



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Valdir Ferreira Rosa Neto

VARIAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DOS EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATO DE AMÔNIO À PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE ÓLEOS VEGETAIS UTILIZADOS

Palmas-TO

2015

Valdir Ferreira Rosa Neto

**VARIAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DOS EXPLOSIVOS À BASE
DE NITRATO DE AMÔNIO A PARTIR DE DIFERENTES ÓLEOS
VEGETAIS UTILIZADOS**

Trabalho apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de engenharia de minas, orientado pelo Professor Especialista José Cleuton Batista.

Palmas-TO

2015

Valdir Ferreira Rosa Neto

**VARIAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DOS EXPLOSIVOS À BASE
DE NITRATO DE AMÔNIO A PARTIR DE DIFERENTES ÓLEOS
VEGETAIS UTILIZADOS**

Trabalho apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia de Minas, orientado pelo Professor Especialista José Cleuton Batista.

Aprovada em 24 de novembro de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. José Cleuton Batista
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. MSc Daniel dos Santos Costa
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. Valério Sousa Lima
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas-TO

2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus. Todos meus amigos. A toda minha família, especialmente meu irmão, pais, Anderson Ferreira e Simone Ferreira, Avós Ivete Teresinha e Valdir Ferreira, Tios Fabricio e Elaine, que sempre estiveram do meu lado transmitindo coragem para seguir em busca de meus objetivos!

Você pode e consegue só precisa tentar, não desistir quando cair,
ergue a cabeça e vá lutar! B - Dynamitze

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1.	Composição química dos explosivos	9
2.2.	Classificação química dos explosivos.....	9
2.2.1.	ANFO.....	10
2.2.2.	Emulssão.....	11
2.3.	Nomenclatura de atividades com explosivo segundo o Ministério da Defesa; Exército Brasileiro.....	11
2.4.	Características dos explosivos	15
2.4.1.	Densidade	15
2.4.2.	Velocidade de detonação (VoD) e pressão de detonação	17
2.4.3.	Resistência a água.....	17
2.4.4.	Sensibilidade	18
2.4.5.	Balanco de oxigênio	18
2.4.6.	Resistência ao choque	20
2.4.7.	Gases gerados pelos explosivos.....	20
2.5.	Nitrato de Amônio (NA)	20
2.6.	Explosivos a base de Nitrato de Amônio	22
2.7.	Óleo combustível	24
2.1.	Óleo Vegetal	25
2.1.1.	Ácidos graxos	25
2.1.2.	Óleo de Babaçu	25
2.1.3.	Óleo de Palma	26
2.1.4.	Óleo de Linhaça	26
2.1.5.	Óleo de Soja.....	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1.	Composição de ácidos graxos dos óleos.....	30
4.2.	Dados econômicos dos óleos vegetais.....	32
4.2.1.	Óleo de Babaçu	32
4.2.2.	Óleo de Palma	35

4.2.3.	Óleo de Linhaça	38
4.2.4.	Óleo de Soja.....	40
4.2.5.	Óleo Diesel.....	43
4.2.6.	Resultados	45
4.3.	Cálculo do balanço de oxigênio dos óleos vegetais	46
4.3.1.	Óleo de Babaçu	46
4.3.2.	Óleo de Palma	53
4.3.3.	Óleo de Linhaça	59
4.3.4.	Óleo de Soja.....	64
4.3.5.	Resultados	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

RESUMO

Em todo mundo atualmente tem-se visto por razões de preço e ambientais a substituição dos combustíveis não renováveis pelos renováveis, e o Biodiesel ganhando cada vez mais espaço, quando se trata de explosivo e desmonte de rocha, o estudo sobre a substituição do agente combustível óleo Diesel em explosivos a base de nitrato de amônio ainda é pouco explorada, com poucos trabalhos e teses a respeito. Sendo assim foi feita uma pesquisa quantitativa de preços de 4 óleos vegetais em R\$/Toneladas e o cálculo químico para saber quanto de nitrato de amônio reagirá com cada óleo vegetal para que consiga alcançar sua máxima performance ou seja nenhuma sobra ou falta de oxigênio. Após realizado todo esse levantamento irar-se ter os dados de todos óleos trabalhados, criou-se a necessidade de comparar esses dados obtidos para assim saber qual é o mais econômico quando se fala de preço e qual gastará menos óleo quando reagido com nitrato de amônio.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo vegetal, Explosivo, desmonte de rocha, nitrato de amônio

ABSTRACT

Actually In the whole world for prices or everioment reasons the exchange not renewable by renewable fuel. Biodiesel have winning more visibilty but when talks about explosives and rock blast doesn't have almost reserchs , just little bits studies and theses. Then have done a quantitative reserch about four vegetable oils prices in R\$/Tons and the chemistry calculation for know how much ammonium nitrate react ti each vegetable oil for beginning the maximium performance so anything excess or lock of oxygen. After to do this, go to have the data of all worked oils then compare theses datas each other for know what is the most economical and which saved more oil gramas when reacted with ammonium nitrate.

KEYWORDS : Vegetable oils, Explosives, rock blasting, ammonium nitrate

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Necessidade ou excesso de oxigênio	19
Tabela 2 - Massa Molecular	19
Tabela 3 - Preço do óleo de soja, em reais por tonelada (R\$/ton), negociados pelas esmagadoras por estado.....	27
Tabela 4 - Preço do óleo de soja.....	27
Tabela 5 : Ácidos graxos insaturados	30
Tabela 6 - Composição ácidos graxos saturados.....	31
Tabela 7 : Composição química do óleo de babaçu.....	32
Tabela 8 - Preço óleo de babaçu	34
Tabela 9 - Preço do óleo de Palma	36
Tabela 10 - Preço Óleo de Linhaça.....	39
Tabela 11 - Preço do Óleo de Soja	42
Tabela 12 - Variação do preço consumidor e distribuidora do óleo diesel	43
Tabela 13 - Variação de preço do óleo diesel na região Norte.....	44
Tabela 14 - Quantidade de óleo para 100 gramas de NA	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Vão de densidade dentro de um furo para diferentes tipos de explosivos	16
Gráfico 2 - Variações da média de VoD em função de diferentes misturas	23
Gráfico 3 - Variação da velocidade de detonação em função de diferentes misturas	24
Gráfico 4 - Variação preço do óleo de babaçu em reais por tonelada.....	33
Gráfico 5 - Variação preço do óleo de Palmas em Reais por tonelada	35
Gráfico 6 - Variação do preço do óleo de linhaça em reais por tonelada	38
Gráfico 7 - Variação do preço do óleo de soja em reais por tonelada	41
Gráfico 8 - Variação média do Preço do óleo Diesel na região Sudeste	44
Gráfico 9 - Variação do preço do óleo diesel na região Norte	45
Gráfico 10 - Quantidade de óleo para 100 gramas de NA	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Nitrato de amônio de baixa densidade.....	22
---	----

LISTA DE ABREVIACÕES

ABNT	Associao Brasileira de Normas Tcnicas
VoD	Velocidade de detonao
ANFO	Nitrato de amônio + óleo diesel (<i>Ammonium Nitrate + Fuel Oil</i>)
UFF	Unidade fixa de fabricao
UMB	Unidade movel de bombeamento
UFF	Unidade fixa de fabricao
UMM	Unidade móvel de apoio
UFF	Unidade fixa de apoio
NA	Nitrato de amônio
CIF	Custos, Seguros e Frete (<i>Cost, insurance and freight</i>)
FOB	Livre a bordo (<i>Free on board</i>)
ANP	Agência Nacional de Petróleo

1 INTRODUÇÃO

Atualmente tem-se a visão que explosivos tipo Nitrato de Amônio para sua melhor formulação é utilizado o óleo diesel como agente combustível (ANFO), mas o que ocorre é que para a fabricação de um explosivo pode ter-se várias opções de agentes combustíveis como os óleos vegetais. A importância do estudo se dará na medida que com acréscimo no preço de fornecimento de uma das matérias primas na fabricação do explosivo ANFO vem tendo um grande aclave na variação no seu preço, logo esse estudo visa abrir um leque de vários óleos vegetais que como agentes combustíveis além de ser favoráveis seu uso pelo fator de sustentabilidade e meio ambiente podem ser utilizados na fabricação de um explosivo a base de nitrato de amônio.

Ou seja, tem-se o objetivo de apresentar para o consumidor várias opções de óleos numa visão econômica, assim tendo um empreendimento minerário onde a fabricação de explosivo a base de nitrato de amônio em silo poderá ter uma visão maior para utilização de óleos vegetais ao invés do óleo diesel para assim baratear o custeio do desmonte de rocha. Esse trabalho poderá servir de parâmetro para futuros estudos como por exemplo testes de velocidade de detonação (VoD) das misturas explosivas que serão analisadas nesse trabalho.

Para isso, será escolhido um número de óleos a ser trabalhados como agentes combustíveis utilizando o nitrato de amônio como agente oxidante, e fazer um estudo qualitativo de como estabelecer paralelo de custo de produção dos explosivos a base de nitrato de amônio a partir dos diferentes óleos vegetais que poderão ser usados como matéria prima.

Objetivo geral é mensurar o que representa o valor do óleo no custo final do explosivo a base de nitrato de amônio. Objetivos específicos analisar as variáveis do preço do Óleo Diesel do mercado no Brasil em um intervalo de tempo com a crescente subida do óleo combustível recentemente e o seu impacto na produção do ANFO. Verificar os preços dos óleos vegetais e diesel de 2013 a 2015. Comparar os preços dos óleos vegetais e combustíveis e suas respectivas porcentagens na mistura com nitrato de amônio em um balanço de oxigênio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Composição química dos explosivos

Segundo Silva (2009), os ingredientes de um explosivo podem ser divididos em explosivos básicos e explosivos combustíveis e oxidantes. Sendo o explosivo básico característico por sofrer uma reação exotérmica muito rápida quando submetido a altas temperaturas, pressão ou choque, como a nitroglicerina.

Silva (2009), os explosivos combustíveis oxidantes há uma interação entre eles para coibir a formação de CO₂, NO e NO₂ que além de serem altamente tóxicos ao ser humano diminuem a eficiência do explosivo, através de uma combinação do agente combustível (óleo diesel, sabugo de milho, serragem, carvão em pó, parafina, etc.) com o agente oxidante (Nitrato de Amônio, Nitrato de sódio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio).

Segundo Silva (2009), tem-se também outras substâncias que são adicionadas no explosivo como os antiácidos, para dar uma certa estabilidade na estocagem (Carbonato de cálcio, óxido de zinco), os depressores de chama para minimizar as possibilidades de fogo (cloreto de sódio), controladores de densidade e sensibilidade (Nitrato de sódio e ácido nítrico) e agentes cruzadores, que são utilizados para dar uma forma de gel nas lamas e evitar migração dos controladores de densidade (Dicromato de sódio).

2.2. Classificação química dos explosivos

Silva (2009) divide os explosivos químicos em três categorias. Altos explosivos, baixos explosivos (explosivos deflagrantes) e agentes detonantes.

Segundo Silva (2009), altos explosivos são explosivos com alta sensibilidade de iniciação como a nitroglicerina, que pode ser iniciada até através de atrito, choque físico, ou faísca, já explosivos deflagrantes são os que deflagram como o próprio nome diz, como por exemplo a pólvora negra. Já os agentes detonantes são explosivos cuja separados, os seus elementos não são considerados explosivos como o caso do ANFO, sem separarmos o Nitrato de Amônio e o óleo diesel percebemos que ambos em seu estado natural não são explosivos mas se juntos em

condições de transformação já se torna explosivo. Exemplo também as emulsões, que podem ser divididos entre encartuchadas e bombeada, tendo como composição um agente emulsificante, agente oxidante e agente combustível.

2.2.1. ANFO

De acordo com Manual de Blaster da Britanite (2008), são formato de grãos com uma origem de carbonitratos, e necessitam de um alto poder de iniciação. Tem como características uma baixa densidade e nenhuma resistência a água.

Segundo Manual de Blaster da Britanite (2008), o Granulado é um explosivo do tipo "ANFO", seguro, a pigmentado de cor rosa para diferenciação de fertilizantes, explosivo de baixa densidade logo não pode ser utilizado como carga de fundo, e sim apenas como carga de coluna, sensível a escorva com booster, encartuchado e não com detonadores, por ser plastificado e também é regulamentado pelo exército, logo como o explosivo encartuchado terá que ter um código de barra e número de rastreamento. Quando for fazer carregamento com esse tipo de explosivo e o furo estiver com água tem que soprar o furo, ou seja retirar toda a água de dentro do furo, para colocá-lo dentro do furo usa-se haste de madeira, não há utilização de espoleta utiliza-se o próprio cordel, esse cordel que vai iniciar o explosivo. No caso de mataco um, dois ou três furos e encher com anfo granulado, a ponta do cordel vem para fora do furo e então amarra-se com outro cordel.

Segundo Silva (2009) Anfo é resultado do vocabulário inglês Ammonium Nitrate e fuel oil, tendo como vantagem ocupar inteiramente o volume do furo, grande insensibilidade aos choques, poucos gases tóxicos e redução do preço global dos explosivos, e as desvantagens são a baixa densidade, falta de resistência a água e a necessidade de uma iniciação especial. A reação ideal do ANFO é quando o balanço de oxigênio é zero. Podem ter outros explosivos similares ao ANFO, fabricado por diferentes produtores e com formulações diferentes com adição de outros elementos combustíveis, sensibilizantes, redutores, oxidantes.

Segundo Silva (2009), Anfo com adição de alumínio objetivando otimizar custos de perfuração e desmonte, aumentando a energia e variando de 15 % por massa, sendo acima de 15% passando a não ter um bom custo benefício

Silva (2009), Tem-se também o *Heavy ANFO* (ANFO Pesado) consiste na blendagem do ANFO com Nitrato de amônio para aumentar a densidade. A densidade do ANFO Pesado está na faixa de 1 a 1,33 g/cm³, sendo resistência a água moderada para blendagem ANFO/Emulsão de 50/50 á 1,33 g/cm³.

