (18:3)
(JORGE <i>et al.</i> , 2015)	19,4	11,4	-	54,7	13,2	0,8
(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2013)	8,2	5,2	0,34	64,7	14,5	3,9
(TANGO; CARVALHO; SOARES, 2004)	24,5	13,3	0,30	47,7	14,2	-
(SANTANA <i>et al.</i> , 2015)	25,9	13,4	0,45	48,0	11,0	0,6
Azeite de Oliva (SALGADO <i>et al.</i> , 2008)	10,8	-	3,8	69,5	14,9	0,6

- Valores não encontrados pelos autores

3.7 MERCADO DO ÓLEO DE ABACATE

Por não estar classificado como *commodity*, as informações referentes à produção e comércio mundiais do óleo de abacate, são ainda raras. Segundo a FAO (1992) a produção mundial do óleo de abacate, em 1981 foi de 300.000 toneladas e de acordo com Farr e Proctor (2014) cerca de 3% da produção de abacate foi destinada a produção de óleo extra virgem na Nova Zelândia. Durante a safra de 2008/2009 este país produziu mais de 150.000 litros de óleo.

Na Tabela 3 apresentam-se os dados reportados na internet para o preço do óleo de abacate comercializado no mercado nacional (consulta realizada em setembro de 2016, em sites brasileiros). Desconsiderando as diferenças de preços relacionadas às embalagens, o preço médio do óleo de abacate no Brasil foi de R\$ 187,95/kg.

Tabela 3 – Levantamento de preços nacionais

Site	Marca	Conteúdo (mL)	Preço unitário (R\$)	Preço por Litro (R\$)	Preço por kg (R\$)*
www.universodoaroma.com.br	WNF	50	19,99	399,80	359,82
www.lar-natural.com.br	Phytoterápica	60	27,20	453,33	408,00
www.belavidanatural.com.br	BioEssência	120	33,20	276,67	249,00
www.zonacerealista.com.br	Hass	250	26,99	107,96	97,16
www.lojadamimo.com.br	Pazze	250	35,00	140,00	126,00
www.mercadolivre.com.br	Hass	250	21,90	87,60	78,84
www.homemdaterra.com.br	COPRA	250	39,06	156,24	140,62
www.biovea.net/br	Life-flo	473	137,60	290,91	261,82
www.mercadolivre.com.br	Hass	500	38,90	77,80	70,02
www.mercadolivre.com.br	Pazze	1000	98,00	98,00	88,20
Preço médio total:					187,95

*Considerando a densidade do óleo igual a 0,91

Fonte: autoria própria

Na Tabela 4 estão apresentados os preços de diferentes marcas de óleo de abacate encontrados no mercado externo, obtidos na internet (consulta realizada em março de 2016).

Tabela 4 – Levantamento de preços internacionais

Site	Marca	Conteúdo (mL)	Preço unitário (R\$)**	Preço por Litro (R\$)	Preço por kg (R\$)*
Estados Unidos					
www.amazon.com	La Tourangelle	500	43,17	86,34	77,70
www.amazon.com	Olivado	250	45,70	182,78	164,51
www.amazon.com	Chosen Foods	2000	111,10	55,55	50,00
www.amazon.com	Calpure	250	28,51	114,05	102,64
Média					98,71
México					
www.amazon.com.mx	Yasin	250	15,05	60,21	54,19
www.mercadolibre.com.mx	Massimo Gusto	2000	354,43	177,21	159,49
www.mercadolibre.com.mx	La Tourangelle	500	235,25	470,50	423,45
www.mercadolibre.com.mx	Chosen Foods	1000	240,12	240,12	216,11
Média					213,31
Nova Zelândia					
shop.countdown.co.nz	Olivado	250	21,45	85,80	77,22
shop.countdown.co.nz	Grove	250	25,97	103,88	93,49
shop.countdown.co.nz	The Village Press	500	25,97	51,94	46,75
Média					72,48
Espanha					
www.amazon.es	Paltita	250	191,54	766,18	689,56
www.amazon.es	Chosen Foods	140	31,67	226,19	203,57
www.amazon.es	Olivado	250	47,50	190,00	171,00
Média					354,71

*Considerando a densidade do óleo igual a 0,91

**Considerando a cotação do dólar realizada no dia 13/01/2017 às 11:12 de R\$ 3,20 (UOL, 2017), e, considerando as cotações das moedas de cada país efetuadas no dia 02/03/2017 às 15 horas e convertidas para os valores em Real.

Fonte: autoria própria

Desconsiderando as diferenças de preços relacionadas às embalagens e ao frete, o preço médio entre os países, supracitado, por quilograma de óleo foi de R\$ 184,80. Entretanto, notou-se uma disparidade nos preços praticados entre os países devido a condições mercadológicas, disponibilidade e preço da matéria-prima. A média na Nova Zelândia, por exemplo, foi cerca de R\$ 72,48/kg enquanto que para a Espanha foi de até R\$ 354,71/kg.

3.8 UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Na indústria de alimentos há a possibilidade de utilizar o óleo de abacate puro para o uso comestível. Salgado *et al.* (2008) ressalta a importância do consumo do óleo de abacate devido aos elevados teores de β -sitosterol e ácido oleico, que atuam como coadjuvante no tratamento de hiperlipidemias.

Além disso, poderia ser usado em mistura de óleos vegetais (SALGADO *et al.*, 2008) e como matéria-prima para diversos outros produtos alimentícios, como a maionese por exemplo. Sendo assim, uma alternativa para trazer produtos de melhor qualidade aos brasileiros.

A torta gerada a partir da extração do óleo de abacate poderia ser um ingrediente sustentável para a formulação de produtos de panificação como biscoitos, pães e massas, visto que retém compostos bioativos que não são extraídos na fração lipídica (CHAVES *et al.*, 2013).

3.9 UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

Segundo Tango, Carvalho e Soares (2004, p.17) parte do óleo de abacate produzido no mundo, destina-se às indústrias farmacêuticas e de cosméticos. Citam também que o óleo de abacate apresenta em sua composição uma fração insaponificável que é responsável por propriedades regenerativas da epiderme. Ademais, o óleo também apresenta: fácil absorção pela pele, sendo usado como veículo de substâncias medicinais; alto poder de absorção de perfumes, de grande valia para a indústria de cosméticos; fácil formação de emulsão, tornando-o ideal para fabricação de sabões finos.

Uma alternativa de aproveitamento é a utilização da borra obtida na etapa de refino do óleo bruto, em consonância com Cordeiro *et al.* (2013) que avaliou o uso do caroço de azeitona moído para a produção de sabonete esfoliante. Esta é uma suspensão concentrada de material particulado fibroso formado na prensagem, em óleo de abacate, sendo um material rico em compostos bioativos.

A Figura 6 corresponde a uma fotografia feita por microscopia eletrônica de varredura da borra separada do óleo bruto por centrifugação, em que se observam as gotas de óleo dispersas no material sólido.

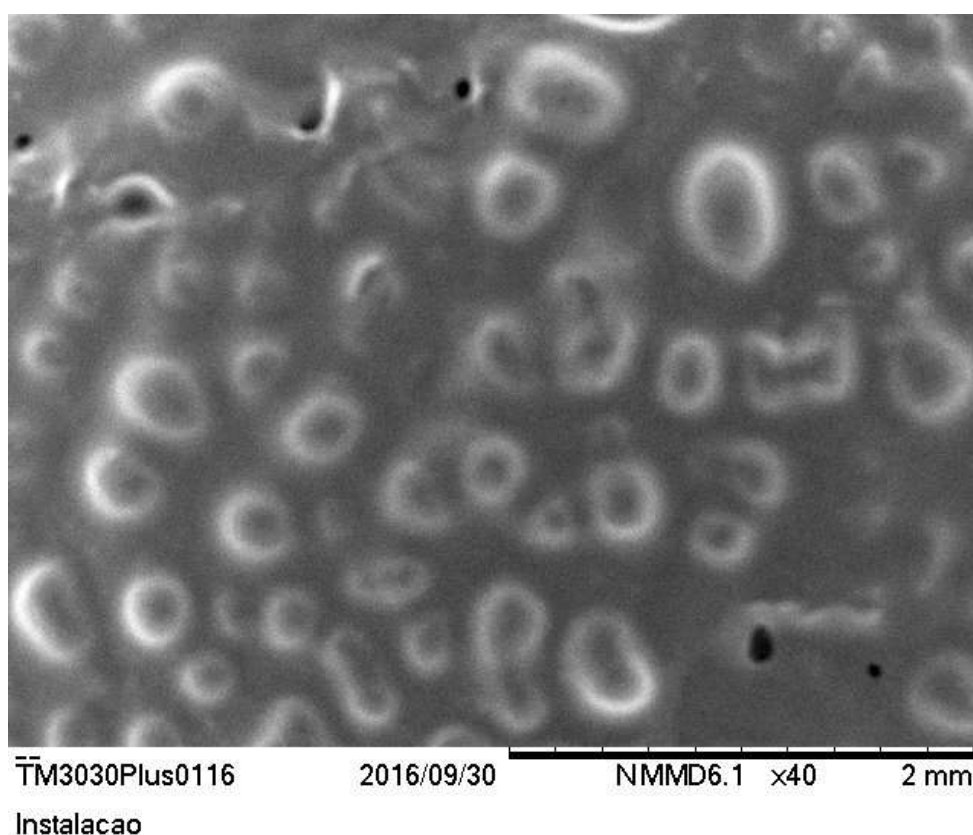


Figura 6 – Microscopia eletrônica de varredura da borra de abacate (autoria própria)

3.10 UTILIDADE NUTRACÊUTICA

Diversos autores ressaltam a presença de substâncias bioativas na composição do óleo de abacate e suas propriedades funcionais (TANGO, 2004; SALGADO, 2008; MOZZ, 2012; OLIVEIRA, 2013; KUNDU, 2014; FERRARI, 2015; JORGE, 2015; DUARTE, 2016; ABAIDE, 2017).Tango, Carvalho e Soares (2004) citam o predomínio de ácido oleico na composição de ácidos graxos, assim como, seus efeitos benéficos em relação à redução do risco de doenças cardiovasculares, controle do colesterol total e de triglicerídeos. Já Kundo e

Chun (2014) destacam a utilização do abacate seco em processos de quimioprevenção de certos tipos de câncer.

Corroborando com os autores supracitados, Duarte *et al.*(2016, p. 748, tradução nossa) cita a presença de vitaminas lipossolúveis: “[...] incluindo vitaminas A e B, e níveis médios das vitaminas D e E [...]”. Além disso, ressalta os componentes secundários bioativos, tais como tocoferóis, esqualeno, β -sitosterol, campesterol, e acetato de cicloartenol, todos, com efeitos positivos sobre a saúde.

A Figura 7 ilustra alguns dos produtos já comercializados no Brasil.



Figura 7 – Exemplos de produtos nutracêuticos à base de óleo de abacate comercializados no Brasil (fonte: google imagens)

3.11 PROCESSAMENTO

A fração lipídica está contida em uma emulsão finamente dispersa nas células da polpa da fruta, logo, o processo de extração requer ruptura não só das paredes celulares, mas também da estrutura da emulsão (LEWIS *et al.*, 1978).

A diversidade de processos para obtenção do óleo de abacate contempla desde os mais simples e artesanais até processos de elevada sofisticação tecnológica, que envolvem aplicações de calor, pressões elevadas, tempos prolongados, produtos químicos coadjuvantes, auxiliares de prensagem e modernos equipamentos (FARR; PROCTOR, 2014).

Nos processos artesanais o óleo era obtido triturando a polpa em água, em seguida, a mistura é aquecida e o óleo removido da fração sobrenadante (COSTAGLI; BETTI, 2015). Contudo, este processo apresenta baixo rendimento devido à pequena diferença de densidade entre o óleo e a suspensão.