2.2.2. Emulsão

Segunda a revista *Minerios e Minerales*, emulsão pode ser dividido em duas formas de aplicação, emulsão bombeada onde o carregamento do fogo se dá por meio de caminhões UMB e sua densidade é variada no painel do caminhão e o encartuchado que é o explosivo que já vem plastificado de fábrica e com densidade constante além de ser mais consistente, tem alguns produtos a mais que a emulsão bombeada, como a parafina para dar um maior tempo de validade ao produto

Emulsão são do tipo “água-em-óleo” (water-in-oil). Eles consistem de microgotículas de solução oxidante supersaturada dentro de uma matriz de óleo. Para maximizar o rendimento energético, enquanto minimiza custos de produção e preço de venda, o oxidante dentro das microgotículas consiste principalmente de nitrato de amônio. Dentro de um ponto de vista químico, uma emulsão se define com uma dispersão estável de um líquido imiscível em outro, o qual se consegue mediante agentes que favorecem este processo (agentes emulsificantes) e uma forte agitação mecânica. (SILVA, 2009. p40)

2.3. Nomenclatura de atividades com explosivo segundo o Ministério da Defesa; Exército Brasileiro

Segundo o Capítulo 1 das normas relativas às atividades com explosivos e seus acessórios, 2005, Ministério da defesa, exército brasileiro, artigo 3º. É adotada as seguinte nomenclatura:

I - explosivos tipo ANFO: são misturas de nitrato de amônio e óleos combustíveis.

II - explosivos granulados industriais: composições explosivas, que além de nitrato de amônio e óleo combustível, são constituídas de aditivos, tais como serragem, casca de arroz e alumínio em pó, para correção de densidade, balanço de oxigênio, sensibilidade e potencial energético; também são conhecidos comercialmente como granulados, pulverulentos, derramáveis ou nitrocarbonitratos.

III - explosivos tipo DINAMITE: são todos os que contém nitroglicerina em sua composição, sendo os que exigem maior cuidado em seu manuseio e utilização, devido à sua elevada sensibilidade;

IV - explosivos tipo EMULSÃO: são misturas de nitrato de amônio, diluído em água, e óleos combustíveis, obtidas por meio de um agente emulsificante; contém microbolhas dispersas no interior de sua massa, responsáveis por sua sensibilização; normalmente são sensíveis à espoleta comum nº 8, sendo eventualmente necessário o uso de um reforçador para sua iniciação; podem ser de dois tipos:

a) explosivos tipo EMULSÃO BOMBEADA: são explosivos tipo Emulsão, a granel, bombeados e sensibilizados diretamente no local de emprego, por meio de unidades móveis, de fabricação ou bombeamento.

b) explosivos tipo EMULSÃO ENCARTUCHADA: são explosivos tipo Emulsão, embalados em cartuchos cilíndricos, normalmente de filme plástico.

V - emulsão base ou pré-emulsão: é a mistura base de explosivos tipo Emulsão Bombeada, ainda não sensibilizada; as unidades industriais móveis de transferência e de fabricação transportam apenas a Emulsão Base, que só é sensibilizada no momento de utilização.

VI - explosivos tipo LAMA: são misturas de nitratos, diluídos em água, e agentes sensibilizantes, na forma de pastas; também conhecidos como "slurries" (ou, no singular, "slurry").

VII - cargas moldadas: explosivos com formato fixo, pré-definido, de acordo com um molde inicial; o tipo mais comum possui um orifício cônico em seu corpo, destinado a concentrar a energia da explosão em uma direção específica; o funcionamento destes dispositivos é baseado no efeito Monroe ou "Carga Oca", muito utilizado em munições para perfuração de blindagens.

VIII - gelatina explosiva: constitui-se numa mistura de nitrocelulose e nitroglicerina (FI 4 das Normas Administrativas Relativas às Atividades com Explosivos e seus

Acessórios NARAExAc) utilizada na fabricação de explosivos tipo Dinamite; em decorrência, algumas DINAMITES são denominadas gelatinosas ou semi-gelatinosas, conforme a quantidade de gelatina explosiva presente.

IX - explosivos plásticos: são massas maleáveis, normalmente a base de ciclonite (RDX) e óleos aglutinantes, que podem ser moldadas de acordo com a necessidade de emprego; por sua facilidade de iniciação (é sensível a espoleta comum nº 8), poder de destruição e praticidade, são os explosivos mais cobijados para fins ilícitos; também são conhecidos como cargas moldáveis.

X - espoleta comum: tubo de alumínio, contendo, em geral, uma carga de nitropenta, e um misto de azida e estifinato de chumbo, destinado à iniciação de explosivos, sendo o tipo mais utilizado a espoleta comum nº 8; também é conhecida como espoleta não elétrica ou pirotécnica.

XI - cordel detonante: tubo flexível preenchido com nitropenta, RDX ou HMX, destinado a transmitir a detonação do ponto de iniciação até à carga explosiva; seu tipo mais comum é o NP 10, ou seja, que possui 10 g de nitropenta/RDX por metro linear.

XII - sistema iniciador não elétrico: conjunto de espoleta de retardo e tubo flexível oco com revestimento interno de película de mistura explosiva ou pirotécnica, suficiente para transmitir a onda de choque ou de calor, sem danificar o tubo.

XIII - sistema iniciador elétrico: conjunto de espoleta acoplada a um circuito elétrico com o mesmo efeito de uma espoleta comum, mas acionado por corrente elétrica.

XIV - sistema iniciador eletrônico: conjunto de espoleta acoplada a um circuito eletrônico que permite a programação dos retardos e acionado por conjunto de equipamentos de programação e detonação específicos para esse fim.

XV - reforçadores: são acessórios explosivos destinados a amplificar a onda de choque, para permitir a iniciação de explosivos em geral não sensíveis à espoleta

comum nº 8 ou cordel detonante; normalmente são tipos específicos de cargas moldadas de TNT, nitropenta ou pentolite;

XVI - retardos: são dispositivos semelhantes a espoletas comuns, normalmente com revestimento de corpo plástico, que proporcionam atraso controlado na propagação da onda de choque; são empregados para a montagem de malhas em que se precisa de uma defasagem na iniciação do explosivo em diferentes pontos, ou mesmo para detonações isoladas, proporcionando maior segurança à operação;

XVII - estopins: são tubos flexíveis preenchidos com pólvora negra destinados a transmitir chama para iniciação de espoletas; quando comercializados em pedaços, acoplados a uma espoleta, são denominados "espoletados"; podem ser hidráulicos ou comuns, conforme sejam capazes ou não, respectivamente, de transmitir chama dentro d'água.

XVIII - acessórios iniciadores: constituem-se de espoleta elétrica, espoleta pirotécnica, espoleta eletrônica, estopim, elemento de retardo, acendedor de fricção, detonador não-elétrico, espoleta pirotécnica montada com estopim, e conjunto iniciador montado, constituído de espoleta pirotécnica acoplada a tubo transmissor de onda de choque ou de calor;

XIX - Unidade Móvel de Fabricação (UMF): veículo destinado a fabricação e aplicação de explosivos tipo ANFO ou EMULSÃO e suas misturas, no próprio local de emprego.

XIX - Unidade Móvel de Bombeamento (UMB): veículo destinado ao transporte de Emulsão Base ao local de emprego, onde é realizada a sensibilização e o bombeamento de explosivo tipo Emulsão, bem como, à fabricação e aplicação de explosivo tipo ANFO no próprio local de emprego.

XX - Unidade Fixa de Fabricação (UFF): instalação industrial fixa para fabricação de Emulsão Base e/ou ANFO e suas misturas.

XXI - Unidade Móvel de Apoio (UMA): veículo destinado a abastecer as UMB.

XXII - Unidade Fixa de Apoio (UFA): tanque de Emulsão Base que se destina a abastecer as UMB e UMA.

XXIII - Depósitos Rústicos Móveis: conforme definidos no parágrafo único do art. 125 do R-105, são construções especiais, desmontáveis ou não, que permitem o deslocamento de um ponto a outro do terreno, acompanhando a mudança do local dos trabalhos de demolição industrial ou prospecção.

2.4. Características dos explosivos

Para um bom dimensionamento do fogo é essencial saber das características dos explosivos. Segundo Silva (2009), os explosivos podem ser divididos pelas seguintes características:

2.4.1. Densidade

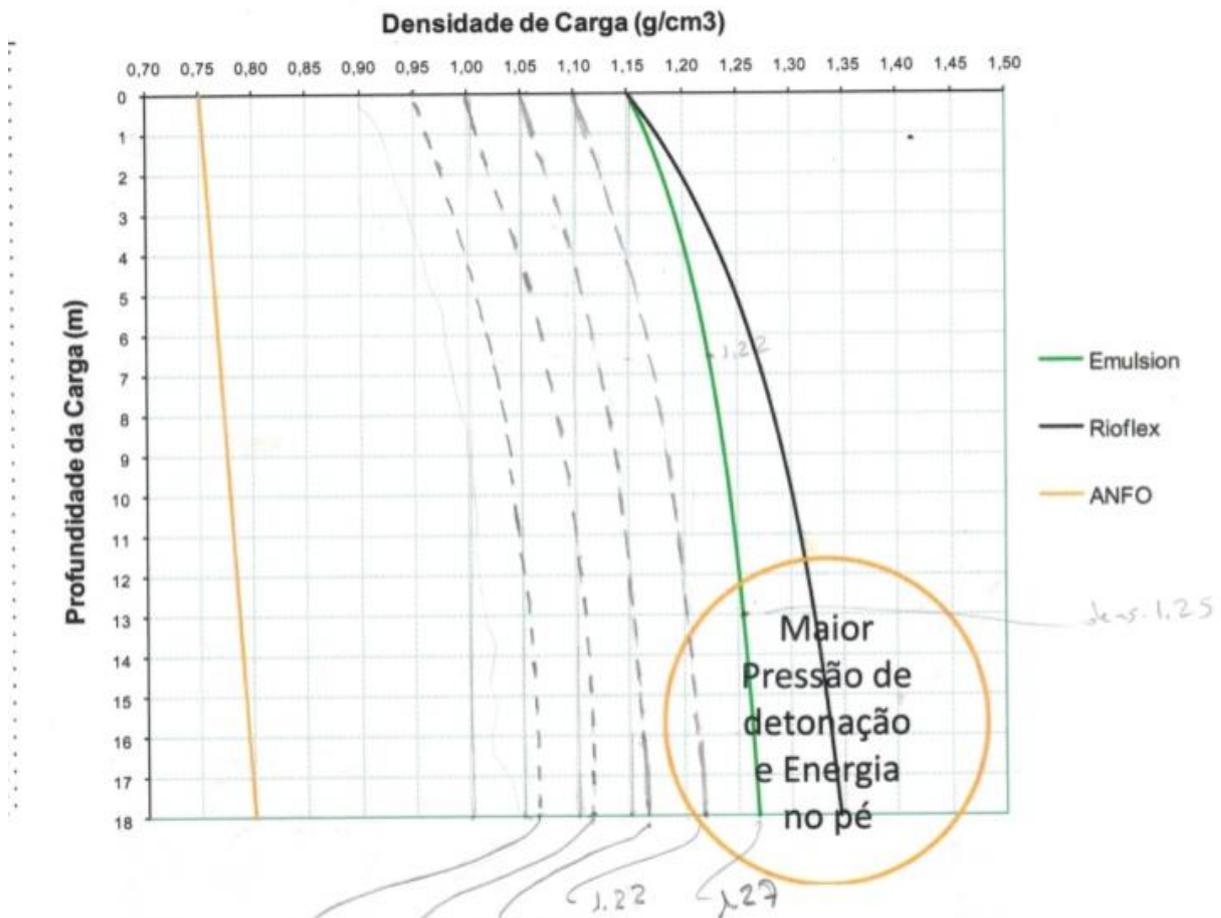
É a relação entre o peso do explosivo e o seu volume. A densidade de um explosivo é importante para determinar a sua adequação para uma operação de desmonte e dependendo dos ingredientes que o compõe, os quais são devidamente dosados para obter-se as densidades desejadas. Com um explosivo de alta densidade a energia da detonação apresenta maior concentração, o que é desejável no caso de desmonte de material duro, por outro lado, se desejamos excessiva fragmentação ou a rocha é branda, explosivos de baixa densidade deverão ser usados. (MANUAL BLASTER BRITANITE, 2008, p.14)

Segundo Manual de Blaster da Britanite (2008), densidade é algo muito importante dentro de um furo na medida que uma densidade baixa, ela se torna sensível demais e o fogo por iniciar de " cima para baixo " e não como é o correto de baixo para cima, assim o booster seria iniciado tardiamente, ocorrendo um erro. E uma densidade muito alta no fundo do furo no caso da emulsão bombeada ela estará mais alta ainda, sendo assim precisará de mais reforçadores na iniciação e dependendo da densidade o iniciador que foi colocado ali fica incapaz de acionar o

explosivo, assim gerando falha. Logo sabe-se que nunca se deve usar o ANFO em carga de fundo devido a sua baixa densidade.

De acordo com a tabela gráfica da Maxam explosivos, na emulsão bombeada por exemplo a uma variabilidade da densidade do explosivo dentro do furo, sendo no fundo uma densidade maior logo precisa-se de uma boa iniciação do explosivo (como o booster) Por exemplo em um desmorte de rocha o ideal em uma emulsão bombeada é que a densidade no meio do furo fique em torno de $1,15 \text{ g/cm}^3$ logo qual seria a densidade inicial ? , em um furo de 12 metros a densidade inicial que se da no painel do UMB seria $1,12 \text{ g/cm}^3$ para que no meio do furo tenhamos $1,15 \text{ g/cm}^3$. De acordo, Sendo a curva de verde a emulsão, a preta RioFlex (Tipo de marca de explosivos comercializado pela Maxam) e a laranja o ANFO.

Gráfico 1 – Vão de densidade dentro de um furo para diferentes tipos de explosivos



Fonte: Maxam explosivos

2.4.2. Velocidade de detonação (VoD) e pressão de detonação

Como cita o Website da Nitronel LTDA que é uma empresa que atua no ramo de explosivos, é essencial o conhecimento do VoD para otimizar o desempenho dos explosivos no desmonte, com o VoD é possível obter parâmetros para ajudar na tomada de decisão. Velocidade de detonação é geralmente o que define se o explosivo é considerado bom ou ruim, assim sendo é a característica essencial quando se fala de explosivos.

Segundo a Manual de Blaster da Britanite (2008), velocidade com que a onda de choque se propaga ao longo da mina, velocidade ideal varia de 2.000 m/s a 8.000 m/s. No caso dos explosivos a nitrato de amônio para saber seu custo benefício é essencial saber a velocidade de detonação do explosivo. Para saber se o desmonte foi executado de forma correta usa-se os medidores de VoD para saber se a velocidade de detonação foi desejada, por exemplo se um fogo saiu ruim ou seja gerou muito mataco além do normal ou “moeu” muito, com a velocidade de detonação é mais fácil achar aonde foi o erro e tentar melhorar na próxima detonação, terá parâmetros para isso. Hoje apenas mineradoras de grande porte exigem aparelhos de medição de VoD, e muitas de aparelhos de vibrações também para um melhor controle de sísmico, principalmente em lugares cujos os desmontes são mais próximo de áreas urbanas seja desmontes em mineração ou implosões em obras civis.