A partir do início do século XIX, a maioria das usinas implementaram o uso de prensas hidráulicas ou contínuas para extrair o óleo a partir de polpas oleaginosas desidratadas. No século XX foi re-introduzido o processo de extração aquosa a partir da polpa úmida. Neste caso, a separação óleo água é conduzida por centrifugação garantindo alta eficiência e maior qualidade do produto, pois evita a etapa de secagem onde em geral ocorre hidrólise e/ou oxidação do óleo promovida pelo contato com ar quente e úmido. Mais recentemente utiliza-se em alguns países a extração aquosa com auxílio de catalisadores enzimáticos ricos em celulases, xilanases e pectinases de forma a aumentar o rendimento de extração e preservar as principais características funcionais dos lipídeos (FREITAS *et al.*, 1993)

Segundo Costagli e Betti (2015, p.2, tradução nossa), dois métodos principais estão em uso para a extração do óleo de abacate em escala industrial, são eles: “extração mecânica tradicional” e extração por prensagem a frio (“cold-pressed extraction”). Segundo estes autores o processo de “extração mecânica tradicional”, compreende uma série de etapas e apresentam um rendimento que varia entre 60% a 80% (massa de óleo extraído / massa de óleo total na polpa seca). Independente do processo escolhido, as primeiras etapas ocorrem na área pós-colheita, onde o fruto é recebido, selecionado, higienizado e estocado para o processamento.

O diagrama de blocos da Figura 8 ilustra o processo mecânico convencional citado por Tango e Turatti (1992, p. 167-168).

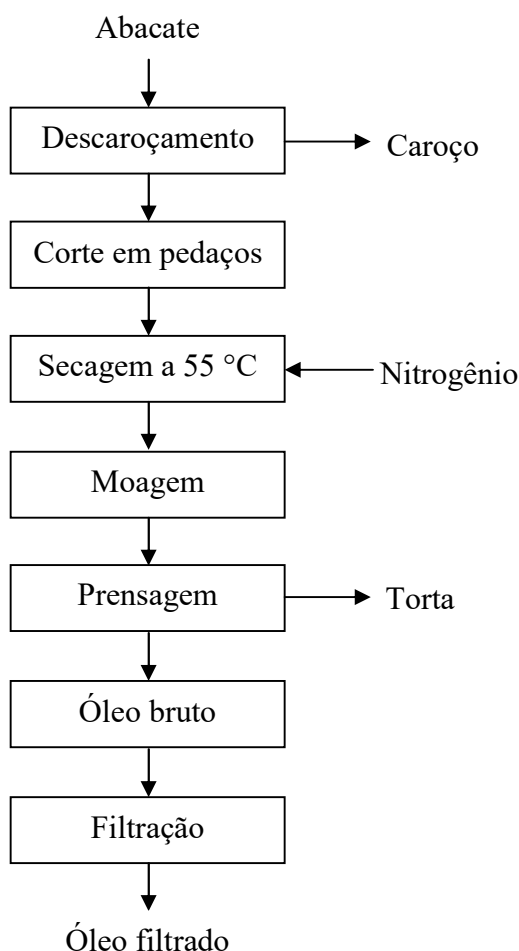


Figura 8 – Diagrama simplificado do processo mecânico convencional (adaptado de TANGO e BETTI, 1992, p. 168)

Recentemente, Santana *et al.* (2015, p. 1006, tradução nossa), concluiu que: “[...] a combinação de secagem por micro-ondas e prensagem para extração de óleo é uma tecnologia promissora.”, apesar de o processo de secagem convencional a 60 °C seguido de prensagem apresentar melhor rendimento.

A extração por prensagem a frio, foi implementada na Nova Zelândia e advém do processamento atual das usinas de extração de óleo de oliva (FARR; PROCTOR, 2014; COSTAGLI; BETTI, 2015; FERRARI, 2015).

De fato:

“A extração do óleo de abacate a partir de frutos da variedade Hass utilizando o processo de obtenção de azeite de oliva adaptado é possível e ambos podem ser produzidos na mesma instalação industrial.” (FERRARI, 2015, p. 83).

O diagrama de blocos da Figura 9 ilustra o processo de extração por centrifugação a frio.

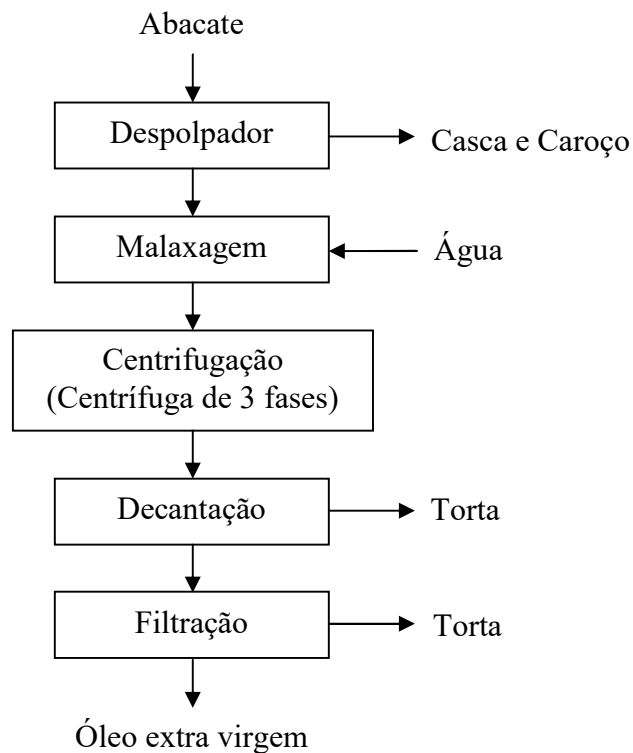


Figura 9 – Processo de extração por prensagem a frio (adaptado de FERRARI, 2015, p. 80)

No processo de extração por centrifugação a frio a utilização da polpa com a casca torna-se uma barreira tecnológica visto que a centrífuga não foi desenvolvida para operar com muitos sólidos insolúveis. Entretanto, de acordo com Costagli e Betti (2015) cerca de 10% de casca é permitido neste processo.

3.12 ESTABILIDADE DO ÓLEO

A qualidade do óleo está diretamente ligada aos processos de colheita, manipulação, processamento do fruto e armazenamento do óleo. De acordo com Whiley *et al.* (1996) quando a colheita do fruto é feita tardiamente, pode ocorrer a exposição da polpa devido ao rompimento da casca, isso pode causar perdas na qualidade futura do óleo.

Em contrapartida, de acordo com Church e Chace (1922, *apud* (SANTANA, 2014, p. 24)) se for realizada antes da maturação adequada, o fruto tende a murchar, sua polpa ficar aguada e não adquirir aromas característicos.

Os danos mecânicos sofridos durante a manipulação, armazenamento e transporte “[...] levam a modificações físicas (danos físicos) e/ou alterações fisiológicas, químicas e bioquímicas que modificam a cor, o aroma, o sabor e a textura dos vegetais”, conforme Sanches, Durigan J. e Durigan M. (2008, p. 165), afetando também a qualidade do óleo, como também relatado por Gordon (2009, p. 320).

As principais qualidades de um óleo vegetal são suas propriedades nutricionais, sua composição lipídica, aroma e cor. Um conhecimento preciso desses atributos e seu comportamento durante a estocagem é importante para determinar a vida de prateleira desse produto. Os óleos, devido a sua baixa umidade, são geralmente estáveis microbiologicamente, mas estão sujeitos a alterações físicas e químicas quando submetidos a fatores extrínsecos como temperatura, luz, enzimas e oxigênio (GORDON, 2009; FILHO, 2014).

Geralmente quando se faz a extração de óleos vegetais, o fruto ou a semente devem ser moídos ou triturados deixando o fruto exposto à luz, além de serem submetidos à secagem com ar quente expondo-o diretamente ao oxigênio e ao calor, fazendo com que o processamento torne-se um ponto crítico de controle (BERASATEGI *et al.*, 2012; COSTAGLI, 2015; GORDON, 2009; SANTANA *et al.*, 2015).

De modo geral os óleos vegetais, são vulneráveis à hidrólise e oxidação e devem ser adequadamente protegidos por embalagens ao longo da sua vida comercial. Segundo Gordon (2009, p. 328) as embalagens mais utilizadas para óleos vegetais são: latas de folha de flandres, garrafas de vidro, PET, garrafas de PEAD e embalagens cartonadas. A seleção do tipo de embalagem normalmente está atrelada a critérios de marketing e econômicos, entretanto, embalagens adequadas proporcionam condições que asseguram a vida útil do produto (KANAVOURAS; HERNANDEZ-MUNOZ; FRANK, 2006). Além disso, conforme

citado por Gordon (2009) existem outros critérios importantes a serem observados, tais como: permeabilidade ao oxigênio, transmissão de luz, geometria, embalagens inertes, tecnologias de envase e fechamento. Segundo a permeabilidade ao oxigênio e a transmissão de raios UV pela embalagem são os principais parâmetros de controle devido à sensibilidade oxidativa dos triglicerídeos. Muitos aditivos já são disponíveis e aplicados comercialmente em embalagens plásticas e de vidro afim de reduzir a transmissão de raios UV.

Outros fatores destacados por Gordon (2009) são a geometria e a escolha de materiais das embalagens. Neste caso, deve-se observar a área superficial interna das mesmas, em que, caso o material apresente permeabilidade relevante, a área deverá ser a mínima possível e o *headspace* deverá ter o menor volume possível, garantindo assim a menor quantidade de O₂ disponível para oxidação. Além disso a geometria deve proporcionar proteção ao produto, praticidade ao uso e apelo de marketing. A escolha de materiais inertes no interior da embalagens pode eliminar as interações óleo-embalagem favorecendo a vida de prateleira do produto, preservando o valor nutricional e a estabilidade ou reduzindo o nível de contaminação química por migração e fenômenos de sorção. O material mais inerte é o vidro, seguido dos metais e plásticos.

As etapas de envase e fechamento podem afetar significativamente a qualidade do óleo, um procedimento eficaz avaliado por Oliveira *et al.* (2001) é a substituição do ar contido no headspace por N₂ gasoso através da injeção de N₂ líquido.

Segundo Gordon (2009, p. 330, tradução nossa) os principais fatores a serem observados são: “material utilizado, projeto e revestimento adotado”, esses fatores devem garantir: “hermeticidade, abertura fácil e possibilidade de religamento”. O autor também cita que em embalagens metálicas e de vidro a estabilidade é ditada pela qualidade inicial do óleo e das condições de processamento. Por essa razão, a presença de antioxidantes naturais nos óleos vegetais tem sido enfatizada, por exemplo, para o óleo de abacate:

“[...] a utilização dos frutos nos estado de maturação verde e/ou a presença da casca durante a extração por prensagem agregaram ao óleo substâncias com capacidade antioxidante e relevantes para o aumento da resistência oxidativa.” (SANTANA, 2014, p. viii)

Além disso, a presença dos antioxidantes naturais é tanto proteção para o produto, como também, um atributo nutricional relevante para o consumidor (GORDON, 2009).

Na Tabela 5 estão resumidas as principais vantagens e desvantagens dos materiais comumente empregados na embalagem de óleos.