Segundo Silva (2009), uma maneira de avaliar o desempenho do explosivo é a comparação da pressão produzida no furo durante a detonação não supere a resistência dinâmica da rocha, o pico de pressão exercido pelo explosivo depende da densidade e da velocidade de detonação.

2.4.3. Resistência a água

Silva (2009), é a capacidade que um explosivo tem de resistir a uma exposição à água durante um determinado tempo, sem perder suas características. A resistência de um explosivo à água pode ser classificada como: nenhuma, limitada, boa, muito boa e excelente. Resistência a Água é como o explosivo vai se comportar quando entrar em contato com a água, sendo a resistência interna é que já possui água na sua fórmula e não sofre interferência, a resistência externa é

quando essa resistência se deve à embalagem ou pelo material que é embalado. No caso de Emulsão bombeada a massa vai entrando no furo e água por si só já vai saindo e ficando apenas a massa explosiva, no caso do ANFO ele não tem resistência a água não podendo ser carregado em período de chuva por exemplo mas se “encamisarmos” ele poderá ser colocado nessas minas, mas mesmo assim não terá a mesma potência.

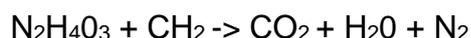
2.4.4. Sensibilidade

“Define-se como a susceptibilidade de um explosivo à iniciação, isto é, se o explosivo é sensível à espoleta, cordel, booster (reforçador) etc.” (COSTA E SILVA, 2009)

Segundo Silva (2009), nitroglicerina que era um componente muito utilizado antigamente mas que hoje vem perdendo força e quase não se usa mais, apenas em raríssimas exceções, era um componente que era muito sensível e até através de choque poderia iniciar uma explosão, por isso explosivos a base de nitroglicerina vem sendo substituídos pela emulsão, encartuchado e ANFO. Sensibilidade relata que qual é a energia que terá que ser aplicado para que o explosivo se inicie, no caso explosivos atuais precisam de uma carga iniciadora de maior potência para serem iniciados como no caso da emulsão bombeada o Booster, e do ANFO geralmente na carga de fundo utilizam-se bananas de dinamite.

2.4.5. Balanço de oxigênio

Conforme o Silva (2009), balanço de oxigênio no caso do ANFO é o que vai definir quanto de óleo irá gastar em uma solução em porcentagem e a quantidade de nitrato de amônio. Como a mistura de Nitrato de Amônio com Óleo Diesel:



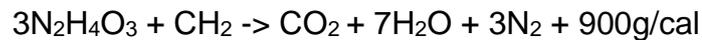
Segundo Silva (2009), falta de oxigênio na mistura gera gases tóxicos como o CO e o excesso de oxigênio gerará NO e NO₂, além de que serem totalmente tóxicos ao ser humano lançamento desses gases atrapalhará e muito o rendimento do explosivo. Com isso teremos que fazer um balanço de oxigênio.

Tabela 1 - Necessidade ou excesso de oxigênio

Composto	Fórmula	Produtos desejados	Necessidade excesso de oxigênio	ou de
Nitrato de Amônio	$N_2H_4O_3$	N_2 $2H_2O$	+1	
Óleo Diesel	CH_2	CO_2	-3	

Fonte: Silva (2009)

Logo há deficiência de três átomos de oxigênio por CH_2 , então teremos que balancear essa equação.



Após equilibrar a equação então usa-se o cálculo para saber a massa molar para cada substância sendo assim:

Tabela 2 - Massa Molecular

FÓRMULA	MASSA MOLAR
$N_2H_4O_3$	240 g
CH_2	14 g

Fonte: Silva (2009)

Total de 254 gramas, através desse cálculo saberemos a quantidade de óleo diesel por nitrato de amônio entrará na mistura por uma simples regra de três:

254g -> 100%

14g -> x

$X = 5,5\%$, logo precisará de 5,5 % de óleo diesel em uma solução de ANFO, para que seja uma solução ideal.

254g ->100%

240g -> y

$Y = 94,5\%$, logo precisará de 94,5% de nitrato de amônio em uma solução de ANFO para que seja uma solução ideal.

Através desse cálculo saberemos usando outros óleos, como Biodiesel, óleo de girassol, óleo de soja, óleo de babaçu etc. qual a porcentagem necessária desse óleo misturado com Nitrato de Amônio para que seja uma solução ideal.

2.4.6. Resistência ao choque

“ Propriedade do explosivo de não detonar quando submetido a certos choques acidentais. A espoleta tem pouca resistência ao choque; o cordel detonante tem uma maior resistência ao choque” (Manual Blaster Britanite,2008, p.14)

2.4.7. Gases gerados pelos explosivos

Silva (2009), descreve que a classificação dos gases lançados pelos explosivos são de extrema importância pois na seleção de explosivos para atuar em minerações subterrâneas em que as condições de ventilação e ar são precárias. Quando o explosivo decompõe em estado gasoso tendo os principais componentes como: Dióxido de carbono, Oxigênio, óxidos de nitrogênio, gás sulfúrico. Sendo dividido em três classes, classe 1 não tóxicos, classe 2 mediantemente tóxicos e classe 3 tóxicos. A toxidez desses gases é medida no balanço de oxigênio, que oxigênio pode estar em falta ou em excesso.

2.5. Nitrato de Amônio (NA)

Conforme a PORTARIA No. 19 DE 06 /12 /2002 MINISTÉRIO DA DEFESA - MD PUBLICADO NO DOU NA PAG. 00008 EM 23 /01 /2003

Capítulo 1

Art. 3º NA destinado ao uso industrial é aquele utilizado na produção de explosivos (ANFO, emulsão, lama, etc.), gases medicinais e outros processos fabris, cujos produtos finais não sejam fertilizantes agrícolas.

Art. 4º NA destinado ao uso agrícola é aquele cuja destinação final é a fertilização do solo de plantio, podendo ser processado e misturado com outros produtos químicos, como o fósforo e o potássio.

Conforme a Portaria acima, existem dois tipos de Nitrato de amônio, sendo um mais utilizado para fabricação de fertilizantes e outro mais utilizado na fabricação de explosivos.

Segundo Mesquita (2007). Nitrato de Amônio é mais usado na produção de fertilizantes e depois na fabricação de explosivos tendo ele na forma densa e na forma porosa sendo na densa mais usada na fabricação de fertilizantes e a porosa na fabricação de explosivos, nitrato de amônio possuem prills, em um palavreado mais rústico são como "Buracos" que em reação absorvem o óleo combustível no ANFO, também por isso é tão sensível á água, sendo assim o NA poroso de baixa densidade é melhor aproveitado em seu uso de explosivos pois assim gerará maior número de vazios e assim uma melhor absorção do óleo . Segundo a Pilar Química, produtora de Nitrato de amônio no Brasil o Nitrato de Amônio é produzido pela reação química. Amônia + ácido nítrico que forma o nitrato de amônio.

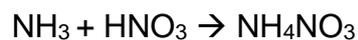


Figura 1 - Nitrato de amônio de baixa densidade



Fonte : Pilar Química

Segundo a Pilar Química fabricante de Nitrato de Amônio no Brasil, O nitrato de amônio de baixa densidade é um agente oxidante de característica sólida, com coloração branca e perolada e que se apresenta em forma de priils. Potente e seguro, possui uma estrutura microcristalina que aumenta a porosidade e consequentemente eleva-se o poder de absorção de óleo.

2.6. Explosivos a base de Nitrato de Amônio

Rezende (2011), atualmente explosivo de nitrato de amônio mais utilizado é o ANFO, mas talvez por falta de conhecimento ou por não saber de outras finalidades muitos mineradores não sabem que existem outros óleos que podem se juntar ao Nitrato de Amônio e também se tornar um explosivo, como o óleo reutilizado que pode ser uma alternativa ao diesel tendo uma redução de custo e ainda sendo eco

sustentável na medida que ele é um óleo lubrificante reutilizado, mas mesmo assim ele tem um desempenho inferior ao óleo diesel mas o diesel possui um custo de aquisição superior ao reutilizado Ou também outros óleos como os vegetais como óleo de girassol, óleo de soja, óleo de mamona, e tantos outros que podem também atuar como agentes combustíveis na produção de um explosivo a base de nitrato de amônio e o seu preço dependendo da safra pode até ser em conta.

Rezende (2011) fez um comparativo com testes experimentais entre Nitrato de Amônio e vários outros agentes combustíveis, vendo sua velocidade de detonação em m/s. Onde mostrou que o Biodiesel teve o seu desempenho mais próximo do ANFO, pode ser observado no Gráfico 2 e 3.

“ Nesse gráfico, é possível visualizar todos os resultados obtidos a partir dos ensaios de detonação. O equipamento para medição da VOD registrou vinte detonações das trinta realizadas em campo. Observou-se que, com exceção do biodiesel, todos os ensaios provenientes da mistura entre o Nitrato de amônio e os combustíveis alternativos apresentaram desempenho insuficiente quando comparado ao resultado do ANFO.” (REZENDE,2011)

Gráfico 2 - Variações da média de VoD em função de diferentes misturas



Fonte: Rezende (2011)

Gráfico 3 - Variação da velocidade de detonação em função de diferentes misturas

Fonte: Rezende (2011)

2.7. Óleo combustível

Segundo o portal da Petrobras, óleo combustível é um derivado do petróleo obtido no processo de refino. De acordo com os processos e misturas que passa nas refinarias, ele apresenta uma diversidade de tipos que atendem as mais variadas exigências do mercado. Óleo Diesel é um Combustível derivado do petróleo, constituído basicamente por hidrocarbonetos, o óleo diesel é um composto formado principalmente por átomos de carbono, hidrogênio e em baixas concentrações por enxofre, nitrogênio e oxigênio e selecionados de acordo com as características de ignição e de escoamento adequadas ao funcionamento dos motores diesel. É um produto inflamável, medianamente tóxico, volátil, límpido, isento de material em suspensão e com odor forte e característico, conforme o portal da Petrobras.

Segundo Rezende (2011), Conforme foi visto, é o agente combustível mais utilizado para explosivos a base de nitrato de amônio, comumente chamado de ANFO (Em inglês *Amonium Nitrate + Fuel Oil*). Resende (2011), desenvolveu experimentos com outros agentes combustíveis e á comparou ao ANFO.

O biodiesel é um combustível produzido a partir de óleos vegetais extraídos de diversas matérias-primas, como palma, mamona, soja, girassol, dentre outras. Por advir de fontes renováveis e ser menos poluente ele é ecologicamente correto. O biodiesel está sendo adicionado, na proporção de 7%, aos tipos de diesel (comum ou aditivado) e não necessitam de qualquer adaptação para receber a mistura. Na Europa o biodiesel já vem sendo utilizado em vários países. Em abril de 2005, reforçando o princípio de inovação, tecnologia, qualidade de produtos e serviços e responsabilidade sócio-ambiental que norteiam nossa companhia; e que fazem da marca Petrobras, a preferida de todos os brasileiros, foi iniciada a comercialização do biodiesel na Petrobras Distribuidora; e em 2007, antes do prazo estabelecido pela legislação, o biodiesel já estava presente na maioria dos postos da rede. (Portal Petrobras)

2.1. Óleo Vegetal

Segundo o Website Ecycle, os óleos vegetais são gorduras extraídas das plantas sendo quase totalmente realizado pelas sementes, os óleos tem formação através dos trigliceróis.

Segundo Portal da estatal Petrobras, grande parte do combustível consumido no mundo provém de petróleo, gás e carvão, assim sendo óleo vegetal aparece como uma alternativa para a substituição do óleo diesel. Sendo bastante positivo na utilização desse recurso para preservação ambiental bem como na produção de biosiesel, e o seu recurso na área de fabricação de explosivo é bem pouco estudado.

2.1.1. Ácidos graxos

Segundo RZYBYLSKI et.al (2007), os óleos vegetais são formados por ácidos graxos, e cada posição da molécula de glicerol pode ser esterificada por um ácido graxo, tanto na carecterísticas química quanto física do óleo são influenciadas pelo tipo ou proporção do ácido graxo no triglicerol. Ácidos graxos podem ser divididos como Saturados e Insaturados, sendo os saturados com ligações simples de carbono (óleo de cacau, cocô) e insaturados com um ou mais duplas de ligações de carbono e são divididos em monoinsaturados (Uma ligação dupla) e saturados (Duas ou mais ligações duplas).

2.1.2. Óleo de Babaçu

Segundo Costa Machado e Paes Chaves et.al (2006), a palmeira de babaçu é encontrada tanto na região amazônica como em áreas de mata atlântica da região

baiana. Sendo as regiões mais extrativistas localizadas na região norte e nordeste do Brasil, sendo base de sustentação de muitas sociedades.

“O óleo de babaçu, no Brasil, tem sido usado quase que, exclusivamente, na fabricação de produtos de higiene e limpeza. O seu emprego na indústria de alimentos, principalmente margarina, aparece como secundário. Há, no entanto, um interesse em desenvolver mercados e novas alternativas para uso do óleo de babaçu (COSTA MACHADO e PAES CHAVES et al. 2006. P.464)

2.1.3. Óleo de Palma

Segundo Cristiano da Silva e Stella et al. (2003), o óleo de Palma também conhecido como óleo de dendê é o segundo mais consumido no mundo atrás apenas do óleo de soja e representa um crescimento sustentável na região amazônica e no sul baiano. O cultivo do Dendê também deve ser levado em consideração sua ampla sustentabilidade já que o seu cultivo pode ser aplicado em solos pobres e degradáveis

2.1.4. Óleo de Linhaça

Segundo Galvão (2008), Linhaça é a semente do linho, uma planta que vem sendo cultivada há mais de 4000 anos e é utilizado na indústria de tinta, vernizes e retina.

2.1.5. Óleo de Soja

Segundo Oliveira Ferrari e Silva (2005), óleo de soja é o mais utilizado em todo mundo para a fabricação de biodiesel, sendo nos EUA matéria prima fundamental, já em países mais tropicais o óleo de dendê. A Soja é predominante no Brasil, 90% da produção de soja no território vem dessa leguminosa

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O alicerce do estudo é a escolha do óleo vegetal a ser trabalhado, será escolhido cinco óleos sendo eles óleo de Babaçu, Palma, Linhaça e de Soja, logo após isso será feito uma média de preço dos meses de 2013 a 2015 desses óleos, utilizando websites que forneçam as cotações desses óleos vegetais tais como o website Biomercado. Como um exemplo do preço do óleo de soja de janeiro até maio de 2015 pode ver na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Preço do óleo de soja, em reais por tonelada (R\$/ton), negociados pelas esmagadoras por estado

Tabela 4 - Preço do óleo de soja

Ano 2015 / Estado	ÓLEO DE SOJA - R\$/Ton.									
	MG	GO	SP	RS	BA	MS	PR	PI	MT	Média
Janeiro		2070,75	2116,00	2099,80	2080,00	2072,75	2091,63	2076,25	1988,13	2074,41
Fevereiro		2066,50	2200,00	2060,68	1977,00	1977,00	2059,00	1977,00	1940,25	2032,18
Março		2181,65	2175,52	2115,20	1941,60	1941,60	2290,50	1941,60	1946,20	2066,73
Abril		2144,77	2160,00	2169,00	1953,00	2102,25	2322,88	1953,00	1956,00	2095,11
Mai		2488,46	2355,00	2358,83	2161,50	2310,75	2232,00	2161,50	2161,50	2278,69
Média		2190,43	2201,30	2160,70	2022,62	2080,87	2199,20	2021,87	1998,42	2109,43

Fonte: Biomercado

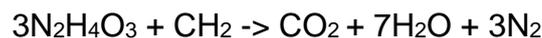
Após ter realizado toda a pesquisa quantitativa de todos os óleos a serem estudados, será feito uma comparação desses óleos em R\$/toneladas, com o preço de distribuição do óleo diesel daquele mês, para assim saber qual a diferença de preço entre óleo diesel e os óleos vegetais. O resultado esperado é uma diferença de preço entre os óleos vegetais mensalmente, ou seja um mês um óleo vegetal estudado vai estar mais barato que o outro por conta da sazonalidade e tendo uma diferença de preço menor que o óleo a ser comparado que é o óleo diesel.

O passo seguinte do trabalho será coleta de dados dos óleos escolhidos bem como sua fórmula química. Com o cálculo da sua fórmula mínima será efetuado o balanço de oxigênio da mistura e posteriormente cálculo do percentual de massa de cada substancia na mistura, como foi citado no referencial teórico, segundo Silva (2009). A falta de oxigênio na mistura, gera gases tóxicos como o CO e o excesso de oxigênio gerará NO e NO₂, além de serem totalmente tóxicos ao ser humano, o

lançamento desses gases atrapalhará o rendimento do explosivo. Com isso teremos que fazer um balanço de oxigênio.

Para cálculo da fórmula empírica ponderada dos óleos vegetais a serem utilizados para reagirem com o nitrato de amônio e produzir o explosivo, será feito um levantamento bibliográfico da composição percentual dos elementos que compõem essas substâncias, sendo elas teores de C, H, O, dos principais ácidos graxos que entram na composição desses óleos. Usaremos um exemplo fictício para maior entendimento da equação, supondo um óleo que tenha 96% de ácido linoleico e 3 % de oleico e 1 % de palmítico, o resultado final desse cálculo dará a quantidade de nitrato de amônio em gramas precisará em 100 gramas do óleo utilizado para facilitar o cálculo quando se tem a porcentagem em 100 % (juntando todos ácidos graxos), nesse exemplo seria 96 gramas de ácido linoleico, 3 gramas de ácido oleico e 1 gramas de ácido palmítico. Será feito quando de cada ácido reagira com nitrato de amônio, para assim soubermos o total de NA que reagira na mistura, e assim achar a fórmula mínima porcentual.

Logo para saber a porcentagem de nitrato e de óleo que vai na mistura é só realizar o cálculo de massa molar. Segundo Silva (2009), no caso do ANFO precisará de 94,5 % de nitrato de amônio e 5,5 % de óleo diesel para essa mistura explosiva, conforme a Equação Química abaixo:



Esse cálculo será efetuado para todos os tipos de ácidos compostos nos óleos para assim saber a quantidade em 100 gramas do óleo reagirá com nitrato que irá ser introduzido na mistura explosiva.

A próxima etapa é encruilhar esses preços obtidos dos óleos inseridos, assim tendo dados comparativos de preços das diferentes misturas explosivas. O resultado esperado é que cada mistura explosiva dependendo da época do ano tenha o seu preço mais vantajoso, ou seja vamos supor que um óleo X vegetal estudado tenha seu período de safra em fevereiro cujo esse mês seja seu menor preço, já o óleo Y seu menor preço é em julho, logo o resultado que se espera é que cada mês tenha-se uma opção mais barata para a solução explosiva a ser produzida, e ver o quão essas misturas são mais vantajosas.

Vale ressaltar que, neste estudo não será levado em conta outros produtos que são frequentemente adicionados em explosivos a base de nitrato de amônio que pode alterar o preço do produto, e nem variáveis como o custo de fabricação, impostos, custos operacionais em geral. Também é muito comum o uso de “blendagens” de óleos como o óleo diesel e o óleo reutilizado, nesse estudo isto não será levado em conta, logo o balanço de oxigênio se dará 100 % com o mesmo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição de ácidos graxos dos óleos

RZYBYLSKI et.al (2007), realizou análise da composição dos seguintes óleos a serem estudados, Palmas, Linhaça e Soja. Fez todo experimento laboratorial no qual chegou a sua composição de ácidos graxos, dividindo-o em ácidos insaturados e saturados, conforme a tabela abaixo.

Tabela 5 : Ácidos graxos insaturados

Oils ¹	Unsaturated fatty acids ²											P/S Index	
	C _{16:1}	C _{17:1}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:1}	C _{20:2}	C _{22:1}	C _{22:2}	C _{24:1}	MUFA		PUFA
BOR	0,29	0,07	16,52	38,47	0,22	4,05	0,35	2,23	-	2,09	25,25	61,79	4,77
EPR	-	0,06	7,50	74,00	0,16	0,24	0,14	-	-	0,19	7,99	83,90	10,34
CAN	0,21	-	62,41	20,12	8,37	1,54	0,11	-	-	0,26	64,42	28,60	4,10
CRN	-	-	25,54	59,27	1,07	0,37	0,09	-	-	0,20	26,11	60,43	4,49
COR	-	0,05	24,23	60,38	0,99	0,28	-	-	-	0,20	24,76	61,37	4,42
SUN	-	0,06	15,26	71,17	0,45	0,22	0,09	-	-	0,39	15,93	71,71	5,80
SUR	0,06	0,03	16,86	70,69	0,28	0,16	-	-	-	-	17,11	70,97	5,95
COT	0,47	0,11	16,61	56,35	0,33	0,14	0,10	-	-	0,16	17,49	56,78	2,20
FCO	-	0,12	21,42	15,18	54,24	0,40	0,39	-	-	0,10	22,04	69,81	6,56
SOY	0,08	0,08	21,35	56,02	7,15	0,22	-	-	-	-	21,73	63,17	4,18
SYB	0,04	0,01	23,44	52,92	7,60	0,36	0,12	-	-	0,07	23,92	60,64	4,01
OEV	0,51	0,25	76,34	8,64	0,75	0,34	-	-	0,19	-	77,44	9,58	0,74
OPR	0,73	0,14	74,00	10,33	0,77	0,40	-	-	-	0,10	75,37	11,10	0,82
ORF	0,92	0,21	75,55	7,01	0,66	0,32	-	-	0,05	-	77,00	7,72	0,50
PEA	0,06	0,01	48,71	31,06	0,23	1,43	-	0,12	-	-	50,33	31,29	1,70
RBO	-	-	40,50	36,20	1,60	0,53	0,11	-	-	0,38	41,41	37,91	1,83
RIO	-	-	43,87	36,28	0,99	0,64	-	-	-	-	44,51	37,27	2,04
PAL	-	0,06	39,37	10,62	0,21	0,17	-	-	-	0,06	39,66	10,83	0,22
PLK	-	-	16,46	2,76	-	0,17	-	-	-	0,27	16,90	2,76	0,03
COC	-	-	7,45	1,80	-	0,06	-	-	-	-	7,51	1,80	0,02

FONTE:

*Cy18:3 (γ- linolenic acid).

*1 BOR = borage; CAN = canola; CRN/COR = corn; SUN/SUR = sunflower; COT = cottonseed; EPR = evening primrose;

FCO = linseed; SOY/SYB = soybean; OEV = extra olive virgen; OPR = olive pomace; ORF- olive; PEA = peanut;

RBO/RIO = rice bran; PAL = palm; PLK = palm kernel; COC = coconut.

*2 C16:1 = palmitoleic; C17:1 = miristoleic; C18:1 = oleic; C18:2 = linoleic; C18:3 = linolenic; C20:1 = gadoleic; C20:2 = eicosadienoic;

C22:1 = erucic; C22:2 = docosodienoic; C24:1 = nervonic.

MUFA = total monounsaturated fatty acids.

PUFA = total polyunsaturated fatty acids.

*3 Polyunsaturated/Saturated Index.

Tabela 6 - Composição ácidos graxos saturados

Oils*1	Saturated fatty acids*2										Total
	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C17:0	C18:0	C20:0	C22:0	C24:0	
BOR	-	-	-	0,06	8,75	0,06	3,46	0,22	0,30	0,11	12,96
CAN	-	-	-	0,06	3,75	0,04	1,87	0,64	0,35	0,27	6,98
CRN	-	-	-	-	10,34	0,07	2,04	0,44	0,31	0,26	13,46
COR	-	-	-	-	10,47	0,08	2,02	0,39	0,76	0,15	13,87
SUN	-	-	-	0,06	5,70	0,04	4,79	0,30	1,16	0,31	12,36
SUR	-	-	-	0,05	5,76	0,05	4,76	0,30	0,78	0,22	11,92
COT	-	-	-	0,77	21,87	0,08	2,27	0,26	0,36	0,12	25,73
EPR	-	-	-	0,04	5,47	0,07	1,83	0,30	0,31	0,09	8,11
FCO	-	-	-	0,05	4,81	0,05	3,03	0,20	-	0,01	8,15
SOY	-	-	-	0,06	9,90	0,10	3,94	0,41	0,48	0,21	15,10
SYB	-	-	-	0,06	9,63	0,11	4,38	0,35	0,67	0,24	15,12
OEV	-	-	-	-	8,70	0,17	3,47	0,46	0,13	0,05	12,98
OPR	-	-	-	0,02	9,31	0,09	3,20	0,55	0,25	0,11	13,53
ORF	-	-	-	-	10,84	0,14	3,59	0,50	0,15	0,06	15,28
PEA	-	-	-	0,03	9,40	0,12	2,65	1,38	3,14	1,66	18,38
RBO	-	-	-	0,21	16,90	-	1,78	0,61	0,77	0,41	20,68
RIO	-	-	-	0,29	14,24	-	2,13	0,75	0,33	0,48	18,22
PAL	-	-	-	1,12	42,70	0,11	4,55	0,39	0,58	0,06	49,45
PLK	3,43	3,23	46,14	16,17	8,65	-	2,27	0,15	-	0,30	80,34
COC	6,38	5,56	45,46	18,82	10,08	-	4,31	0,08	-	-	90,69

*1 BOR = borage; CAN = canola; CRN/COR = corn; SUN/SUR = sunflower;
COT = cottonseed; EPR = evening primrose;

FCO = linseed; SOY/SYB = soybean; OEV = extra virgen olive; POR = olive pomace; ORF = olive; PEA = peanut;

RBO/RIO = rice bran; PAL = palm; PLK = palm kernel; COC = coconut;

*2 C8:0 = caprílic; C10:0 = capric; C12:0 = lauric; C14:0 = miristic; C16:0 = palmitic; C17:0 = margaric; C18:0 = stearic; C20:0 = arachidic;

C22:0 = behenic; C24:0 = lignoceric.

No trabalho anterior não foi contactado as propriedades do óleo de babaçu, mas Segundo Costa Machado e Benício (2006), a composição do óleo de babaçu está nas seguintes percentagens:

Tabela 7 : Composição química do óleo de babaçu

Ácidos graxos (%) e índice de iodo	MARTIN & GUICHARD (1979)	WHITE (1992)	ROSSELL (1993)
Capróico	nd	0,4	nd
Caprílico	nd	5,3	5,5
Cáprico	nd	5,9	5,5
Láurico	44-47	44,2	43
Mirístico	15-18	15,8	16
Palmítico	6-9	8,6	9
Esteárico	3-5	2,9	3,5
Oléico	12-16	15,1	15
Linoléico	1-2	1,7	2,6
Índice de iodo	14-18	13-18	14-18

4.2. Dados econômicos dos óleos vegetais

Os dados do mercado foram realizados conforme a pesquisa de preço no portal Biomercado, que tem como objetivo fornecer as cotações semanais das oleaginosas. Sendo a cotação feita através da Aboissa.

Segundo a agencia nacional de petróleo (ANP). Custo seguro e frete (CIF – *Cust, insurance and freight*) quando o frete for por conta do emitente do documento fiscal e Livre a Bordo (FOB – *Free on Board*) quando o frete for por conta do destinatário.

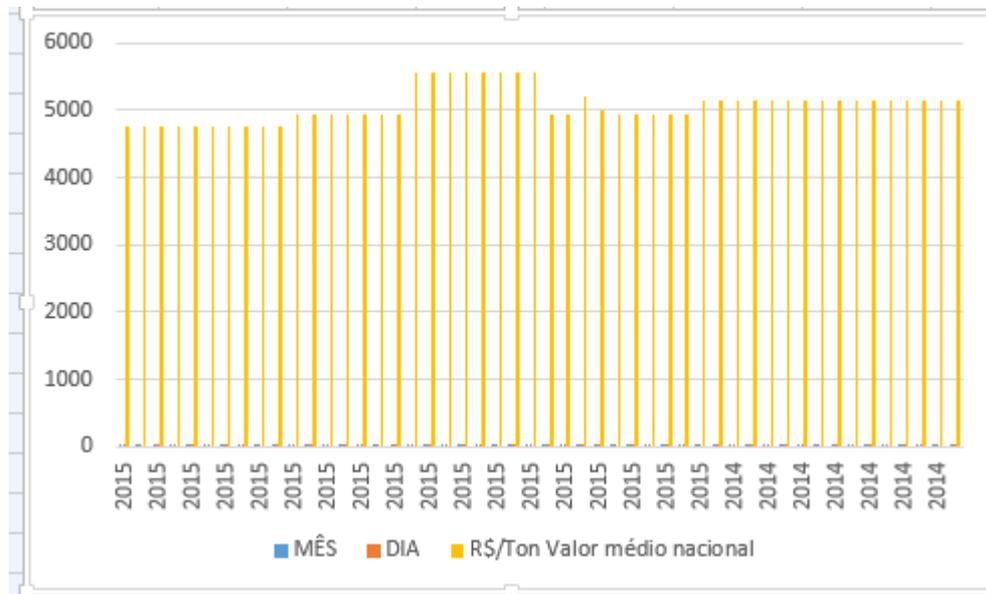
Pode haver mudanças no preços das cotações pesquisadas de acordo com impostos que foram ou não inseridos nas cotações fornecidas pelo Biomercado e Aboissa, bem como os preços forem em relação ao CIF ou FOB.