Tabela 5 – Vantagens e desvantagens dos principais materiais para embalagens de óleos vegetais

Material	Vantagens	Desvantagens
Vidro*	<ul style="list-style-type: none"> - Material inerte - Proteção eficaz contra O₂ - Proteção eficaz contra umidade e gases - Proteção eficaz contra microorganismos - Processo de fechamento simples 	<ul style="list-style-type: none"> - Maior peso - Maior custo - Fragilidade a impactos mecânicos - Proteção moderadamente eficaz contra a luz
Metal*	<ul style="list-style-type: none"> - Proteção eficaz contra luz - Proteção eficaz contra O₂ - Proteção eficaz contra umidade e gases - Proteção eficaz contra microorganismos - Resistência a impactos mecânicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo mediano - Procedimento de fechamento mais sofisticado - Pode oxidar e comprometer a qualidade do óleo - Podem ocorrer problemas de migração e sorção produzindo off-flavor - Processo de fechamento mais sofisticado
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> - Menor peso - Baixo custo - Processo de fechamento simples - Resistência a impactos mecânicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Permeabilidade elevada - Podem ocorrer problemas de migração e sorção produzindo off-flavor - Garantem menor vida de prateleira

*Dependem do sistema de fechamento

Fonte: Gordon (2009)

Na Figura 10 são ilustradas algumas embalagens de óleo de abacate encontradas no mercado.



Figura 10 – Exemplos de embalagens de óleo de abacate disponíveis no mercado (fonte: google imagens)

3.13 LEGISLAÇÃO E PADRONIZAÇÃO

Compete à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) legislar sobre os procedimentos que devem ser adotados para a produção e comercialização de óleos, gorduras e creme vegetais produzidos no Brasil.

Em 2005, a agência aprovou o REGULAMENTO TÉCNICO PARA ÓLEOS VEGETAIS, GORDURAS VEGETAIS E CREME VEGETAL, em que, estabelece os padrões de identidade e qualidade para os óleos vegetais.

A norma definiu-se como óleo vegetal, no qual se encaixa o óleo de abacate, o seguinte:

“[...] são os produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécie(s) vegetal(is). Podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura.” (BRASIL, 2005a).

Ademais, estabelece que: “[...] os óleos vegetais se apresentam na forma líquida à temperatura 25 °C [...]”, e, quanto à designação: “devem ser designados de ‘Óleo’, seguido do nome comum da espécie vegetal utilizada. A designação pode ser acrescida de expressão(ões) relativa(s) ao processo de obtenção ou característica específica.” (BRASIL, 2005a).

O regulamento dispõe dos requisitos específicos, dos quais se destacam os seguintes para óleos em geral:

- Acidez máxima de 0,6 mg KOH/g para óleos vegetais refinados;
- Acidez máxima de 4,0 mg KOH/g para óleos prensados a frio e não refinados;
- Índice de peróxidos máximo de 10 meq/kg para óleos vegetais refinados;
- Índice de peróxidos máximo de 15 meq/kg para óleos prensados a frio e não refinados.

Segundo a norma, a identidade dos óleos vegetais deve atender ao *Codex Alimentarius* – FAO/OMS. Para o *Codex*, o padrão para gorduras e óleos não abrangidos por normas individuais, o óleo de abacate seguirá, também, as seguintes recomendações dadas no Quadro 4 (FAO, 1999).

Quadro 4 – Características de qualidades recomendadas pela FAO

Característica	Máximo permitido
Chumbo (Pb)	0,1 mg/kg
Arsênio (As)	0,1 mg/kg
Material volátil a 105 °C	0,2 % (m/m)
Impurezas insolúveis	0,05 % (m/m)
Teor de Sabão	0,005 % (m/m)
Ferro (Fe)	
Óleos refinados	2,5 mg/kg
Óleos virgens	5,0 mg/kg
Óleo prensado a frio	5,0 mg/kg
Cobre (Cu)	
Óleos refinados	0,1 mg/kg
Óleos virgens	0,4 mg/kg
Óleo prensado a frio	0,4 mg/kg

Fonte: Adaptado e traduzido de FAO (1999)

Segundo a Resolução RDC nº 278, de 22 de setembro de 2005 os óleos vegetais, gorduras vegetais e cremes vegetais são dispensados da obrigatoriedade de registro (BRASIL, 2005b), contudo, devem seguir todas as exigências dispostas no Manual de Procedimentos Básicos para Registro e Dispensa da Obrigatoriedade de Registro de Produtos Pertinentes à Área de Alimentos disposto pela Resolução nº 23, de 15 de março de 2000 (Brasil, 2000).

O Quadro 5 exhibe as normas propostas para padronização do óleo de abacate citado por Wong, Requejo-Jackmam e Woolf (2010).

Quadro 5 – Padrões propostos para o óleo de abacate

Características		Extra virgem	Virgem	Puro (Refinado)	Mistos (Refinado)
Geral		<ul style="list-style-type: none"> - Óleo extraído de frutos de alta qualidade (níveis mínimos de degradação e defeitos fisiológicos); - A extração é feita usando apenas métodos mecânicos incluindo prensas, prensa de parafuso e decantadores e ocorre em baixas temperaturas (< 50 °C); - As adições de água e de alguns auxiliares de processos são aceitos, mas, solventes químicos não podem ser usados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Óleo extraído de frutos com algum nível de degradação e defeitos fisiológicos; - A extração é feita usando apenas métodos mecânicos incluindo prensas, prensa de parafuso e decantadores e ocorre em baixas temperaturas (< 50 °C); - As adições de água e de alguns auxiliares de processos são aceitos, mas, solventes químicos não podem ser usados. 	<ul style="list-style-type: none"> - A qualidade do fruto não é importante; - Apresenta baixa acidez, descolorido, desodorizado e sabor suave; - Óleo produzido a partir de um óleo de abacate virgem de boa qualidade; - Pode ser apenas óleo de abacate ou uma infusão com ervas naturais ou aromas de frutas. 	<ul style="list-style-type: none"> - O óleo de abacate é excelente para fazer misturas com azeite de oliva extra virgem, óleos de semente de abóbora e macadâmia; - As especificações e os componentes devem estar contidos no rótulo.
Organolépticas	Odor e sabor	Flavor característico do abacate e as avaliações sensoriais mostram moderados (acima de 40 na escala de 100) níveis de grama e cogumelo / manteiga com um pouco de defumado.	Flavor característico do abacate e as avaliações sensoriais mostram algum (acima de 20 na escala de 100) nível de grama e cogumelo / manteiga com um pouco de defumado.	Características brandas de uma infusão de limão, pimenta, alecrim, etc.	Dependente do tipo de mistura.
	Defeitos	Mínimo ou nenhum defeito tal como acabamento e notas de peixe abaixo de 20 e gelatinoso abaixo de 35, ambos valores médios em escala de 100 pontos em painel sensorial.	Baixos níveis de defeitos tal como acabamento e notas de peixe abaixo de 50, valores médios em escala de 100 pontos em painel sensorial.	Poucos defeitos tal como acabamento e notas de peixe abaixo de 50, valores médios em escala de 100 pontos em painel sensorial.	Poucos defeitos tal como acabamento e notas de peixe abaixo de 50, valores médios em escala de 100 pontos em painel sensorial.
	Cor	Verde intenso e atrativo.	Verde com uma tonalidade amarela.	Amarelo claro.	Dependente do tipo de mistura.
Ácidos graxos livres (% de ác. oleico)		≤ 0,5 %	0,8 – 1,0 %	≤ 0,1 %	Conforme especificação
Acidez		≤ 1,0 %	≤ 2,0 %	≤ 0,2 %	-
Índice de Peróxido		≤ 4,0	< 8,0	< 5,0	-

Características	Extra virgem	Virgem	Puro (Refinado)	Mistos (Refinado)
Estabilidade	2 anos em temperatura ambiente, quando estocado fora do alcance da luz e em presença de nitrogênio.	18 meses em temperatura ambiente, quando estocado fora do alcance da luz e em presença de nitrogênio.	> 2 anos em temperatura ambiente, quando estocado fora do alcance da luz e em presença de nitrogênio.	-
Ponto de fumaça	≥ 250 °C	≥ 200 °C	≥ 250 °C	-
Umidade	≤ 0,1 %	≤ 0,1 %	≤ 0,1 %	-
Composição de ácidos graxos % (Valores típicos)				
Palmítico (16:0)	10 – 25	-	-	-
Palmitoleico (16:1)	2 – 8	-	-	-
Esteárico (18:0)	0,1 – 0,4	-	-	-
Oleico (18:1)	60 – 80	-	-	-
Linoleico (18:2)	7 – 20	-	-	-
Linolênico (18:3)	0,2 – 1	-	-	-
Antioxidantes (mg/kg)				
Vitamina E	70 – 190	-	-	-
Traço de metais (mg/kg)				
Cobre	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05

Fonte: Adaptado e traduzido de Wong, Requeijo-Jackmam e Woolf (2010)

4 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DO PROCESSO

4.1 METODOLOGIA DA REVISÃO

Foi realizada uma pesquisa exploratória segundo os critérios de Gil (2002), em consonância com a metodologia de revisão narrativa ou tradicional, que permitiu uma busca em fontes diversificadas, sem necessidade de utilizar critérios explícitos e sistemáticos (CORDEIRO, 2007; ROTHER, 2007).

Estimativa do preço médio mundial do quilograma de abacate

Considerando a cotação do dólar americano (Taxa de Compra) do dia 13/01/2017 às 11:12 de R\$ 3,20 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017), o preço médio mundial do quilograma de abacate comercial, levando em conta os dez principais países produtores e os preços praticados de 2010 a 2015 apresentados na Tabela 1 supracitada, foi estimado em 3,04 R\$/kg.

Estimativa da produção

Quando se considera como referência mais recente a produção brasileira de abacate de 159.903 toneladas, em 2013, e admitindo que 3% desta produção poderiam ser destinadas a extração do óleo, observa-se um valor final aproximado de 4.798 toneladas de abacates por ano no Brasil para a extração de óleo.

Considerando uma participação de 5% neste mercado, 5% a menos em relação aos 10% esperado por Southinvest (2007) para óleo de abacate não comestível, obtém-se a estimativa para a produção de 240.000 kg de abacates por ano para a capacidade de produção instalada.

Tomando por base um rendimento mínimo de 0,16 kg de óleo por cada quilograma de abacate processado, de acordo com Costagli e Betti (2015), espera-se uma produção de 38.384 kg de óleo por ano.

4.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para avaliação do rendimento do processo de extração do óleo de abacate em escala piloto foi adotado o diagrama do processo convencional (Figura 11) modificando-se a temperatura de secagem que neste caso foi reduzida de 60 °C para 48 ± 2 °C, conforme resultados desenvolvidos na EQ-UFRJ e publicado por Santana *et al.*(2015). Abacates da variedade Hass produzidos no Brasil, do mesmo lote, safra de 2016 (Figura 12).

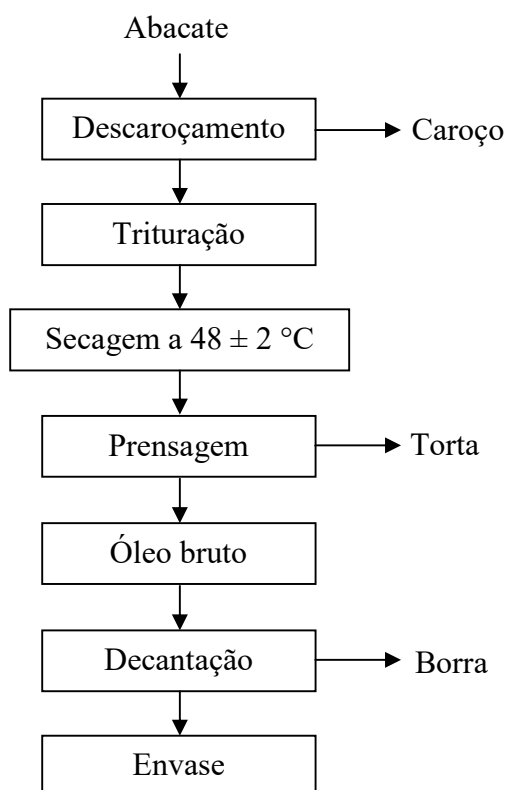


Figura 12 – Abacates da variedade Hass (fonte: autoria própria)

Figura 11 – Processo de extração mecânica convencional adaptado. Fonte: Santana *et al.* (2015).

4.2.1 Resultados

Na Tabela 6 são apresentados os resultados obtidos do peso médio dos abacates verdes, o peso médio da polpa com a casca e o percentual médio de polpa com casca (m/m). Utilizando-se 13 unidades de abacate.

Tabela 6 – Peso médio, peso da polpa com a casca e percentual de polpa com a casca (m/m)

Abacate Íntegro		Polpa com Casca	
Número	Peso Real (g)	Peso Real (g)	Percentual
1	289,46	240,22	83,0%
2	312,60	254,68	81,5%
3	244,04	197,58	81,0%
4	227,86	191,34	84,0%
5	268,51	219,26	81,7%
6	276,57	229,04	82,8%
7	247,33	215,08	87,0%
8	220,63	187,46	85,0%
9	238,90	186,60	78,1%
10	241,39	194,06	80,4%
11	242,47	211,54	87,2%
12	238,96	208,21	87,1%
13	254,37	210,42	82,7%
Média	254,08	211,19	83,2%

Fonte: autoria própria, a partir de dados de bancada

O percentual de 83,2% encontrado para a polpa com casca está de acordo com dados da literatura. Tango, Carvalho e Soares (2004) obtiveram resultados próximos ao avaliar a variedade Hass, chegando ao valor de 81% de polpa com casca.

Em relação à semente, obteve-se uma porcentagem média (total de 16 abacates) de 16,6% (m/m) para o abacate verde e 17,1% (m/m) para o abacate maduro. Logo, torna-se indispensável a destinação deste material para reaproveitamento.

Realizados no laboratório de processamento de matérias-primas vegetais – Escola de Química – UFRJ – 21/09/2016.

4.3 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Segundo Montini (2012), o Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Comercial (EVTEC) é um bom método para analisar os projetos e garantir informações relevantes a respeito da sobrevivência e desempenho do empreendimento. Kraychete (1997) descreve a aplicação da metodologia do EVTEC dividindo a análise econômica em duas etapas, conforme seguem nos itens abaixo:

- Levantamento dos critérios de projeto, informações que circundam o universo do empreendimento, como: processo, mercado, matéria-prima, produto, dados de bancada, dados experimentais, conhecimento heurístico, índices de mercado, etc;
- Cálculos.

4.3.1 Critérios de projeto

A partir das informações obtidas com a revisão bibliográfica, estimativas efetuadas e dados de bancada supracitados, podem-se estabelecer alguns critérios básicos, para a elaboração da análise de viabilidade técnica e econômica. São eles:

- Variedade do fruto: Hass (Abacado);
- Utilização de frutos verdes;
- Utilização da polpa com a casca;
- Preço do abacate 3,27 R\$/kg;
- O preço médio do óleo de abacate extra virgem é de 187,95 R\$/kg no Brasil;
- Processamento de 240.000 kg de abacates por ano;
- Etapas de processamento: recepção seleção/limpeza, descaroçamento, trituração, secagem, prensagem, decantação e envase.
- Limite de temperatura máxima de 50 °C durante o processamento;
- Embalagem primária de vidro de coloração escura, com menor área superficial possível e menor volume de *headspace*;
- Utilização de embalagem secundária de caixa cartonada para garantir a não incidência de luz.

4.3.2 Cronograma de produção

Na Tabela 7 apresenta-se o cronograma de produção anual. Considera-se que cerca de 80.000 kg de frutos verdes são recebidos mensalmente no período da safra da variedade Hass, ou seja, durante os meses de julho, agosto e setembro. Adicionalmente, todo o óleo extraído por mês abastece um tanque de decantação onde deve permanecer por três meses para evolução de aromas e por fim é envasado.

Tabela 7 – Cronograma de produção anual

Etapas	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Seleção e limpeza	x	x	x									
Descaroçamento	x	x	x									
Trituração	x	x	x									
Prensagem	x	x	x									
Decantação		x	x	x	x	x						
Envase					x	x	x					

Fonte: autoria própria

4.3.3 Dados de rendimento do processo

- Durante o procedimento experimental conduzido no laboratório de processamento de matérias-primas vegetais da EQ/UFRJ, na etapa de seleção/limpeza todos os frutos estavam em condições apropriadas para o processamento (Figura 11), no entanto, por segurança foi considerada uma perda de 0,5% (m/m), nesta etapa;
- Na etapa de descaroçamento os caroços foram pesados, assim como a polpa mais a casca, o que gerou uma média de 16,80% (m/m) de caroços;
- Na etapa de trituração foi considerada uma perda de refugo de linha de 0,5% (m/m);
- Durante a secagem, a polpa mais a casca, trituradas, perderam cerca de 46,2% (m/m) em umidade;
- Na prensagem produziu-se aproximadamente 40% (m/m) de resíduo;
- Na decantação o material depositado no fundo do recipiente correspondeu a 10% (m/m) do volume total de óleo bruto;
- Na etapa de envase será considerada uma perda de refugo de linha de 0,5% (m/m);

As perdas relacionadas acima geram um rendimento final de 23,81% (kg de óleo envasado/kg de fruto recebido). Como se pode observar na equação a baixo:

$$\frac{\text{Quantidade de abacate processado}}{\text{Quantidade de óleo produzido}} = \frac{240.000}{57.145} = 23,81\%$$

4.3.4 Dimensionamento e escolha dos equipamentos

Os equipamentos foram dimensionados tomando por base o processamento estimado de 240.000 kg de abacates por ano, assim como, vinte dias de produção, por mês e durante turnos de oito horas diárias. Contudo, a planta receberá os frutos somente em três meses, período da safra da variedade Hass, dessa forma, totalizando 480 horas de trabalho até a etapa de prensagem. Além de mais quatro meses correspondentes a etapas de decantação e envase. Assim, é possível identificar a capacidade máxima instalada e o tempo utilizado do processo, na Tabela 8.

Tabela 8 – Capacidade máxima instalada, considerando a operação da planta de 7 meses

Capacidade máxima instalada	51,02	kg/h
	56,07	L/h
	224,27	unidades/h
Tempo operacional utilizado	1120,00	horas

Fonte: autoria própria

Etapa de recepção e armazenamento dos frutos

Os frutos serão recebidos uma vez por semana totalizando 20.000 kg, considerando uma caixa padrão de armazenamento com as seguintes dimensões 0,30 m x 0,36 m x 0,55 m, ou seja, com volume igual a 0,0594 m³ e contendo 20 kg de frutos, logo o volume mínimo da câmara deverá ser de:

$$\text{Volume mínimo} = \frac{20.000 \text{ kg} \times 0,0594 \text{ m}^3}{20 \text{ kg}} = 59,4 \text{ m}^3$$

Valor similar às recomendações de Silva (2017) de 300 kg a 349 kg de frutas/m³ de câmara fria.

$$\text{Volume} = \frac{20.000 \text{ kg}}{300 \text{ kg/m}^3} = 66,67 \text{ m}^3, \text{ ou, } \text{Volume} = \frac{20.000 \text{ kg}}{349 \text{ kg/m}^3} = 57,31 \text{ m}^3$$

Logo, será utilizado o maior volume para assegurar o projeto.

Fixando o pé direito padrão em 2,5 m e tomando as proporções de comprimento e largura iguais a fim de minimizar o custo com os materiais, tem-se que:

$$c \times l \times h = 66,67 \text{ m}^3 \therefore l^2 \times 2,5 = 66,67 \text{ m}^3 \therefore l = 5,16 \text{ m}$$

Logo, a câmara deverá ter as seguintes dimensões: 5,16 m x 5,16 m x 2,5 m.

O valor total previsto para o investimento com a câmara fria será de R\$ 40.000,00, valor este, estimado tomando como base os valores da empresa tectermica para o custo de uma câmara fria de tamanho similiar, de R\$ 31.320,00 (disponível em: <<http://www.tectermica.com.br/camara-frigorifica-padronizada.htm>>. Acesso em Jan de 2017).

Jesus, Carnelossi e Silva (2017) estimaram um custo de R\$ 51,34/dia para uma câmara refrigerada de armazenamento de frutas de aproximadamente 6 m², considerando a câmara dimensionada acima e supondo uma relação diretamente proporcional à área da câmara, então, tem-se que:

$$\text{Custo diário} = \frac{\text{R\$ } 51,34 \times \text{Área total}}{6 \text{ m}^2}$$

Sendo a área total igual a 5,16 m x 5,16 m = 26,63 m², então:

$$\text{Custo diário} = \frac{\text{R\$ } 51,34 \times 26,63 \text{ m}^2}{6 \text{ m}^2} = \text{R\$ } 227,83$$

Especificações com investimento e custos operacionais na etapa de armazenamento:

- 2 operadores;
- 1 balança de piso, cujo preço de mercado é R\$ 2000,00 (disponível em: <<http://www.canalautomacao.com.br>>. Acesso em Jan. 2017);
- Potência da balança: 0,5 Watts;
- 1 empilhadeira hidráulica aproximadamente R\$ 3000,00 Disponível em: <<http://www.nowak.com.br>>. Acesso em Jan. 2017);
- 1000 caixas de transporte de frutos, valor aproximado R\$ 25,00 cada.

Etapa de seleção e limpeza dos frutos

Dados operacionais: na operação de seleção e limpeza dos frutos (Figura 13) haverá recebimento de 240.000 kg de fruto fresco a cada três meses, que corresponde a 480 horas de produção. Logo, nesta operação a carga de frutos deverá ser de 500 kg/h.

$$\frac{240.000}{480} = 500 \text{ kg/h}$$

Considerando que cada abacate verde tenha em média 0,25 kg, dado de bancada, e que 1 funcionário seja suficiente para abastecer o equipamento de lavagem a uma taxa de 20 kg por min, logo, em uma hora 1 funcionário abastece a máquina lavadora com 1200 kg. Dessa forma será necessário apenas 1 funcionário para garantir o processamento de 500 kg/h.

Especificações com investimento e custos operacionais na etapa de seleção e limpeza dos frutos:

- Capacidade operacional da mesa lavadora é de até 2000 kg/h (disponível em: <<http://www.maxmachineequipamentos.com.br/products/lavador-de-frutas-em-aco-inox-aisi-304>>. Acesso em Jan. de 2017)
- 2 operadores;
- Potência: 2,21 kWatts;
- Custo unitário do equipamento: R\$ 40.000,00.



Figura 13 – Modelo de lavadora de frutas disponível no mercado (fonte: google imagens)

Etapa de retirada do caroço

Dados operacionais: este equipamento receberá em torno de 497,5 kg/h de fruto. Como não foi encontrado um equipamento específico no mercado nacional, utilizou-se como referência um descaroador de cacau. (disponível em: <<http://mecalengenharia.com/maquina-de-cortar-e-separar-cacau>>. Acesso em Jan de 2017).

Especificações com investimento e custos operacionais na etapa de retirada dos caroços:

- Potência: 2 kWatts;
- Custo unitário do equipamento: R\$ 50.000,00.

Etapa de trituração

Dados operacionais: este equipamento receberá em torno de 413,92 kg/h de fruto sem o caroço. Considerando que o equipamento disponível no mercado possui capacidade de 150 litros, levando em conta a densidade do material, os espaços vazios, e que o equipamento será preenchido no máximo com até 70% de sua capacidade total, estimou-se que a etapa de trituração ocorrerá em 15 minutos, 5 minutos para abastecimento, 5 minutos para descarga e 5 minutos de trituração, logo, em uma hora serão triturados até 420 kg de frutos sem caroço, atendendo a demanda esperada.

Especificações de investimentos e custos operacionais na etapa de trituração: (disponível em: <<http://www.maxmachineequipamentos.com.br/products/picador-triturador-de-alho-industrial-150-kg-em-aco-inox-mod-ta-150-max-machine>>. Acesso em Jan. de 2017)

- 1 operador;
- Potência: 7,35 kWatts;
- Custo unitário do equipamento R\$ 115.000,00.