4.2.1. Óleo de Babaçu

A cotação do óleo de babaçu é feito através da ABOISSA, os preços são CIF-São Paulo, com 12% de ICMS, unidade em reais por tonelada.

Menor preço a 4.750 R\$/Ton nos meses 07/08/09 de 2015, sendo o maior preço de 5.550 R\$/Ton nos meses 04 e 05 de 2015.

Gráfico 4 - Variação preço do óleo de babaçu em reais por tonelada



Fonte: Biomercado, produzido no excel

Tabela 8 - Preço óleo de babaçu

ANO	MÊS	DIA	R\$/ton Valor (SP)	R\$/Ton Valor médio nacional
2015	9	23	4.750,00	4.750,00
2015	9	16	4.750,00	4.750,00
2015	9	9	4.750,00	4.750,00
2015	9	2	4.750,00	4.750,00
2015	8	26	4.750,00	4.750,00
2015	8	19	4.750,00	4.750,00
2015	8	12	4.750,00	4.750,00
2015	8	5	4.750,00	4.750,00
2015	7	29	4.750,00	4.750,00
2015	7	22	4.750,00	4.750,00
2015	7	14	4.950,00	4.950,00
2015	6	30	4.950,00	4.950,00
2015	6	24	4.950,00	4.950,00
2015	6	15	4.950,00	4.950,00
2015	6	2	4.950,00	4.950,00
2015	5	27	4.950,00	4.950,00
2015	5	20	4.950,00	4.950,00
2015	5	13	5.550,00	5.550,00
2015	5	6	5.550,00	5.550,00
2015	4	29	5.550,00	5.550,00
2015	4	22	5.550,00	5.550,00
2015	4	14	5.550,00	5.550,00
2015	4	8	5.550,00	5.550,00
2015	4	1	5.550,00	5.550,00
2015	3	24	5.550,00	5.550,00
2015	3	17	4.950,00	4.950,00
2015	3	11	4.950,00	4.950,00
2015	3	5	5.200,00	5.200,00
2015	2	25	5.000,00	5.000,00
2015	2	13	4.950,00	4.950,00
2015	2	6	4.950,00	4.950,00
2015	1	30	4.950,00	4.950,00
2015	1	23	4.950,00	4.950,00
2015	1	16	4.950,00	4.950,00
2015	1	7	5.150,00	5.150,00
2014	12	17	5.150,00	5.150,00
2014	12	10	5.150,00	5.150,00
2014	12	3	5.150,00	5.150,00
2014	11	26	5.150,00	5.150,00
2014	11	19	5.150,00	5.150,00
2014	11	12	5.150,00	5.150,00
2014	11	5	5.150,00	5.150,00
2014	10	29	5.150,00	5.150,00
2014	10	23	5.150,00	5.150,00
2014	10	15	5.150,00	5.150,00
2014	10	1	5.150,00	5.150,00
2014	9	24	5.150,00	5.150,00
2014	9	15	5.150,00	5.150,00
2014	9	7	5.150,00	5.150,00
2014	9	1	5.150,00	5.150,00

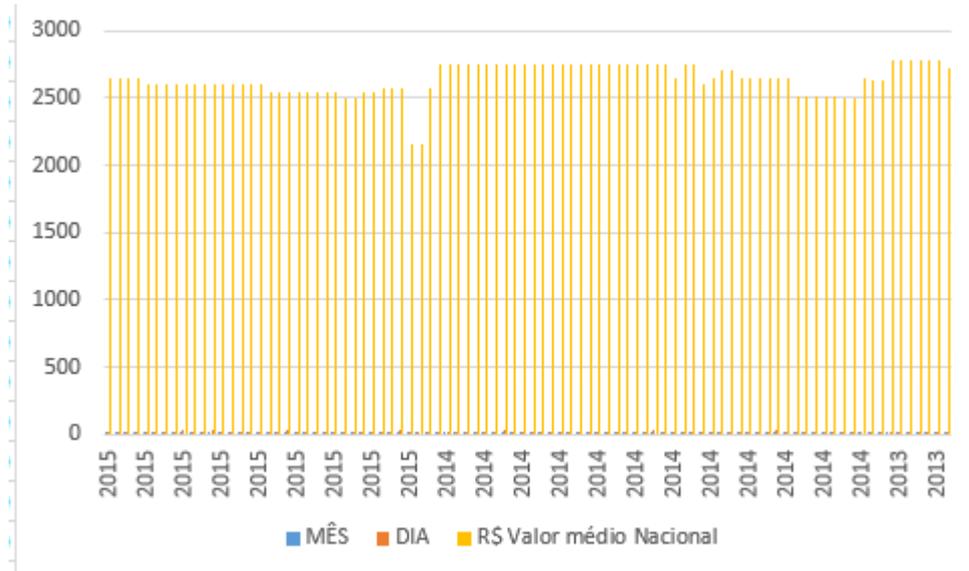
FONTE: Biomercado

4.2.2. Óleo de Palma

A cotação de preços é feita através da Aboissa, os preços são sem PIS/COFINS, 12% ICMS, CIF-SP, a unidade é R\$/ton.

Sendo o menor preço : 2.150 R\$/Ton no mês 1 de 2015 e o maior Preço : 2.775 R\$/Ton nos meses 11/12 de 2013.

Gráfico 5 - Variação prelo do óleo de Palmas em Reais por tonelada



FONTE: BIOMERCADO, REPRODUZIDO NO EXCEL

Tabela 9 - Preço do óleo de Palma

ANO	MÊS	DIA	R\$/Ton Valor médio/SP	R\$ Valor médio Nacional
2015	9	23	2.650,00	2.650,00
2015	9	16	2.650,00	2.650,00
2015	9	9	2.650,00	2.650,00
2015	9	2	2.650,00	2.650,00
2015	8	26	2.600,00	2.600,00
2015	8	19	2.600,00	2.600,00
2015	8	12	2.600,00	2.600,00
2015	8	5	2.600,00	2.600,00
2015	7	29	2.600,00	2.600,00
2015	7	22	2.600,00	2.600,00
2015	7	14	2.600,00	2.600,00
2015	6	30	2.600,00	2.600,00
2015	6	24	2.600,00	2.600,00
2015	6	15	2.600,00	2.600,00
2015	6	2	2.600,00	2.600,00
2015	5	27	2.600,00	2.600,00
2015	5	20	2.600,00	2.600,00
2015	5	13	2.550,00	2.550,00
2015	5	6	2.550,00	2.550,00
2015	4	29	2.550,00	2.550,00
2015	4	22	2.550,00	2.550,00
2015	4	14	2.550,00	2.550,00
2015	4	8	2.550,00	2.550,00
2015	4	1	2.550,00	2.550,00
2015	3	24	2.550,00	2.550,00
2015	3	17	2.500,00	2.500,00
2015	3	11	2.500,00	2.500,00
2015	3	5	2.550,00	2.550,00
2015	2	25	2.550,00	2.550,00
2015	2	13	2.570,00	2.570,00
2015	2	6	2.570,00	2.570,00
2015	1	30	2.570,00	2.570,00
2015	1	23	2.150,00	2.150,00
2015	1	16	2.150,00	2.150,00
2015	1	7	2.570,00	2.570,00
2014	12	17	2.750,00	2.750,00
2014	12	10	2.750,00	2.750,00
2014	12	3	2.750,00	2.750,00
2014	11	26	2.750,00	2.750,00
2014	11	19	2.750,00	2.750,00
2014	11	12	2.750,00	2.750,00
2014	11	5	2.750,00	2.750,00
2014	10	29	2.750,00	2.750,00
2014	10	23	2.750,00	2.750,00
2014	10	15	2.750,00	2.750,00
2014	10	1	2.750,00	2.750,00
2014	9	24	2.750,00	2.750,00
2014	9	15	2.750,00	2.750,00
2014	9	8	2.750,00	2.750,00
2014	9	1	2.750,00	2.750,00

2014	8	25	2.750,00	2.750,00
2014	8	18	2.750,00	2.750,00
2014	8	11	2.750,00	2.750,00
2014	8	4	2.750,00	2.750,00
2014	7	28	2.750,00	2.750,00
2014	7	21	2.750,00	2.750,00
2014	7	14	2.750,00	2.750,00
2014	7	7	2.750,00	2.750,00
2014	6	30	2.750,00	2.750,00
2014	6	23	2.750,00	2.750,00
2014	6	18	2.650,00	2.650,00
2014	6	9	2.750,00	2.750,00
2014	6	2	2.750,00	2.750,00
2014	5	26	2.605,00	2.605,00
2014	5	19	2.650,00	2.650,00
2014	5	12	2.700,00	2.700,00
2014	5	5	2.700,00	2.700,00
2014	4	28	2.650,00	2.650,00
2014	4	21	2.650,00	2.650,00
2014	4	14	2.650,00	2.650,00
2014	4	7	2.650,00	2.650,00
2014	3	31	2.650,00	2.650,00
2014	3	24	2.650,00	2.650,00
2014	3	17	2.510,00	2.510,00
2014	3	10	2.510,00	2.510,00
2014	3	3	2.510,00	2.510,00
2014	2	24	2.510,00	2.510,00
2014	2	17	2.520,00	2.520,00
2014	2	10	2.500,00	2.500,00
2014	2	3	2.500,00	2.500,00
2014	1	27	2.650,00	2.650,00
2014	1	20	2.625,00	2.625,00
2014	1	13	2.625,00	2.625,00
2013	12	16	2.775,00	2.775,00
2013	12	9	2.775,00	2.775,00
2013	12	2	2.775,00	2.775,00
2013	11	25	2.775,00	2.775,00
2013	11	18	2.775,00	2.775,00
2013	11	11	2.775,00	2.775,00
2013	11	4	2.725,00	2.725,00

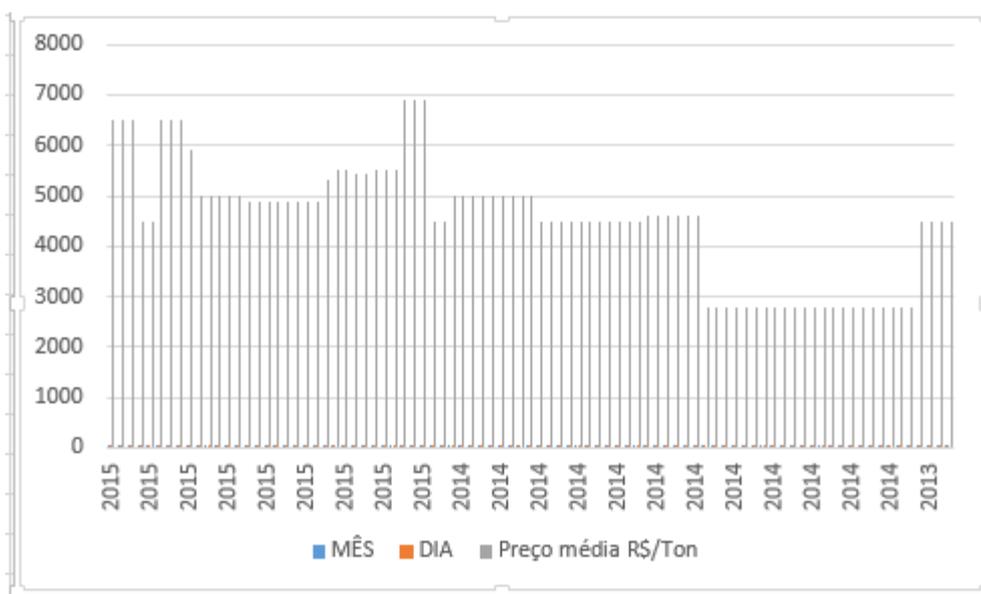
FONTE: Biomarcado

4.2.3. Óleo de Linhaça

A cotação de preços é feita através da Aboissa, 12% ICMS, CIF-SP, a unidade é R\$/ton.

Menor preço: 2.800 R\$/Ton no meses 1/2/3/4/5/6 de 2014, maior preço : 6.500 R\$/Ton no mês 9 de 2015.