Ilustração do equipamento:



Figura 14 – Modelo de triturador disponível no mercado (fonte: google imagens)

Etapa de secagem

O equipamento receberá em torno de 411,85 kg/h, e será projetado para este processo. De acordo com Perry e Chilton (1980, s. 20, p. 17), o modelo de secador rotatório direto é ideal para sólidos granulados, condizente com o material que pode ser visualizado na figura abaixo (Figura 15).



Figura 15 – Polpa com casca de abacate Hass triturada (material granulado, fonte: autoria própria)

O tempo de residência, sugerido por Perry e Chilton (1980) para este processo é de aproximadamente 5 horas, logo, a capacidade total do equipamento deverá ser de:

$$\text{Capacidade estimada do equipamento} = \frac{411,85 \text{ kg} \times 5 \text{ h}}{1 \text{ h}} = 2059,25 \text{ kg}$$

Considerando a massa específica ($\rho = 1,05 \text{ kg/L}$), então, o volume útil do equipamento deverá ser de:

$$\text{Volume útil} = \frac{2059,25 \text{ kg}}{1,05 \text{ kg/L}} = 1961,19 \text{ L}$$

Entretanto, para o projeto do equipamento recomenda-se que o volume útil corresponda a no máximo 60% do volume total do equipamento, dessa forma o equipamento deve ter capacidade total:

$$\text{Volume total} = 1961,19 \text{ L} \times 1,6 = 3138 \text{ L} \cong 3,2 \text{ m}^3$$

A partir do volume total, estimado acima, e considerando o comprimento do equipamento de cerca de 6 m, obtém-se o diâmetro do secador rotativo de 0,82 m.

A recomendação de Perry e Chilton (1980) para secadores rotatórios diretos, é que o diâmetro do mesmo esteja na faixa de 1 a 10 ft e o comprimento na seguinte faixa: d a 10d (2,76 a 27,60 ft). O diâmetro estimado ($d = 0,82 \text{ m} = 2,69 \text{ ft}$) e o comprimento ($L = 6 \text{ m} = 19,69 \text{ ft}$) estão dentro da faixa especificada. Ademais, de acordo com este autor a razão L/d, deverá estar na faixa de 4 a 10, logo, no caso deste estudo a razão L/d foi de 7,32 e atende as especificações da literatura.

Especificações de investimento e custos operacionais na etapa de secagem:

- 2 operadores;
- Potência: 6 kWatts;
- Custo unitário do equipamento: R\$ 100.000,00

Ilustração das dimensões do equipamento:



Figura 16 – Modelo de secador (fonte: google imagens)

Etapa de prensagem

A prensa utilizada no processo deverá ter a capacidade máxima de utilização de 300 kg/h. O equipamento receberá em torno de 221,58 kg/h de abacate triturado e seco, conforme ilustrado na Figura 17, ou seja, 74% da capacidade total do equipamento.



Figura 17 – Polpa de abacate Hass com a casca triturado e seco (fonte: autoria própria)

Especificações de investimentos e custos operacionais na etapa de prensagem: (disponível em: <<http://www.greenpecas.com.br/equipamentos/prensa.asp>>. Acesso em Jan. de 2017).

- Potência: 18,39 kWatts;
- Custo unitário do equipamento: R\$ 100.000,00.



Figura 18 – Modelo de prensa disponível no mercado (Fonte: google imagens)

Etapa de decantação

Nesta etapa, deverão ser utilizados três tanques de decantação, para armazenar três meses de produção a 13 ± 2 °C. Cada tanque (Figura 19) receberá em torno de 21.271,25 kg de óleo bruto, considerando a massa específica aproximada do óleo de 0,91 kg/L, Neste caso, o tanque deverá comportar:

$$\text{Volume do tanque} = \frac{21.271,25 \text{ kg}}{0,91 \text{ kg/L}} = 20.932,31 \text{ L}$$

Especificações de investimento e custos operacionais na etapa de decantação: (disponível em: <<http://www.jopemar.com.br/produtos/tanques-de-aco-inox-vinicola-e-derivados>>. Acesso em Jan. de 2017).

- 3 tanques de 24.000 L;
- Potência da bomba de alimentação: 0,36 kWatts;
- Custo unitário do equipamento: R\$ 60.000,00.



Figura 19 – Tanque de decantação refrigerado (fonte: google imagens)

Etapa de envase

Este equipamento receberá cerca de 19.048 kg de óleo límpido por mês, que resulta em 83.729 unidades de 250 mL. A envasadora escolhida é automática em linha e possui dois bicos injetores. Cada bico injetor enche em média 70 frascos por minuto, então estima-se um total de 140 frascos por minuto. Considerando a eficiência da máquina de 70%, será envasado um total de 98 frascos por minuto e em cerca de 15 horas de trabalho a produção mensal estará pronta para distribuição.

Especificações de investimento e custos operacionais da etapa de envase: (disponível em: <<https://www.cetroloja.com.br/ervasadora-de-liquidos-automatica-em-linha-2-4-6-8-bicos>>. Acesso em Jan. de 2017).

- 1 operador;
- Potência: 0,5 kWatts;
- Custo unitário do equipamento: R\$ 29.000,00.



Figura 20 – Modelo de envasadora disponível no mercado (fonte: google imagens)

4.4 CÁLCULOS

Kraychete (1997, p. 5) denomina esta etapa como: “[...] as contas necessárias [...]”, nesta fase do estudo de viabilidade identificam-se os investimentos necessários, assim como os custos fixos e custos variáveis. Com esses valores, pode-se estimar o custo do produto, que, embutido das deduções fiscais e margem de lucro estabelecida de acordo com os preços praticados no mercado tem-se o preço de venda do produto.

Com o preço de venda definido, identifica-se a receita bruta anual estimada, retirando os valores correspondentes aos tributos fiscais (ICMS, COFINS e PIS), obtém-se a receita líquida anual. A partir de então, identifica-se, o lucro bruto anual, o lucro líquido, o fluxo de caixa, e, finalmente os principais indicadores de viabilidade econômica: ponto de equilíbrio operacional, taxa interna de retorno (TIR), *payback* (período de recuperação do investimento).

4.4.1 Investimento de capital

A partir dos valores dos equipamentos dimensionados acima, apresenta-se na Tabela 9 o custo total com equipamentos para uma planta com a capacidade operacional de 500 kg/h.

Tabela 9 – Estimativa de custo de equipamentos

Item	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Poço artesiano	1	R\$ 11.300,00	R\$ 11.300,00
Bomba para o poço artesiano	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
Balança	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Câmara frigorífica	1	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00
Empilhadeira hidráulica	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
Mesa lavadora	1	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00
Descaroçador	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Triturador	1	R\$ 115.000,00	R\$ 115.000,00
Secador rotatório direto	1	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
Prensa	1	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
Tanque de decantação	3	R\$ 60.000,00	R\$ 180.000,00
Envasadora	1	R\$ 29.000,00	R\$ 29.000,00
TOTAL			R\$ 693.300,00

Fonte: autoria própria, a partir de informações de fabricantes nacionais

Os autores Sapekie e Renshaw (1983) enumeram as seguintes recomendações a serem adotadas para estimativa do investimento fixo:

- Custos dos complementos dos equipamentos: 10% do custo total dos equipamentos, ou seja, R\$ 69.330,00. Logo, o custo total dos equipamentos mais complementos é de R\$ 762.630,00.
- Cálculo dos custos com instrumentação e controle: 10% do custo total de equipamentos mais complementos, ou seja, R\$ 76.263,00.
- Cálculo dos custos com instalações: 10% do custo total de equipamentos mais complementos, ou seja, R\$ 76.263,00.
- Cálculo dos custos com utilidades: 20% do custo total de equipamentos, ou seja, R\$ 138.660,00.
- Cálculo dos custos com obras civis: R\$ 500,00 por cada m², ou seja, R\$ 180.000,00.

Considerando-se as despesas com projetos e partida da planta, segundo Sapekie e Renshaw (1983), tem-se que:

- Cálculo das despesas com projetos: 15% do custo total dos equipamentos, ou seja, R\$ 103.995,00.
- Cálculo das despesas com a partida da planta: 15% do custo total de equipamentos, ou seja, R\$ 103.995,00.

Somando-se todos os custos estimou-se o capital em cerca de R\$ 1.441.806,00.

O capital de giro é o capital necessário para financiar a continuidade das operações da empresa, como recursos para financiamento aos clientes (nas vendas a prazo), manutenção de estoques e pagamentos aos fornecedores, pagamentos de impostos, salários e demais custos e despesas operacionais. A seguir foi feita uma estimativa do capital de giro necessário para a empresa.

Considerações:

- Início de produção: Julho;
- Meses processando o fruto: Julho, agosto e setembro;
- Meses decantando o óleo: Agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro;
- Início de envase do produto: Novembro, dezembro e Janeiro.

Assim, a matéria-prima necessária para garantir o funcionamento da produção são os frutos (nos meses de julho, agosto e setembro) e as embalagens (para envase nos meses de novembro, dezembro e janeiro).

Os frutos e as embalagens são pagos a prazo em 6 parcelas iguais, 1º parcela com vencimento em 30 dias a contar da data da compra. O processamento por mês de abacate foi de 80.000 kg, totalizando um gasto de R\$ 261.600,00 por mês de produção e parcelas no valor de R\$ 43.600,00.

Já as embalagens terão um custo de R\$ 504.978,99 por mês de envase e parcelas no valor de R\$ 84.163,16.

As vendas dos produtos começam no mês de novembro, mês em que é envasado o primeiro lote do óleo. O pagamento efetuado pelos clientes será feito com uma entrada no valor de 30 % do total da compra e os 70 % restante poderão ser parcelados em até 5x sem juros.

Para a estimativa do fluxo de caixa, será considerado que toda a produção seja vendida em 4 meses. Em que, a venda da produção total será dividida da seguinte maneira: 30 % em novembro, 25 % em dezembro, 25 % em janeiro e 20 % em fevereiro.

Considerando o custo fixo mensal de R\$ 142.194,65, logo, o capital de giro necessário seria de R\$ 830.378,60.

Somando o valor do capital mais o capital de giro, tem-se R\$ 2.272.184,60. Aplicou-se uma taxa de segurança de 10% sobre este valor, obtendo assim o investimento de capital de R\$ 2.499.403,06 (Tabela 10).

Tabela 10 – Investimento de capital

INVESTIMENTOS	TOTAL (R\$)
Custo total de equipamentos	693.300,00
Custo com complemento dos equipamentos	69.330,00
Custo total de equipamentos + complementos	762.630,00
Custo de instrumentação e controle	76.263,00
Custo de instalações	76.263,00
Custo de utilidades	138.660,00
Obras civis (R\$ 500,00/m ²)	180.000,00
Investimento fixo	1.233.816,00
Custo com projeto	103.995,00
Custo de partida	103.995,00
Capital	1.441.806,00
Capital de giro	830.379,00
Margem de segurança	227.218,00
Investimento de capital	2.499.403,00

Fonte: autoria própria

4.4.2 Depreciação

Segundo Clemente (1998, p. 152) a depreciação advém do uso e obsolescência tecnológica dos equipamentos, de maneira geral, inclui-se todo o investimento fixo previsto, garantindo assim a continuidade funcional do empreendimento. Neste estudo foi considerado um tempo de vida útil de 10 anos para todos os itens relacionados no investimento fixo. Assim, dividindo o valor do investimento fixo pelo período de vida útil, tem-se a depreciação anual estimada pelo método linear.

$$Depreciação = \frac{R\$ 1.233.816,00}{10 \text{ anos}} = R\$ 123.381,60/\text{ano}$$

Dividindo o valor encontrado pela produção em kg ou por unidades produzidas por ano tem-se o custo da depreciação por quilograma de produto ou por unidade produzida, ou seja:

$$Custo \text{ por } kg = \frac{R\$ 123.381,60}{1 \text{ ano}} \times \frac{1 \text{ ano}}{57.145,21 \text{ kg}} \cong R\$ 2,16/kg$$

$$Custo \text{ por unidade} = \frac{R\$ 123.381,60}{1 \text{ ano}} \times \frac{1 \text{ ano}}{251.187,74 \text{ unidades}} \cong R\$ 0,49/\text{unidade}$$

4.4.3 Custos operacionais fixos

De acordo com Clemente *et al* (1998, p.181): “São considerados fixos os custos que, periodicamente, oneram a empresa, independente do nível de atividade.”. Exemplos: alugueis, salários mensais indiretos e encargos, depreciação e despesas como taxa de água, luz, internet, impostos. Na Tabela 11 estão relacionados os valores estimados de cada item neste projeto.