Gráfico 6 - Variação do preço do óleo de linhaça em reais por tonelada



FONTES: BIOMERCADO, REPRODUZIDO NO EXCEL

Tabela 10 - Preço Óleo de Linhaça

ANO	MÊS	DIA	R\$ -Preço - SP	R\$ - Preço médio Nacior
2015	9	30	6.500,00	6.500,00
2015	9	23	6.500,00	6.500,00
2015	9	16	6.500,00	6.500,00
2015	9	9	4.500,00	4.500,00
2015	9	2	4.500,00	4.500,00
2015	8	26	6.500,00	6.500,00
2015	8	19	6.500,00	6.500,00
2015	8	12	6.500,00	6.500,00
2015	8	5	5.900,00	5.900,00
2015	7	29	5.000,00	5.000,00
2015	7	22	5.000,00	5.000,00
2015	7	14	5.000,00	5.000,00
2015	6	30	5.000,00	5.000,00
2015	6	24	5.000,00	5.000,00
2015	6	15	4.900,00	4.900,00
2015	6	2	4.900,00	4.900,00
2015	5	27	4.900,00	4.900,00
2015	5	20	4.900,00	4.900,00
2015	5	13	4.900,00	4.900,00
2015	5	6	4.900,00	4.900,00
2015	4	29	4.900,00	4.900,00
2015	4	22	4.900,00	4.900,00
2015	4	14	5.300,00	5.300,00
2015	4	8	5.500,00	5.500,00
2015	4	1	5.500,00	5.500,00
2015	3	24	5.450,00	5.450,00
2015	3	17	5.450,00	5.450,00
2015	3	11	5.500,00	5.500,00
2015	3	5	5.500,00	5.500,00
2015	2	25	5.500,00	5.500,00
2015	2	13	6.900,00	6.900,00
2015	2	6	6.900,00	6.900,00
2015	1	30	6.900,00	6.900,00
2015	1	23	4.500,00	4.500,00
2015	1	7	4.500,00	4.500,00
2014	12	17	5.000,00	5.000,00
2014	12	10	5.000,00	5.000,00
2014	12	3	5.000,00	5.000,00
2014	11	26	5.000,00	5.000,00
2014	11	19	5.000,00	5.000,00
2014	11	12	5.000,00	5.000,00
2014	11	5	5.000,00	5.000,00
2014	10	29	5.000,00	5.000,00
2014	10	22	5.000,00	5.000,00
2014	10	15	4.500,00	4.500,00
2014	10	1	4.500,00	4.500,00
2014	9	24	4.500,00	4.500,00
2014	9	15	4.500,00	4.500,00
2014	9	8	4.500,00	4.500,00
2014	9	1	4.500,00	4.500,00
2014	8	25	4.500,00	4.500,00

2014	8	18	4.500,00	4.500,00
2014	8	11	4.500,00	4.500,00
2014	8	4	4.500,00	4.500,00
2014	7	28	4.500,00	4.500,00
2014	7	21	4.600,00	4.600,00
2014	7	14	4.600,00	4.600,00
2014	7	7	4.600,00	4.600,00
2014	6	30	4.600,00	4.600,00
2014	6	25	4.600,00	4.600,00
2014	6	18	4.600,00	4.600,00
2014	6	9	2.800,00	2.800,00
2014	6	2	2.800,00	2.800,00
2014	5	26	2.800,00	2.800,00
2014	5	19	2.800,00	2.800,00
2014	5	12	2.800,00	2.800,00
2014	5	5	2.800,00	2.800,00
2014	4	28	2.800,00	2.800,00
2014	4	21	2.800,00	2.800,00
2014	4	14	2.800,00	2.800,00
2014	4	7	2.800,00	2.800,00
2014	3	31	2.800,00	2.800,00
2014	3	24	2.800,00	2.800,00
2014	3	17	2.800,00	2.800,00
2014	3	10	2.800,00	2.800,00
2014	3	3	2.800,00	2.800,00
2014	2	24	2.800,00	2.800,00
2014	2	17	2.800,00	2.800,00
2014	2	10	2.800,00	2.800,00
2014	2	3	2.800,00	2.800,00
2014	1	27	2.800,00	2.800,00
2014	1	20	2.800,00	2.800,00
2014	1	13	2.800,00	2.800,00
2013	12	12	4.500,00	4.500,00
2013	12	12	4.500,00	4.500,00
2013	12	2	4.500,00	4.500,00
2013	11	25	4.500,00	4.500,00

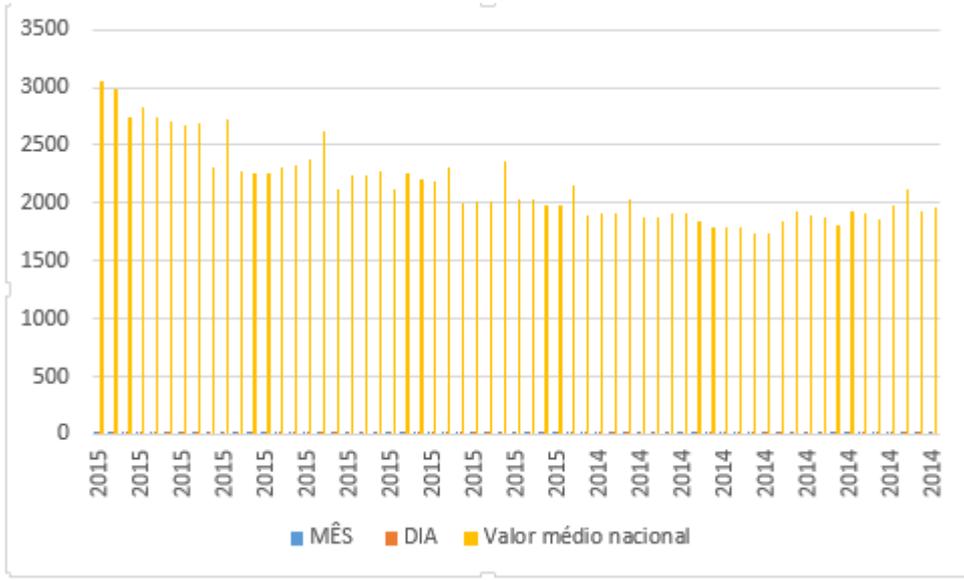
FONTE: Biomarcado

4.2.4. Óleo de Soja

A cotação de preços feita através da Aboissa, os preços são CIF-SP com 7% de ICMS, CIF-NE com 12% de ICMS e FOB-MT/GO com 12% de ICMS, a unidade é R\$/ton.

Menor preço 1.745 R\$/Ton no mês 9 de 2014, maior preço 3.600 R\$/Ton no mês 9 de 2015.

Gráfico 7 - Variação do preço do óleo de soja em reais por tonelada



FONTE: BIOMERCADO, REPRODUZIDO NO EXCEL

Tabela 11 - Preço do Óleo de Soja

ANO	MÊS	DIA	R\$ Valor estado de São Paulo	Valor médio nacional
2015	9	23	3.060,00	3.060,00
2015	9	16	2.990,00	2.988,75
2015	9	9	2.777,00	2.741,13
2015	9	2	2.777,00	2.835,57
2015	8	26	2.777,00	2.744,63
2015	8	19	2.777,00	2.703,75
2015	8	12	2.722,00	2.669,25
2015	8	5	2.288,00	2.688,00
2015	7	29	2.246,50	2.303,94
2015	7	22	2.666,00	2.722,00
2015	7	14	2.288,00	2.275,06
2015	6	30	2.288,00	2.254,63
2015	6	24	2.191,95	2.257,23
2015	6	15	2.236,50	2.302,86
2015	6	2	2.236,50	2.330,06
2015	5	27	2.370,00	2.386,25
2015	5	20	2.732,77	2.628,41
2015	5	13	2.300,00	2.118,13
2015	5	6	2.340,00	2.232,78
2015	4	29	2.340,00	2.232,78
2015	4	22	2.340,00	2.272,75
2015	4	14	1.971,20	2.120,59
2015	4	8	1.950,00	2.265,25
2015	4	1	1.980,00	2.208,86
2015	3	24	1.988,80	2.183,82
2015	3	17	2.300,00	2.300,38
2015	3	11	2.300,00	2.000,63
2015	3	5	2.300,00	2.009,75
2015	2	25	2.300,00	2.016,22
2015	2	13	2.450,00	2.365,00
2015	2	6	2.100,00	2.033,75
2015	1	30	2.107,00	2.036,25
2015	1	23	2.107,00	1.983,38
2015	1	14	2.107,00	1.983,38
2015	1	7	2.143,00	2.159,21
2014	12	17	2.000,00	1.892,86
2014	12	10	2.012,00	1.905,14
2014	12	3	2.012,00	1.905,14
2014	11	26	2.024,00	2.024,00
2014	11	19	2.024,00	1.878,14
2014	11	12	2.024,00	1.881,43
2014	11	5	2.250,00	1.907,43
2014	10	29	2.250,00	1.907,43
2014	10	23	2.000,00	1.841,71
2014	10	15	2.020,00	1.793,57
2014	10	1	1.977,00	1.785,57
2014	9	24	1.977,00	1.785,57
2014	9	15	1.929,00	1.745,50
2014	9	8	1.929,00	1.745,50
2014	9	1	1.907,00	1.847,33

2014	8	25	2.053,00	1.926,33
2014	8	18	1.850,00	1.898,33
2014	8	11	1.950,00	1.875,00
2014	8	4	1.880,00	1.815,00
2014	7	28	1.989,00	1.923,50
2014	7	21	1.985,00	1.917,17
2014	7	14	1.924,00	1.861,20
2014	7	7	2.075,00	1.972,50
2014	6	30	1.955,00	2.115,50
2014	6	25	1.927,00	1.927,00
2014	6	18	2.060,00	1.967,00

FONTE: Biomercado

4.2.5. Óleo Diesel

A Agência nacional de petróleo (ANP) realiza pesquisas de preços de óleos combustíveis sobre o consumidor, é possível observar a grande acréscimo que vem ocorrendo com o preço do óleo diesel ao longo de 2014 e 2015 de maneira continua. Foi realizado a pesquisa no site da ANP que fornece o preço do óleo diesel em reais por litro e posteriormente transformado em reais por tonelada para facilitar a comparação com as cotações dos óleos vegetais observados. Na tabela 12 e 13 abaixo, pode-se observar a grande mudança de preço que ocorre em diferentes regiões do brasil, realizando uma comparação entre a região sudeste e norte, observa-se que a medida de preço do óleo diesel é muito superior na região norte.

Tabela 12 - Variação do preço consumidor e distribuidora do óleo diesel

ANO	Mês	Preço Sudeste Consumidor R\$/Ton	Preço sudeste Distribuidora R\$/Ton
2015	9	3245,01	2929,66
2015	8	3236,8	2901,5
2015	6	3233	2865,18
2015	3	3235,6	2859,3
2015	1	3012,8	2675,2
2014	7	2885,1	2532,2

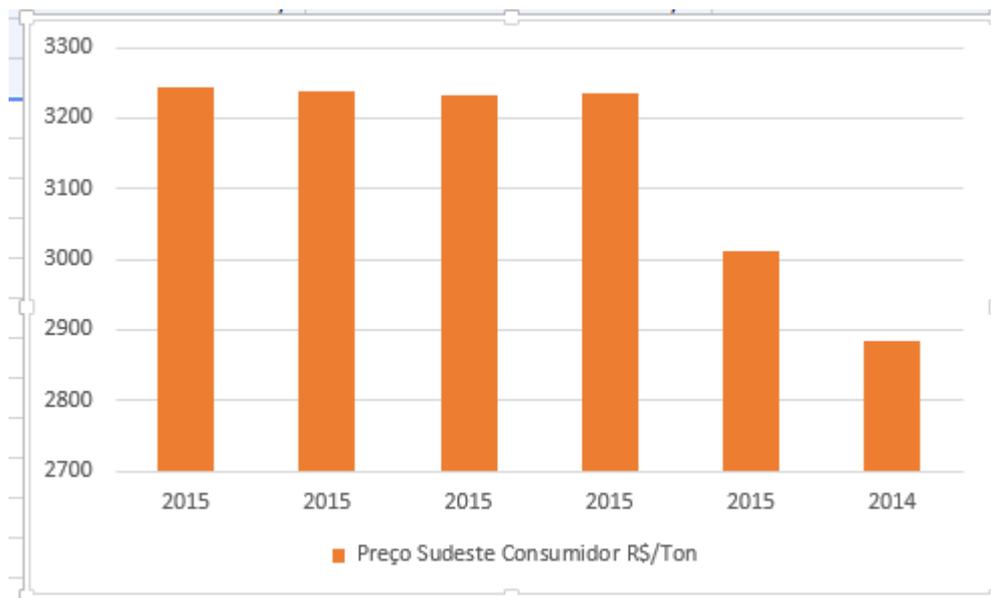
Fonte: Agência Nacional de Petróleo, reproduzido no EXCEL

Tabela 13 - Variação de preço do óleo diesel na região Norte

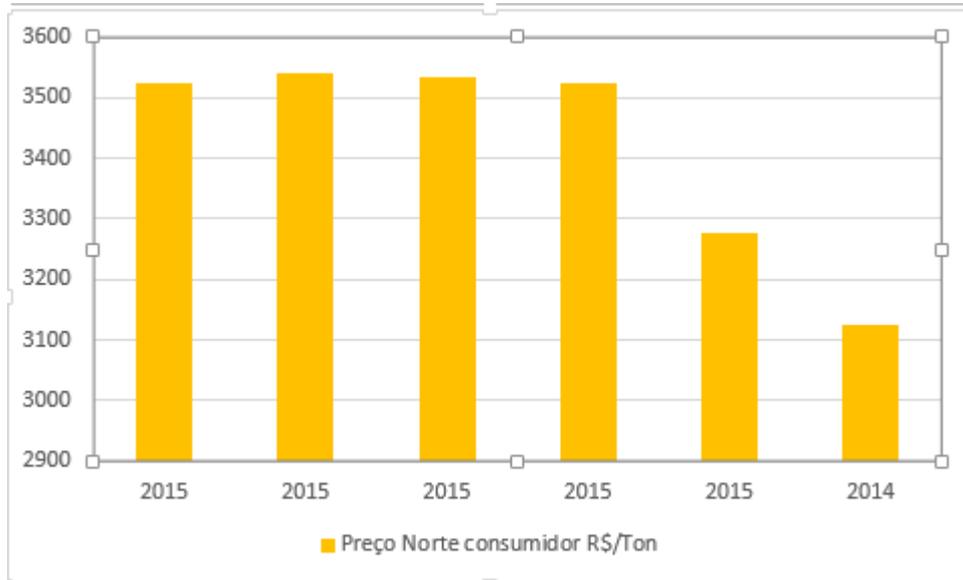
ANO	Mês	Preço Norte consumidor R\$/Ton	Preço norte Distribuidora R\$/Ton
2015	9	3525,2	3158,26
2015	8	3542,7	3123,09
2015	6	3535,7	3090,2
2015	3	3524,03	3067,9
2015	1	3277,8	2879,2
2014	7	3124,26	2736,2

FONTE: Agencia nacional de petróleo, reproduzido no EXCEL

No gráfico 8 e 9, observa-se o grande acréscimo que vem ocorrendo no preço do óleo Diesel seja para a região sudeste seja para região norte, uma das matérias primas para a produção do ANFO, isso reforça a necessidade de buscar novas alternativas que seja de menor custeio e mais eco eficiente.

Gráfico 8 - Variação média do Preço do óleo Diesel na região Sudeste

FONTE: Agencia Nacional de Petróleo, reproduzido no EXCEL

Gráfico 9 - Variação do preço do óleo diesel na região Norte

FONTE: Agencia Nacional de Petróleo, reproduzido no EXCEL

4.2.6. Resultados

Foi realizada toda uma pesquisa das cotações dos óleos vegetais, ressaltando que as cotações podem sofrer alterações conforme a aptidão ou não de impostos aplicados ou variações de FOB e CIF e uma pesquisa com óleo diesel para ter parâmetros de comparação. O óleo diesel o preço foi retirado do Portal da ANP e posteriormente transformado de R\$/Litro para R\$/Toneladas.

O óleo de babaçu teve um preço de cotação acima do Preço ao consumidor do óleo diesel em toda pesquisa, sendo assim inviável economicamente a sua utilização para a produção de explosivo a base de nitrato de amônio, bem como sua viabilidade na utilização do biodiesel para a formulação desse explosivo.

O óleo de Palma já obtém uma boa diferença de preço quando relacionado ao preço medial do óleo diesel, podendo ser viável a sua utilização em uma mistura explosiva com o nitrato de amônio, sendo seu maior preço 2.775 R\$/Ton, menor de que a maioria dos preços de distribuição pesquisados e preços sobre o consumidor final da Região Sudeste e Norte.

Óleo de linhaça foi o óleo vegetal pesquisado que mais sofreu oscilação de preço, chegando a cotar 2.800 R\$/ton no início de 2014, mas sofreu um grande acréscimo de preço sendo totalmente inviável a sua utilização atualmente, no último mês pesquisado chegando a 6.500 R\$/ton.

Óleo de Soja, Menor preço 1.745 R\$/Ton em 2014 e o seu Maior preço 3.060 R\$/Ton no mês 9 de 2015, sendo sua cotação menor que a maioria das médias dos preços dos óleos diesel pesquisados, sendo sua cotação menor que o preço ao consumidor do óleo diesel e também ao preço do distribuidor seja na região sudeste ou norte. Logo pode ser viável a sua utilização na formulação de um explosivo a base de nitrato de amônio, bem como sua formulação com biodiesel para esse mesmo meio.

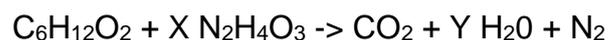
4.3. Cálculo do balanço de oxigênio dos óleos vegetais

Com base na fórmula empírica dos óleos vegetais será calculado através de uma equação a quantidade de $N_2H_4O_3$ (Nitrato de amônio) que será utilizado após realizado o balanço de oxigênio. Sendo os óleos vegetais formado através de ácidos graxos será pego todos os ácidos graxos e feito uma média ponderada entre eles em uma quantidade de 100 gramas de óleo para facilitar o calcular porcentual com o nitrato de amônio, para assim saber quanto será gasto de NA.

4.3.1. Óleo de Babaçu

Conforme visto anteriormente, Whitte (1992) demonstrou toda a composição de ácidos graxos de um óleo de babaçu. Logo iremos fazer balanço de oxigênio com ácidos graxos de sua formulação.

Ácido caproico: ácido caproico ($C_6H_{12}O_2$), com massa molar de 116 g/mol segundo Whitte (1992) faz parte de 0,4% da composição do óleo de babaçu. Logo realizando o balanceamento químico:



Logo:

Carbono = 6

Oxigênio = 2 + 3x = 12+y (Equação 1)

Hidrogênio = 12 + 4x = 2Y (Equação 2)

- Isolando o Y na segunda equação:

$$6x + 2x = y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 12 + (6x+2y)$$

$$X = 16 \text{ g}$$

- Substituindo X na Segunda Equação

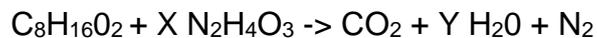
$$6 + 2(16) = 38 \text{ g}$$

- Achando quanto de Nitrato de amônio precisará em 0,4 gramas de ácido caproico:

Caproico	N.A	
1x 116g	-----	16x80 = 1280 g
0,4 g	-----	Z

$$Z = 4,41 \text{ g}$$

Ácido caprílico: (C₈ H₁₆ O₂): Com a massa molar de 144 g/mol, sendo responsável por 5,3 % da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 5,3 gramas.



Logo:

Carbono: 8

$$\text{Oxigênio: } 2 + 3 X = 16 + Y \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Hidrogênio: } 16 + 4 X = 2Y \text{ (Equação 2)}$$

- Isolando Y na segunda equação:

$$8 + 2x = y$$

- Substituindo Y na primeira equação:

$$2 + 3x = 16 + 8 + 2x$$

$$X = 22$$

- Substituindo X na segunda equação

$$8 + 2(22) = Y$$

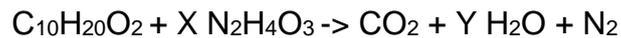
- Achando quanto de nitrato de amônio precisara em 5,3 gramas de ácido caprílico

$$144 \text{ g} \text{ ----- } 22 \times 80 = 1760 \text{ g}$$

$$5,3 \text{ g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 64,7 \text{ g}$$

Ácido cáprico ($\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$): Com a massa molar de 172 g/mol , sendo responsável por 5,9 % da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 5,9 gramas.



Logo:

$$\text{Carbono} = 10$$

$$\text{Oxigênio} = 2 + 3 X = 20 + Y \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Hidrogênio} = 20 + 4 X = 2Y \text{ (Equação 2)}$$

- Isolando y na segunda equação

$$10 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3 X = 30 + (10 + 2X)$$

$$X = 28$$

- Substituindo X na segunda equação

$$10 + 2(28) = y$$

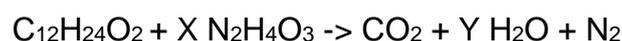
$$Y = 66$$

- Achando quanto de nitrato de amônio precisará em 5,9 g de ácido cáprico :

Cáprico	NA	
172 g -----	28x80 = 2240 g	
5,9 -----	Z	

$$Z = 76,8 \text{ g}$$

Ácido Láurico ($\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$): Com a massa molar de 200 g/mol, sendo responsável por 44,2 % da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 44,2 gramas.



Carbono: 12

Oxigênio: $2 + 3X = 24 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $24 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando o Y na segunda equação:

$$12 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 24 + (12 + 2X)$$

$$X = 34$$

- Substituindo X na segunda equação

$$12 + 2(34) = Y$$

$$Y = 80$$

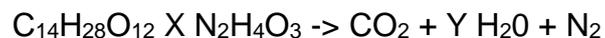
- Achando quanto de nitrato de amônio precisará em 44,2 g de ácido láurico

$$200 \text{ g} \text{ ----- } 34 \times 80 = 2.720 \text{ g}$$

$$44,2 \text{ g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 601,12 \text{ g}$$

Ácido Mirístico ($C_{14}H_{28}O_2$) = Com a massa molar de 228 g/mol, sendo responsável por 15,8% da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 15,8 gramas.



Carbono = 14

Oxigênio = $2 + 3X = 28 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio = $28 + 4X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$14 + 2x = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 28 + (14 + 2x)$$

$$X = 40$$

- Substituindo X na segunda equação

$$14 + 2(40) = Y$$

$$Y = 94$$

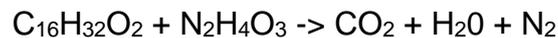
- Achando quanto de Nitrato de Amônio precisará em 15,8 gramas de ácido mirístico:

$$228g \text{ ----- } 40 \times 80 = 3200g$$

$$15,8g \text{ ----- } Z$$

$$Z = 221,7g$$

Ácido Palmítico ($C_{16}H_{32}O_2$): Com a massa molar de 256 g/mol, sendo responsável por 8,6% da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 8,6 gramas.



Carbono: 16

Oxigênio: $2 + 3X = 32 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $32 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$16 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 32 + (16 + 2x)$$

$$X = 46$$

- Substituindo X na segunda equação

$$16 + 2(46) = Y$$

$$Y = 108$$

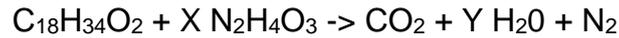
- Achando quando de Nitrato de amônio terá em 8,6 gramas de ácido palmítico

$$256g \text{ ----- } 46 \times 80 = 3680 g$$

$$8,6g \text{ ----- } Z$$

$$Z = 123,625 g$$

Ácido Oleico ($C_{18}H_{34}O_2$): Com a massa molar de 282 g/mol, sendo responsável por 15,1% da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 15,1 gramas.



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3X = 36 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $34 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$17 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 17 + 2X$$

$$X = 51$$

- Substituindo X na segunda equação

$$17 + 2(51) = 119$$

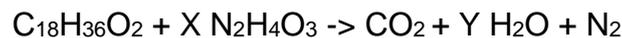
- Achando quanto de nitrato de amônio irá em 15,1g de ácido oleico

$$282 \text{ ----- } 51 \times 80 = 4.080$$

$$15,1 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 218 \text{ g}$$

Ácido Esteárico ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$): Com a massa molar de 284 g/mol, sendo responsável por 2,9 % da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 2,9 gramas.



Carbono = 18

Oxigênio = $2 + 3X = 36 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio = $36 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 18 + 2X$$

- Substituindo X na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 18 + 2X$$

$$X = 52$$

- Substituindo X na segunda equação

$$Y = 18 + 2(52)$$

$$Y = 122$$

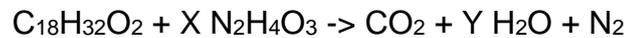
- Achando quantidade de Nitrato de Amônio para 2,9 gramas de ácido esteárico

$$284 \text{ g} \text{ ----- } 80 \times 52 = 4160 \text{ g}$$

$$2,9 \text{ g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 42,4 \text{ g}$$

Ácido Linoleico ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$): Com a massa molar de 280 g/mol, sendo responsável por 1,7% da composição de ácidos graxos do óleo de babaçu segundo Whitte (1992), logo em 100 gramas de óleo de babaçu terá 1,7 gramas.



Carbono: 18

$$\text{Oxigênio: } 2 + 3X = Y + 36 \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Hidrogênio: } 32 + 4X = 2Y \text{ (Equação 2)}$$

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 16 + 2X$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 16 + 2x$$

$$X = 50$$

- Substituindo X na primeira equação

$$16 + 2(50) = Y$$

$$Y = 116$$

- Achando quanto de Nitrato de Amônio precisará em 1,7 gramas de ácido Linoleico

$$280 \text{ ----- } 50 \times 80 = 4.000 \text{ g}$$

$$1,7 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 24,2 \text{ g}$$

Total de Nitrato de amônio para 100 gramas de óleo de Babaçu

$$24,2 + 42,4 + 218 + 123,6 + 221,7 + 601,2 + 76,8 + 64,7 + 4,41$$

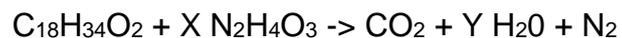
$$= 1376,93 \text{ g}$$

Ou seja, 13,76 g NA / g óleo de babaçu

4.3.2. Óleo de Palma

Conforme visto anteriormente, RZYBYLSKI (2007), demonstrou toda a composição de ácidos graxos de um óleo de Palma. Logo iremos fazer balanço de oxigênio com ácidos graxos de sua formulação.

Ácido Oleico ($C_{18}H_{34}O_2$): Com a massa molar de 282 g/mol, sendo responsável por 39,7% da composição de ácidos graxos do óleo de Palma, logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 39,7 gramas.



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3X = 36 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $34 + 4X = 2 Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$17 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 17 + 2X$$

$$X = 51$$

- Substituindo X na segunda equação

$$17 + 2(51) = 119$$

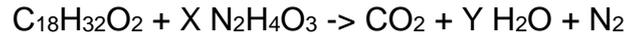
- Achando quanto de nitrato de amônio irá em 39,7g de ácido oleico

$$282g \text{ ----- } 51 \times 80 = 4.080g$$

$$39,7g \text{ ----- } Z$$

$$Z = 574 g$$

Ácido Linoleico ($C_{18}H_{32}O_2$): Com a massa molar de 280 g/mol, sendo responsável por 10,62% da composição de ácidos graxos do óleo de Palma, logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 10,62 gramas.



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3X = Y + 36$ (Equação 1)

Hidrogênio: $32 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 16 + 2X$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 16 + 2x$$

$$X = 50$$

- Substituindo X na primeira equação

$$16 + 2(50) = Y$$

$$Y = 116$$

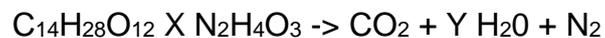
- Achando quanto de Nitrato de Amônio precisará em 10,62 gramas de ácido Linoleico

$$280 \text{ ----- } 50 \times 80 = 4.000 \text{ g}$$

$$10,62 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 151,7 \text{ g}$$

Ácido Mirístico ($\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$) = Com a massa molar de 228 g/mol, sendo responsável por 1,12% da composição de ácidos graxos do óleo de Palma, logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 1,12 gramas.



Carbono = 14

Oxigênio = $2 + 3X = 28 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio = $28 + 4X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$14 + 2x = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 28 + (14 + 2x)$$

$$X = 40$$

- Substituindo X na segunda equação

$$14 + 2(40) = Y$$

$$Y = 94$$

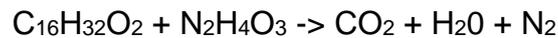
- Achando quanto de Nitrato de Amônio precisará em 1,12 gramas de ácido mirístico:

$$228g \text{ ----- } 40 \times 80 = 3200g$$

$$1,12g \text{ ----- } Z$$

$$Z = 15,71g$$

Ácido Palmítico ($C_{16}H_{32}O_2$): Com a massa molar de 256 g/mol, sendo responsável por 42,7% da composição de ácidos graxos do óleo de logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 42,7 gramas.