Tabela 11 – Estimativas dos custos fixos

Relação	Custo (R\$)
Contador	11.244,00
Internet / Telefone / Energia elétrica	3.600,00
Manutenção	3.000,00
Pró-labore	48.000,00
Gerais	1.200,00
Material de limpeza e conservação	24.000,00
Mão de obra indireta (sal. + encargos / 3 meses)	50.650,65
TOTAL	142.194,65
Custo unitário	R\$ 2,49/kg
Custo por embalagem de 250 mL	R\$ 0,57/unidade

Fonte: autoria própria

4.4.4 Custos operacionais variáveis

Segundo Clemente *et al.*(1998, p.182): “São todos os custos e despesas que variam proporcionalmente ao nível de atividade.”, tais como: insumos, energia elétrica, água de processo, aquecimento e resfriamento.

Cálculo dos custos variáveis com insumos:

Considerando o custo do quilograma de abacate de R\$ 3,27, supracitado, e o rendimento de 23,81% conforme estimado na unidade piloto, tem-se que:

$$\text{Custo da matéria prima} = \frac{R\$ 3,27}{23,81 \%} \cong R\$ 13,73/\text{kg de produto pronto}$$

Os custos unitários com embalagens, rótulos e tampas, foram estimados conforme a equação abaixo.

$$\text{Custo do item} = \text{Custo unitário} \times \frac{1}{0,910 \text{ kg/L}} \times \frac{1}{0,250 \text{ L}}$$

Estimativa dos custos variáveis com energia elétrica:

Na Tabela 12 encontram-se os valores das potências dos equipamentos, assim como, as horas totais de funcionamento dos equipamentos por ano.

Tabela 12 – Consumo total de energia elétrica

Equipamento	Potência (kW)	Horas de funcionamento	Consumo (kWh)
Balança	0,0005	48	0,024
Lavadora	2,21	480	1060,80
Descaroçadora	2,00	480	960,00
Triturador	7,35	480	16934,00
Secador	6,00	480	2880,00
Prensa	18,39	480	8827,20
Bomba do tanque	0,36	480	172,80
Envasadora	0,50	39	19,50
CONSUMO TOTAL			17.448,32
Consumo unitário			0,31 kWh/kg
Custo unitário			R\$ 0,15/kg

Fonte: autoria própria; com base nas recomendações dos fabricantes; produção anual de 57.145 kg de óleo; valor unitário da energia R\$ 0,50/kWh

Cálculo dos custos variáveis para as unidades de resfriamento

Os principais custos com refrigeração deve-se à câmara de refrigeração e aos 3 tanques de armazenamento do óleo.

Em relação à câmara, Jesus, Carnelossi e Silva (2017) estimaram um custo de R\$ 51,34/dia para uma câmara refrigerada de armazenamento de frutas de aproximadamente 6 m², considerando a câmara dimensionada acima e supondo que uma relação diretamente proporcional à área da câmara, então, tem-se que:

$$Custo\ diário = \frac{R\$ 51,34 \times \text{Área total}}{6\ m^2}$$

Sendo a área total igual a 5,16 x 5,16 m = 26,63 m², então:

$$Custo\ diário = \frac{R\$ 51,34 \times 26,63\ m^2}{6\ m^2} = R\$ 227,83$$

Como a câmara receberá frutos durante 20 dias úteis, por três meses, então, tem-se 60 dias de utilização. Neste caso, o custo total estimado foi de R\$ 13.669,90.

Quanto aos três tanques, a relação custo anual por volume dos tanques, citados por Carvalho (2000), apresentam um valor 10 vezes menor que o volume estimado. Logo, foi necessário considerar o fator de escala. Perlingeiro (2005, p. 84) apresenta a equação de Rudd e Watson (1968) que inclui os fatores de ampliação de escala.

$$I_j = I_i \left(\frac{Q_j}{Q_i} \right)^M$$

Em que, I_j é o custo relacionado ao equipamento na escala desejada, I_i é o custo relacionado ao equipamento em menor escala, Q_j é a capacidade do equipamento em maior escala, Q_i é a capacidade do equipamento em menor escala e M é um fator experimental de escala para o equipamento, neste caso será adotado o valor de $M = 0,85$ (Perlingeiro, 2005). A partir da equação da equação acima, tem-se que:

$$\text{Custo anual para o tanque 1} = \text{R\$ } 614,00 / \text{ano} \times \left(\frac{24.000 \text{ L}}{2.050 \text{ L}} \right)^{0,85} = \text{R\$ } 4.973,25 / \text{ano}$$

Logo, para os 3 tanques seria de R\$ 14.919,74 / ano, ou seja, diariamente:

$$\text{Custo diário para os três tanques} = \frac{\text{R\$ } 14.919,74}{\text{ano}} \times \frac{1 \text{ ano}}{365 \text{ dias}} = \text{R\$ } 40,88 / \text{dia}$$

Com os dados estimados acima, tem-se o custo total relacionado à capacidade máxima instalada da planta como ilustrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Custo total com refrigeração, considerando operação na capacidade máxima da planta

Equipamento	Consumo diário	Dias	Consumo total
Câmara fria	R\$ 227,83	60	R\$ 13.669,80
Tanque 1	R\$ 40,88	90	R\$ 3.678,84
Tanque 2	R\$ 40,88	90	R\$ 3.678,84
Tanque 3	R\$ 40,88	90	R\$ 3.678,84
TOTAL			R\$ 24.706,32
Custo unitário			R\$ 0,43/kg de óleo

Fonte: autoria própria, a partir dos cálculos efetuados acima.

Cálculo dos custos variáveis com aquecimento

Segundo Perry e Chilton (1980, s. 20, p. 31), para um modelo de secador rotatório nas condições aproximadas de processo, a quantidade de vapor consumido pode ser dada pela seguinte relação:

$$kg \text{ de vapor consumido} / kg \text{ de água evaporada} = 7,03$$

Portando, a partir da massa de água evaporada no processo de secagem, considerando a capacidade máxima de operação da planta, ou seja: 91.331,94 kg de água evaporada, encontra-se a massa de vapor consumido. Ou seja:

$$massa \text{ de vapor consumido} = 7,03 \times 91.331,94 \text{ kg} = 642.064 \text{ kg}$$

O custo total de vapor consumido foi calculado a partir do valor unitário citado por Perry e Chilton (1980, s. 25, p. 27), corrigido pela taxa de inflação americana acumulada desde 1980 a 2016, igual a 215%, convertido para real, considerando o valor do dólar igual a R\$ 3,20. Neste caso, estimou-se um custo total de R\$ 19.478 que corresponde ao valor de R\$ 0,34/kg de óleo.

Na Tabela 14 estão apresentados os custos estimados de insumos, energia elétrica, aquecimento e resfriamento, por quilograma de produto pronto.

Tabela 14 – Custos variáveis unitários

Custos variáveis / kg de produto		
Insumos	Matéria-prima (Abacate Hass)	R\$ 13,73
	Embalagem primária	R\$ 10,99
	Tampa	R\$ 1,76
	Rótulo	R\$ 0,66
	Embalagem secundária	R\$ 10,99
	Embalagem terciária	R\$ 1,76
Sub Total		R\$ 39,89
	Energia elétrica	R\$ 0,15
	Frio	R\$ 0,43
	Calor	R\$ 0,34
TOTAL		R\$ 40,81

Fonte: autoria própria com base nos dados acima reportados.

4.4.5 Mão de obra direta

O salário mínimo em 2017 é de R\$ 937,00, segundo levantamento feito (disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/salario-minimo-em-2017-veja-o-valor.ghhtml>>. Acesso em fevereiro de 2017), os encargos trabalhistas somam 125 % do valor referente ao trabalho. Na Tabela 15 são encontradas a alocação dos colaboradores, seus respectivos salários e custos.

Tabela 15 – Mão de obra direta

Função	Quant.	Salários (R\$)	Encargos (R\$)	Sub total (R\$)	Total (R\$)
Recepcionista	1	937,00	1.173,44	2.110,44	2.110,44
Supervisor	1	3.000,00	3.757,02	6.757,02	6.757,02
Produção	1	937,00	1.173,44	2.110,44	2.110,44
Contr. de qualid.	1	2.000,00	2.504,68	4.504,68	4.504,68
Vendas	3	3.000,00	3.757,02	6.757,02	20.271,07
Marketing	1	3.000,00	3.757,02	6.757,02	6.757,02
TOTAL (x 12 meses)					510.128,26
Custo unitário					R\$ 8,93/kg de produto

Fonte: autoria própria

4.4.6 Formação do preço de venda e cálculo da receita bruta anual

De posse dos custos fixos, custos variáveis, mão de obra direta, insumos de produção e depreciação, tem-se o valor do preço de custo, conforme ilustrado na Tabela 16.

Tabela 16 – Custos operacionais

Item	Valor (R\$/kg de produto)
Depreciação	2,16
Custos fixos	2,49
Custos variáveis com utilidades e matérias-primas	40,81
Mão de obra direta	8,93
TOTAL	54,39

Fonte: autoria própria com base nos dados acima mencionados.

Novamente, tomando como base o preço médio do óleo no mercado brasileiro R\$ 187,95/kg, conforme citado na revisão bibliográfica, pode-se estimar a receita bruta anual (RB).

$$RB_{estimada} = 187,95 \frac{R\$}{kg \text{ de óleo}} \times 57.145 \text{ kg de óleo} = R\$ 10.740.442,53$$

A partir da receita bruta anual estimada, identifica-se a classificação do porte da empresa como média empresa, em consonância com a faixa de receita bruta anual estabelecida pelo BNDES entre R\$ 3,6 milhões e R\$ 300 milhões. A partir da classificação acima, e optou-se pelo regime contábil de lucro real, estabeleceu-se os valores de contribuição de PIS e COFINS, neste caso, ambos em regime não cumulativos, são 1,65% e 7,60% respectivamente, sobre o faturamento.

Além disso, considerando a incidência de 12,00% de ICMS, 7,60% de COFINS, 1,65% de PIS, 2,00% de comissões de venda e 10,00% de despesa com transporte, 8% de despesa com marketing, totalizando 41,25% de acréscimos no preço de produção (Tabela 16), estimou-se que o custo unitário do quilograma de produto é R\$ 76,82 ou R\$ 17,48 por unidade vendida, em embalagens de 250 mL.

Considerando uma margem de lucro bruto de 80%, os preços de venda por kg de produto e por unidade vendida foram estimados em R\$ 120,33 e R\$ 27,38 respectivamente. A partir do preço de venda citado, pode-se calcular a receita bruta anual do empreendimento, ou seja:

$$RB = 251.187,74 \text{ unidades vendidas} \times R\$ 27,38 = R\$ 6.876.404,76$$

4.5 FLUXO DE CAIXA

Na Tabela 17 ilustra-se os passos para obtenção do fluxo de caixa anual.

Tabela 17 – Estimativa do fluxo de caixa anual

Receita bruta anual	R\$ 6.671.581,74
(+) Receita líquida anual	R\$ 6.215.959,10
(-) Custo de venda anual	R\$ 4.390.021,12
Lucro bruto	R\$ 1.825.937,99
(-) Imposto de renda (30%)	R\$ 547.781,40
Lucro líquido	R\$ 1.278.156,59
(+) Depreciação	R\$ 123.381,60
Fluxo de caixa anual	R\$ 1.401.538,19

Fonte: autoria própria

4.6 ANÁLISE DE INDICADORES

4.6.1 Ponto de equilíbrio operacional

Segundo Clemente *et al.* (1998, p.185): “O ponto de equilíbrio operacional (PEO) corresponde à quantidade mínima a ser produzida e vendida, em certo período, para que se possa cobrir todos os custos operacionais do projeto.”.

O ponto de equilíbrio operacional é obtido a partir da equação fundamental do lucro, ou seja:

$$\text{Lucro} = \text{Receita Total} - \text{Custo Total}$$

Exatamente no momento em que a produção alcança o PEO a receita total se iguala ao custo total, dessa forma, zerando o lucro. Ou seja:

$$\text{Receita Total} = \text{Custo Total} = \text{Custo Fixo Total} + \text{Custo Variável}$$

Assim, tem-se que:

$$\text{Preço} \times \text{Quantidade} = \text{Custo Fixo Total} + (\text{Custo Variável Unitário} \times \text{Quantidade})$$

Portanto,

$$PEO = Quantidade = \frac{Custo Fixo Total}{Preço de Venda - Custo Variável Unitário}$$

Considerando os valores estimados:

$$\begin{aligned} Custo Fixo Total &= Custos fixos + Depreciação + Mão de obra direta \\ &= R\$ 142.194,65 + R\$ 123.381,60 + R\$ 510.128,26 = R\$ 775.704,50 \end{aligned}$$

$$Preço de Venda = R\$ 120,33$$

$$\begin{aligned} Custo variável unitário &= Custos variáveis + Insumos de produção \\ &= R\$ 0,93 + R\$ 39,89 = R\$ 40,82 \end{aligned}$$

Portanto,

$$PEO = Quantidade = \frac{R\$ 775.704,50/ano}{R\$ 120,33/kg - R\$ 40,82/kg} \cong 9.755 \text{ kg/ano}$$

O valor estimado corresponde a 17% da capacidade instalada (o que garante uma margem para manutenção e paradas ocasionais da planta).

4.6.2 Período de recuperação do investimento

Também conhecido como *payback*, este indicador resulta no tempo necessário, sem levar em conta o valor do dinheiro com o tempo, para recuperar o investimento feito (CLEMENTE *et al.*, 1998), ou seja:

$$Payback = \frac{Capital de investimento}{Fluxo de caixa anual} = \frac{R\$ 2.499.403,06}{R\$ 1.401.538,19/ano} = 1,78 \text{ anos}$$

O tempo de retorno inferior a dois anos indica que o investimento é bastante atraente do ponto de vista econômico em um cenário de 10 anos de vida útil.

Ademais, a fim de obter um indicador mais confiável que leve em consideração o valor do dinheiro no tempo, calculou-se o *payback* descontado da seguinte forma:

Considerando a taxa mínima de atratividade de 12,25%, encontrou-se o valor presente da empresa com a seguinte equação:

$$\text{Valor presente descontado} = \sum_{j=1}^{10} \frac{FC_j}{(1 + 0,1225)^j} = R\$ 8.061.231,61$$

Em que j corresponde ao ano, e FC_j corresponde ao fluxo de caixa do ano j .

Dividindo o valor encontrado por 10 anos temos o fluxo de caixa anual descontado, calculando o *payback* a partir do fluxo de caixa descontado

$$\begin{aligned} \text{Payback descontado} &= \frac{\text{Capital de investimento}}{\text{Fluxo de caixa anual descontado}} = \frac{R\$ 2.499.403,06}{R\$ 806.123,16/\text{ano}} \\ &= 3,1 \text{ anos} \end{aligned}$$

4.6.3 Taxa interna de retorno

Um dos indicadores mais robustos, para a tomada de decisão de investir em um novo empreendimento, é a taxa interna de retorno (TIR). Que é a taxa obtida ao igualar o valor do investimento de capital à soma dos fluxos de caixa anuais do ano 1 ao último ano, em termos matemáticos:

$$\text{Investimento de capital} = \sum_{j=1}^{n \text{ anos}} \frac{FC_j}{(1 + i)^j} \rightarrow i = TIR$$

Considerando-se um horizonte de planejamento de 10 anos, a taxa interna de retorno estimada foi de 0,56 (Figura 21). Acima da taxa mínima de atratividade (TMA), que, de acordo com Clemente *et al.* (1998, p.155) é: “[...] a taxa de juro que deixa de ser obtida na melhor aplicação alternativa quando há emprego de capital próprio [...]”, ou seja, representa o custo de oportunidade do capital para a empresa. Logo, considerou-se a taxa básica da economia como melhor aplicação alternativa e a cotação da taxa Selic de 12,25%/ano, consultado no dia 17/03/2017 (disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>).

TAXA INTERNA DE RETORNO		
Ano	Fluxo de caixa após amortização	
0	-R\$	2.499.403,06
1	R\$	1.401.538,19
2	R\$	1.401.538,19
3	R\$	1.401.538,19
4	R\$	1.401.538,19
5	R\$	1.401.538,19
6	R\$	1.401.538,19
7	R\$	1.401.538,19
8	R\$	1.401.538,19
9	R\$	1.401.538,19
10	R\$	2.108.535,19
TIR	0,56	

Figura 21 – Cálculo da taxa interna de retorno

Obs.: o VPL (Valor presente líquido) encontrado foi de R\$ 4.954.858,40, que representa o lucro que o negócio trará em 10 anos.

4.7 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade foi conduzida considerando as oscilações no preço do abacate, que é o insumo de maior impacto no custo unitário (25%), e da capacidade de produção da planta, visando identificar a influência destas variáveis na taxa interna de retorno.

A análise foi realizada mantendo o preço de venda do produto e a capacidade de produção fixados (Figura 22). Pode-se concluir que a taxa interna de retorno se mantém atrativa (23%) mesmo se o preço da matéria-prima duplicar.

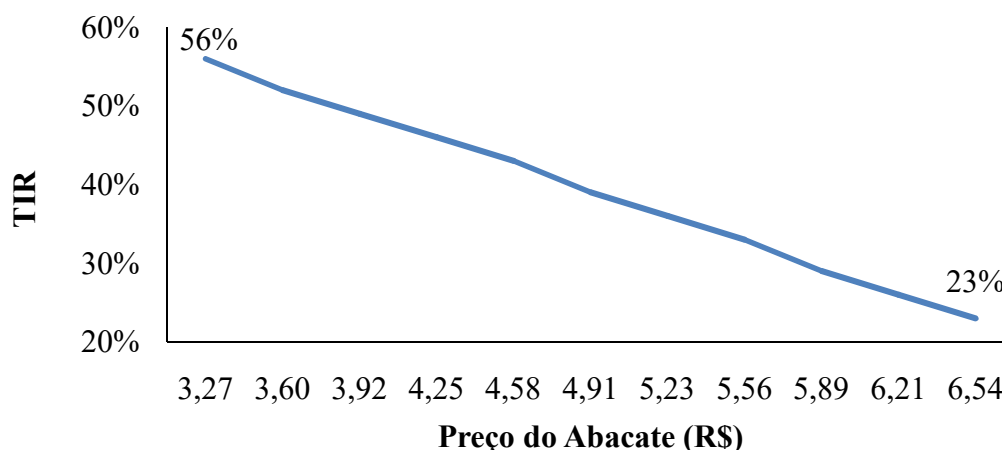


Figura 22 – Análise de sensibilidade em função do preço do abacate comercial

Ao reduzir a capacidade de produção, pode-se observar na Figura 23 um impacto negativo na taxa interna de retorno. Se a capacidade da planta for reduzida para 52% da capacidade instalada, a TIR reduz-se para 12%, valor este menor que TMA. Neste caso, só seria vantajoso operar com a capacidade de produção acima dos 40%.

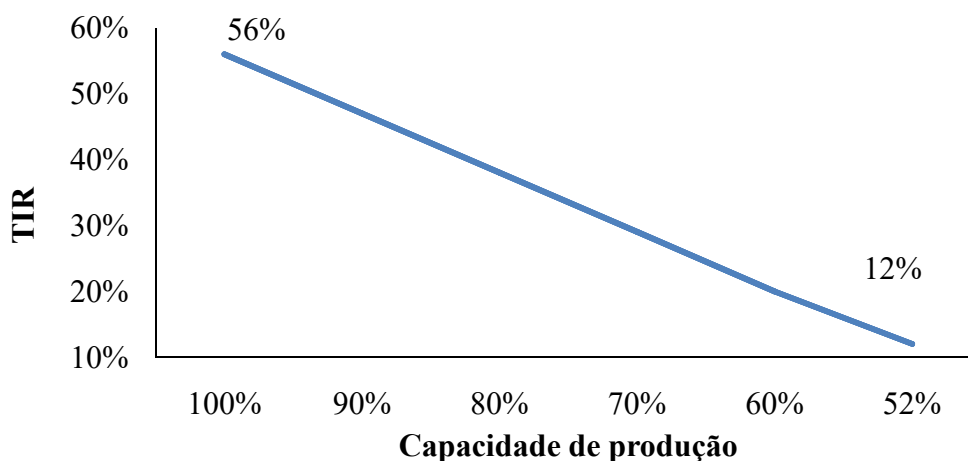


Figura 23 – Análise de sensibilidade em função da capacidade de produção

4.8 ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

Para verificar a viabilidade técnica do processo tomou-se por base o rendimento encontrado na prensagem realizada no laboratório de matérias-primas vegetais da UFRJ, de 26,20% (kg de óleo / kg de polpa+casca de abacate).

Considerando o valor máximo mencionado por Tango, Carvalho e Soares (2004) de 31% (kg de óleo / kg de polpa fresca), então a eficiência pode ser calculada conforme segue abaixo:

$$\eta = \frac{26,20}{31} \times 100 = 87,33\%$$

5 CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica e os experimentos realizados foram de suma importância para a elaboração do estudo de viabilidade técnica e econômica, pois permitiram as definições de critérios para o projeto, tais como: variedade a ser usada, utilização da polpa com a casca, tipo de embalagem, escolha do processo, rendimentos, cronograma de atividade, entre outros.

A viabilidade técnica do empreendimento pode ser respaldada pela elevada eficiência encontrada no processo de prensagem, que chegou a 87,33%.

Considerando o preço médio praticado no mercado brasileiro, por quilograma de óleo de abacate Hass, R\$ 187,95, o valor estimado do preço de venda de R\$ 120,33, indica uma margem de comercialização de até R\$ 67,62, que pode ser incluído na margem de lucro (que já corresponde a 80% do preço de venda).

O ponto de equilíbrio operacional de aproximadamente 42.879 unidades de 250 mL por ano indica a meta mínima de venda anual do empreendimento, valor razoável, visto que corresponde a cerca de 17% da venda projetada.

O período de recuperação do investimento cerca 1,78 anos, tendo em vista um horizonte de planejamento de 10 anos indica baixo risco associado ao empreendimento. Além do mais, o *payback* descontado foi de 3,1 anos valor que consolida o baixo risco associado ao empreendimento.

A taxa interna de retorno de 56%, indica que o investimento, nas condições propostas, apresenta elevado grau de rentabilidade se comparado com a taxa mínima de atratividade de 12,25%.

Finalmente, a análise de sensibilidade demonstrou que mesmo que o preço do abacate dobre, devido a condições adversas de mercado, a taxa interna de retorno apresentou elevada rentabilidade. Contudo, a capacidade de produção mínima para garantir a rentabilidade acima da taxa mínima de atratividade deve ser maior que 52% da capacidade instalada.

SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

- Aperfeiçoamento do processo em uma unidade piloto visando cálculos mais robustos;
- Desenvolvimento da etapa de decantação / incorporação de compostos de aroma no óleo;
- Estudos de aproveitamento da semente e da torta;
- Caracterização físico-química da borra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAIDE, E. R. *et al.* Yield, composition, and antioxidant activity of avocado pulp oil extracted by pressurized fluids. **ELSEVIER**, p. 289-298, Jan. 2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Cotação de fechamento do dólar americano do dia 13/01/2017. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>>. Acesso em 13 Jan. 2017.

BARBOSA, I. *et al.* As tendências da alimentação. **Brasil Food Trends 2020**, Campinas, 2010. Disponível em: <http://www.brasilfoodtrends.com.br/docs/tendencias_alimentacao.pdf>. Acesso em: 8 Jan. 2017.

BARBOSA, P. D. P. M. *et al.* Avaliação física de cultivares de abacate visando a produção de biodiesel e óleo comestível. **XIX Congresso de pós-graduação da UFLA**, Lavras, 27 Set. 2010.

BERASATEGI, I. *et al.* Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil. **ELSEVIER**, Navarra, 2012. 439-446.

BNDES, **Classificação de porte dos clientes**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/quem-pode-ser-cliente/>>. Acesso em: 10 de Mar. 2017.

BRASIL. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. **Portal ANVISA**, 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm>>. Acesso em: 23 Set. 2016.

BRASIL. Resolução RDC nº 278, de 22 de setembro de 2005. **Portal ANVISA**, 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_278_2005.pdf/c4b221e0-d127-48b4-beca-0e861a8929a8>. Acesso em: 23 Set. 2016.

BRASIL. Resolução nº 23, de 15 de março de 2000. **Portal ANVISA**, 2000. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/scriptsweb/anvisalegis/VisualizaDocumento.asp?ID=2243&Versao=1>>. Acesso em: 14 Jan. 2000.

BUELVAS SALGADO, G. A.; PATINOS GOMEZ, J. H.; CANO-SALAZAR, J. A. Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático. **Revista Lasallista de Investigación**, Caldas, v. 9, n. 2, p. 138-150, Dez. 2012. ISSN 1794-4449.

CARVALHO, M. P. de **Comparação de custos entre tanques de expansão**. Milkpoint. 2000. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/gerenciamento/comparacao-de-custos-entre-tanques-de-expansao-8648n.aspx>>. Acesso em: 16 Mar. 2017.

CLEMENTE, A. *et al.* **Projetos empresariais e públicos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, v. único, 1998.

CORDEIRO, A. M. *et al.* Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 428-431, Dez. 2007. ISSN 1809-4546.

CORDEIRO, R.E.P. *et al.* Reaproveitamento do caroço da azeitona para produção de sabonete esfoliante: Uma produção sustentável. **Revista TECCEN**. n. 6, p. 05-09, Jan./Dez. 2013.

COSTAGLI, G.; BETTI, M. Avocado oil extraction processes: method for cold-pressed high-quality edible oil production versus traditional production. **Journal of Agricultural Engineering**, Florence, v. XLVI, n. 467, p. 115-122, Ago. 2015.

CEASA. Disponível em: <<http://www3.ceasa.gov.br/prohortweb/>>. Acesso em: 12 Jan. 2017.

CHAVES, M.A. *et al.* Preparation of whole cookie using avocado pulp flour and oil. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.31, p.215-226, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/cep.v31i2.34844>>. Acesso em: 2 Fev. 2017. doi: 10.5380/cep.v31i2.34844.

DE OLIVEIRA, L. M.; SARANTOPULOS, C.; BORDIN, M.; NAKANDAKARI, Y. Influence of PET bottle weight, closure performance and filling technique on the oxygen content of soya cooking oil. **Packaging Technology and Science**, v. 14, p. 203–208, 2001.

DAIUTO, É. R. *et al.* Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'Hass'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 417-424, Jun. 2014.

DUARTE, P. F. *et al.* Avocado: characteristics, health benefits and uses. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 4, p. 747-754, Abr. 2016. ISSN 1678-4596.

FACTFISH. **FACTFISH**, 2013. Disponível em: <<http://www.factfish.com/statistic-country/brazil/avocados%2C%20production%20quantity>>. Acesso em: 11 Set. 2016.

FAO. FAO CORPORATE DOCUMENT REPOSITORY. **Minor oil crops - Individual monographs**, 1992. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/X5043E/x5043E04.htm>>. Acesso em: 25 Jan. 2017.

FAO. SECTION 1. Codex General Standard for Fats and Oils. **Codex Standard for Edible Fats and Oils not Covered by Individual Standards**, 1999. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/004/y2774e/y2774e03.htm>>. Acesso em: 23 Set. 2016.

FARR, W. E.; PROCTOR, A. **Green vegetable oil processing: Revised First Edition**. 1ª. ed. Urbana: AOCS PRESS, p.20, 2014.

FERRARI, R. A. Nota Científica: Caracterização físico-química do óleo de abacate extraído por centrifugação e dos subprodutos do processamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 79-84, Mar. 2015. ISSN 1516-7275.

FILHO, S. T. *et al.* Deterioração de óleos vegetais expostos a diferentes condições de armazenamento. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, v. 18, n. Especial, p. 07-13, Mai. 2014. ISSN 22361170.

- FRANCISCO, V.L.F.S.; BAPTISTELLA, C.S.L. Cultura do abacate no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.35, n.5, p.27, 2005.
- FREITAS, S.P.; LAGO, R.C.A.; CARNEIRO, F.P.; TORQUILHO, D.F. Natural antibiotics - A by product in aqueous enzymatic extraction of avocado oil from fresh pulp. In: **AOCS Annual Meeting & expo, 2000**, San Diego - Califórnia. Inform. Champaign, IL-USA : AOCS press, v. 11, p. S126-S126, 2000.
- FREITAS, S.P.; LAGO, R.C.A.; JABLONKA, F.H.; HARTMAN, L. Extraction aqueuse enzymatique de l'huile d'avocat a partir de la pulpe fraîche. *Revue Française des Corps Gras*, Paris, v.41, p. 365-371, 1993.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONDIM, J.A.M. *et al.* Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p. 825-827, 2005.
- GÓMEZ-LÓPEZ, V.M. Fruit characterization of Venezuelan avocado varieties of medium oil content. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.791-794, 2000.
- HEALTH, Family. Disponível em:<<http://manawmaya.com/health>>. Acesso em: 12 de Jan. 2017.
- JESUS, M. F. D.; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, G. F. D. **Estimativa do custo de armazenamento para frutas e hortaliças**. abhorticultura, Aracaju. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/download/biblioteca/olec4004.pdf>>. Acesso em 11 de Mar. 2017.
- JORGE, T. D. S. *et al.* Caracterização físico-química e reológica de óleos de abacate. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 4, p. 390-400, Jul./Ago. 2015.
- KANAVOURAS, A.; HERNANDEZ-MUNOZ, P.; FRANK, A. 2006. Packaging of olive oil: quality issues and shelf life predictions. **Food Reviews International**, v. 22, p. 381-404, 2006.
- KRAYCHETE, Gabriel. **Como fazer um Estudo de Viabilidade Técnica/Econômica**. In: Consulta Economia Popular: Viabilidade e Alternativas. Promovido pela CESE – CEDAE. Salvador, 1997.
- KUNDU, J. K.; CHUN, K.-S. The Promise of Dried Fruits in Cancer Chemoprevention. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, Daegu, p. 3343-3352, 15 Ago. 2014.
- LEWIS, C.E.; MORRIS, R.; O'BRIEN, K. The oil content of avocado mesocarp. *J. Sci. Food Agric.* v.29, p. 943-9, 1978.
- MOOZ, E. D. *et al.* Physical and chemical characterization of the pulp of different varieties of avocado targeting oil extraction potential. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 274-280, Jun. 2012. ISSN 0101-2061.
- MONTINI, K. C. de O. Aplicação de uma metodologia de estudo de viabilidade técnica e econômica e comercial para produtos de empresas de base tecnológica. **RRCF**, Fortaleza, v. 3, n. 2, Jul. / Dez. 2012.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* Fenologia e características físico-químicas de frutos de abacateiros visando à extração de óleo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 411-418, Mar. 2013. ISSN 0103-8478.

PEREIRA, P. A. **Evolução da produção mundial e nacional de abacate**, 2015. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/13760/1/2015_PetersonAlvesPereira.pdf>. Acesso em: 11 Set. 2016.

PERLINGEIRO, C. A. G. **Engenharia de processos: análise, simulação, otimização e síntese de processos químicos**. 1ª ed. São Paulo. Blucher. 2005.

PERRY, R. H.; CHILTON, C. H. **Manual de engenharia química**. 5ª ed. Guanabara Dois S. A. 1980.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. **Acta Paulista de enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, Jul. 2007. ISSN 1982-0194.

SALGADO, J. M. *et al.* O óleo de abacate (*Persea americana* Mill) como matéria-prima para a indústria alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 20-26, Dez. 2008. ISSN 0101-2061.

SANCHES, J.; DURIGAN, J. F.; DURIGAN, M. F. B. Aplicação de danos mecânicos em abacate e seus efeitos na qualidade dos frutos. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 164-175, Jan./Mar. 2008.

SANTANA, I. **Tese de doutorado**: Efeito do processamento nas propriedades físicas e químicas do óleo de abacate Hass (*Persea americana* Mill.). Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.

SANTANA, I. *et al.* Avocado (*Persea americana* Mill.) oil produced by microwave drying and expeller pressing exhibits low acidity and high oxidative stability. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 117, p. 999-1007, 2015.

SAPEKIE, S.F.; RENSHAW, T.A. **Economics of drying concentration**. In: Engineering and Food, v.2, p.927-937. Ed. Brian M. McKenna, London, 1983.

SILVA, A. **Câmaras Frigoríficas - aplicação, tipos, cálculo da carga térmica e boas práticas de utilização visando a racionalização da energia elétrica**. Ambiente gelado, 2015. Disponível em: <<http://ambientegegado.com.br/v40/camaras-frigorificas/item/575-camaras-frigorificas-aplicacao-tipos-calculo-da-carga-termica-e-boas-praticas-de-utilizacao-visando-a-racionalizacao-da-energia-eletrica>>. Acesso em: 11 Mar. 2017.

SOUTHINVEST. Profile for the production of avocado oil for industrial use. **Site da southinvest**, 2007. Disponível em: <<http://www.southinvest.gov.et/Publications/SSNPR%20draft%20Profile/A/%20Avocado%20Oil%20for%20Industrial%20Use.pdf>>. Acesso em: 25 Jan. 2017.

SOUZA, J. S. I. D.; PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F. F. D. **Enciclopédia Agrícola Brasileira**. 1ª. ed. São Paulo: edusp, v. 1, p. 15, 1995. ISBN 8531401291.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 17-23, Abr. 2004. ISSN 1806-9967.

TANGO, J. S.; TURATTI, J. M. Óleo de abacate. In: **ABACATE – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, p. 156-192, 1992.

UOL. Disponível em: <economia.uol.com.br/cotacoes/>. Acesso em 13 de Jan. 2017, 11:20:30.

WHILEY, A.W.; RASMUSSEN, T.S.; SARANAH, J.B.; WOLSTENHOLME, B.N. Delayed harvest effects on yield, fruit size and starch cycling in avocado (*Persea americana* Mill.) in subtropical environments. II. The late-maturing cv. Hass. **Scientia Horticulturae**, v. 66, p. 35-49, 1996.

WONG, M.; REQUEJO-JACKMAM, C.; WOOLF, A. **What is unrefined extra virgin cold-processed avocado oil**. AOCS, Urbana, v. 21, n. 4, p. 189-260, Abr. 2010.