Carbono: 16

Oxigênio: $2 + 3X = 32 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $32 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$16 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 32 + (16 + 2x)$$

$$X = 46$$

- Substituindo X na segunda equação

$$16 + 2(46) = Y$$

$$Y = 108$$

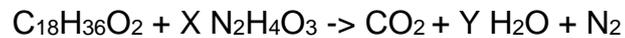
- Achando quando de Nitrato de amônio terá em 42,7 gramas de ácido palmítico

$$256\text{g} \text{ ----- } 46 \times 80 = 3680 \text{ g}$$

$$42,7\text{g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 613,8 \text{ g}$$

Ácido Esteárico ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$): Com a massa molar de 284 g/mol, sendo responsável por 4,55 % da composição de ácidos graxos do óleo de Palma, logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 4,55 gramas.



$$\text{Carbono} = 18$$

$$\text{Oxigênio} = 2 + 3X = 36 + Y \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Hidrogênio} = 36 + 4X = 2Y \text{ (Equação 2)}$$

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 18 + 2X$$

- Substituindo X na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 18 + 2X$$

$$X = 52$$

- Substituindo X na segunda equação

$$Y = 18 + 2(52)$$

$$Y = 122$$

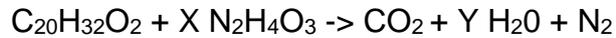
- Achando quantidade de Nitrato de Amônio para 4,55 gramas de ácido esteárico

$$284 \text{ g} \text{ ----- } 80 \times 52 = 4160 \text{ g}$$

$$4,55 \text{ g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 66,64 \text{ g}$$

Ácido Araquídico ($C_{20} H_{32} O_2$): Com a massa molar de 304g/mol, sendo responsável por 0,39 % da composição de ácidos graxos do óleo de Palma, logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 0,39 gramas



Carbono: 20

Oxigênio: $2 + 3 X = 40 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio: $32 + 4 X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$16 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 56$$

$$X = 54$$

- Substituindo X na segunda equação

$$16 + 2(54) = Y$$

$$Y = 124$$

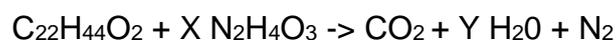
- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 0,39 gramas de ácido Araquídico

$$304 \text{ ----- } 54 \times 80 = 5120 \text{ g}$$

$$0,39 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 6,5 \text{ g}$$

Ácido Beenico ($C_{22}H_{44}O_2$): Com a massa molar de 340 g/mol, sendo responsável por 0,58% da composição de ácidos graxos do óleo de Palma, logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 0,58 gramas



Carbono: 22

Oxigênio: $2 + 3 X = 44 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio: $44 + 4 X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$22 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 66$$

$$X = 64$$

- Substituindo X na segunda equação

$$22 + 2(64) = Y$$

$$Y = 150$$

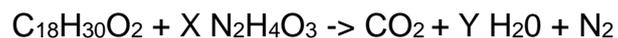
- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 0,58 gramas de ácido beenico

$$340 \text{ ----- } 64 \times 80 = 5120 \text{ g}$$

$$0,58 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 8,73 \text{ g}$$

Ácido Linolenico ($C_{18}H_{30}O_2$): Com a massa molar de 278 g/mol, sendo responsável por 0,21% da composição de ácidos graxos do óleo de Palma, logo em 100 gramas de óleo de Palma terá 0,21 gramas



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3 X = 36 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio: $30 + 4 X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$15 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 51$$

$$X = 49$$

- Substituindo X na segunda equação

$$15 + 2(49) = Y$$

$$Y = 113$$

- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 0,21 gramas de ácido Linolenico

$$340 \text{ ----- } 49 \times 80 = 3920 \text{ g}$$

$$0,21 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 2,42 \text{ g}$$

Total de Nitrato de Amônio para 100 gramas de óleo de Palma

$2,42 + 8,73 + 6,5 + 66,64 + 613,8 + 15,71 + 151,7 + 574 = 1439,5$ Gramas de Nitrato de amônio para cada 100 gramas de óleo de Palma

4.3.3. Óleo de Linhaça

Ácido Oleico ($C_{18}H_{34}O_2$): Com a massa molar de 282 g/mol, sendo responsável por 21,42% da composição de ácidos graxos do óleo de Linhaça, logo em 100 gramas de óleo de Linhaça terá 21,42 gramas.



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3X = 36 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $34 + 4X = 2 Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$17 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 17 + 2X$$

$$X = 51$$

- Substituindo X na segunda equação

$$17 + 2(51) = 119$$

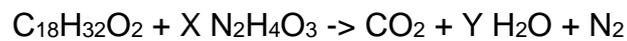
- Achando quanto de nitrato de amônio irá em 21,41g de ácido oleico

$$282 \text{ ----- } 51 \times 80 = 4.080$$

$$21,41 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 309,9 \text{ g}$$

Ácido Linoleico ($C_{18}H_{32}O_2$): Com a massa molar de 280 g/mol, sendo responsável por 15,18% da composição de ácidos graxos do óleo de Linhaça, logo em 100 gramas de óleo de Linhaça terá 15,18 gramas.



Carbono: 18

$$\text{Oxigênio: } 2 + 3X = Y + 36 \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Hidrogênio: } 32 + 4X = 2Y \text{ (Equação 2)}$$

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 16 + 2X$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 16 + 2x$$

$$X = 50$$

- Substituindo X na primeira equação

$$16 + 2(50) = Y$$

$$Y = 116$$

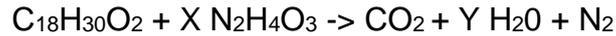
- Achando quanto de Nitrato de Amônio precisará em 15,18 gramas de ácido Linoleico

$$280 \text{ ----- } 50 \times 80 = 4.000 \text{ g}$$

$$15,18 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 216,8 \text{ g}$$

Ácido Linolenico ($C_{18}H_{30}O_2$): Com a massa molar de 278 g/mol, sendo responsável por 54,24% da composição de ácidos graxos do óleo de Linhaça, logo em 100 gramas de óleo de Linhaça terá 54,24 gramas



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3 X = 36 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio: $30 + 4 X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$15 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 51$$

$$X = 49$$

- Substituindo X na segunda equação

$$15 + 2(49) = Y$$

$$Y = 113$$

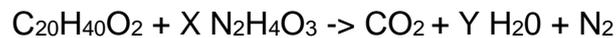
- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 54,24 gramas de ácido Linolenico

$$340 \text{-----} 49 \times 80 = 3920 \text{ g}$$

$$54,24 \text{-----} Z$$

$$Z = 764,82 \text{ g}$$

Ácido Eicsonoico ($\text{C}_{20}\text{H}_{40}\text{O}_2$): Com a massa molar de 312 g/mol, sendo responsável por 0,39% da composição de ácidos graxos do óleo de Linhaça, logo em 100 gramas de óleo de Linhaça terá 0,39 gramas



Carbono: 20

Oxigênio: $2 + 3 X = 40 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio: $40 + 4 X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$20 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 60$$

$$X = 58$$

- Substituindo X na segunda equação

$$20 + 2(58) = Y$$

$$Y = 136$$

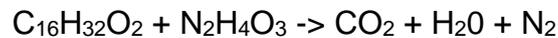
- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 0,39 gramas de ácido Eicsonoico

$$312 \text{ ----- } 58 \times 80 = 4640 \text{ g}$$

$$0,39 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 5,8 \text{ g}$$

Ácido Palmítico ($C_{16} H_{32} O_2$): Com a massa molar de 256 g/mol, sendo responsável por 4,81% da composição de ácidos graxos do óleo Linhaça, de logo em 100 gramas de óleo de Linhaça terá 4,81 gramas.



Carbono: 16

Oxigênio: $2 + 3X = 32 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $32 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$16 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 32 + (16 + 2x)$$

$$X = 46$$

- Substituindo X na segunda equação

$$16 + 2(46) = Y$$

$$Y = 108$$

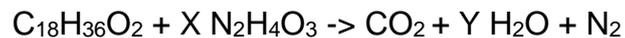
- Achando quando de Nitrato de amônio terá em 4,81 gramas de ácido palmítico

$$256\text{g} \text{ ----- } 46 \times 80 = 3680 \text{ g}$$

$$4,81\text{g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 69,1 \text{ g}$$

Ácido Esteárico ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$): Com a massa molar de 284 g/mol, sendo responsável por 3,03 % da composição de ácidos graxos do óleo de Linhaça, logo em 100 gramas de óleo de Linhaça terá 3,03 gramas.



$$\text{Carbono} = 18$$

$$\text{Oxigênio} = 2 + 3X = 36 + Y \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Hidrogênio} = 36 + 4X = 2Y \text{ (Equação 2)}$$

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 18 + 2X$$

- Substituindo X na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 18 + 2X$$

$$X = 52$$

- Substituindo X na segunda equação

$$Y = 18 + 2(52)$$

$$Y = 122$$

- Achando quantidade de Nitrato de Amônio para 3,03 gramas de ácido esteárico

$$284 \text{ g} \text{ ----- } 80 \times 52 = 4160 \text{ g}$$

$$3,03 \text{ g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 44,38 \text{ g}$$

Ácido Araquídico ($C_{20} H_{32} O_2$): Com a massa molar de 304g/mol, sendo responsável por 0,20 % da composição de ácidos graxos do óleo de Linhaça, logo em 100 gramas de óleo de Linhaça terá 0,39 gramas



Carbono: 20

Oxigênio: $2 + 3 X = 40 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio: $32 + 4 X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$16 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 56$$

$$X = 54$$

- Substituindo X na segunda equação

$$16 + 2(54) = Y$$

$$Y = 124$$

- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 0,20 gramas de ácido Araquídico

$$304 \text{ ----- } 54 \times 80 = 5120 \text{ g}$$

$$0,20 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 2,8 \text{ g}$$

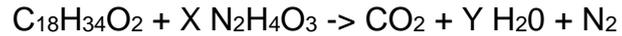
Total de Nitrato de Amônio que reage com 100 gramas de óleo de Linhaça é:

$$309,9 + 216,8 + 764,82 + 5,8 + 69,1 + 44,38 + 2,8$$

$$= 1413,6 \text{ gramas de Nitrato de amônio para 100 gramas de óleo de linhaça}$$

4.3.4. Óleo de Soja

Ácido Oleico ($C_{18}H_{34}O_2$): Com a massa molar de 282 g/mol, sendo responsável por 21,35% da composição de ácidos graxos do óleo de Soja, logo em 100 gramas de óleo de Soja terá 21,25 gramas.



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3X = 36 + Y$ (Equação 1)

Hidrogênio: $34 + 4X = 2 Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$17 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 17 + 2X$$

$$X = 51$$

- Substituindo X na segunda equação

$$17 + 2(51) = 119$$

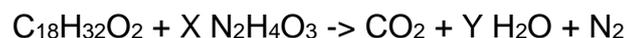
- Achando quanto de nitrato de amônio irá em 21,35g de ácido oleico

$$282\text{g} \text{ ----- } 51 \times 80 = 4.080\text{g}$$

$$21,35\text{g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 308,9 \text{ g}$$

Ácido Linoleico ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$): Com a massa molar de 280 g/mol, sendo responsável por 56,02% da composição de ácidos graxos do óleo de Soja, logo em 100 gramas de óleo de soja terá 56,02 gramas.



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3X = Y + 36$ (Equação 1)

Hidrogênio: $32 + 4X = 2Y$ (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 16 + 2X$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 16 + 2x$$

$$X = 50$$

- Substituindo X na primeira equação

$$16 + 2(50) = Y$$

$$Y = 116$$

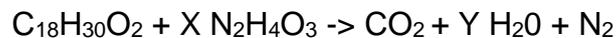
- Achando quanto de Nitrato de Amônio precisará em 56,02 gramas de ácido Linoleico

$$280 \text{ ----- } 50 \times 80 = 4.000 \text{ g}$$

$$56,02 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 512,18 \text{ g}$$

Ácido Linolenico ($C_{18}H_{30}O_2$): Com a massa molar de 278 g/mol, sendo responsável por 7,15% da composição de ácidos graxos do óleo de soja, logo em 100 gramas de óleo de soja terá 7,15 gramas



Carbono: 18

Oxigênio: $2 + 3 X = 36 + Y$ (1 Equação)

Hidrogênio: $30 + 4 X = 2Y$ (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$15 + 2 X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 51$$

$$X = 49$$

- Substituindo X na segunda equação

$$15 + 2(49) = Y$$

$$Y = 113$$

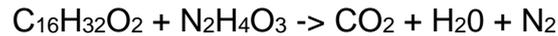
- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 7,15 gramas de ácido Linolenico

$$340 \text{ ----- } 49 \times 80 = 3920 \text{ g}$$

7,15 ----- Z

$$Z = 100,82 \text{ g}$$

Ácido Palmítico ($C_{16} H_{32} O_2$): Com a massa molar de 256 g/mol, sendo responsável por 9,9% da composição de ácidos graxos do óleo de soja, de logo em 100 gramas de óleo de soja terá 9,9 gramas.



Carbono: 16

$$\text{Oxigênio: } 2 + 3X = 32 + Y \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Hidrogênio: } 32 + 4X = 2Y \text{ (Equação 2)}$$

- Isolando Y na segunda equação

$$16 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + 3X = 32 + (16 + 2x)$$

$$X = 46$$

- Substituindo X na segunda equação

$$16 + 2(46) = Y$$

$$Y = 108$$

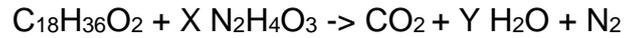
- Achando quando de Nitrato de amônio terá em 9,9 gramas de ácido palmítico

$$256g \text{ ----- } 46 \times 80 = 3680 \text{ g}$$

$$9,9g \text{ ----- } Z$$

$$Z = 142,3 \text{ g}$$

Ácido Esteárico ($C_{18}H_{36}O_2$): Com a massa molar de 284 g/mol, sendo responsável por 3,94 % da composição de ácidos graxos do óleo de Soja, logo em 100 gramas de óleo de Soja terá 3,94 gramas.



Carbono = 18

Oxigênio = 2 + 3X = 36 + Y (Equação 1)

Hidrogênio = 36 + 4X = 2Y (Equação 2)

- Isolando Y na segunda equação

$$Y = 18 + 2X$$

- Substituindo X na primeira equação

$$2 + 3X = 36 + 18 + 2X$$

$$X = 52$$

- Substituindo X na segunda equação

$$Y = 18 + 2(52)$$

$$Y = 122$$

- Achando quantidade de Nitrato de Amônio para 3,94 gramas de ácido esteárico

$$284 \text{ g} \text{ ----- } 80 \times 52 = 4160 \text{ g}$$

$$3,94 \text{ g} \text{ ----- } Z$$

$$Z = 57,7 \text{ g}$$

Ácido Beenico ($\text{C}_{22}\text{H}_{44}\text{O}_2$): Com a massa molar de 340 g/mol, sendo responsável por 0,48% da composição de ácidos graxos do óleo de Soja, logo em 100 gramas de óleo de Soja terá 0,48 gramas



Carbono: 22

Oxigênio: 2 + 3 X = 44 + Y (1 Equação)

Hidrogênio: 44 + 4 X = 2Y (2 Equação)

- Isolando Y na segunda equação

$$22 + 2X = Y$$

- Substituindo Y na primeira equação

$$2 + X = 66$$

$$X = 64$$

- Substituindo X na segunda equação

$$22 + 2(64) = Y$$

$$Y = 150$$

- Achando quando de Nitrato de Amônio reage com 0,48 gramas de ácido benico

$$340 \text{ ----- } 64 \times 80 = 5120 \text{ g}$$

$$0,48 \text{ ----- } Z$$

$$Z = 7,2 \text{ g}$$

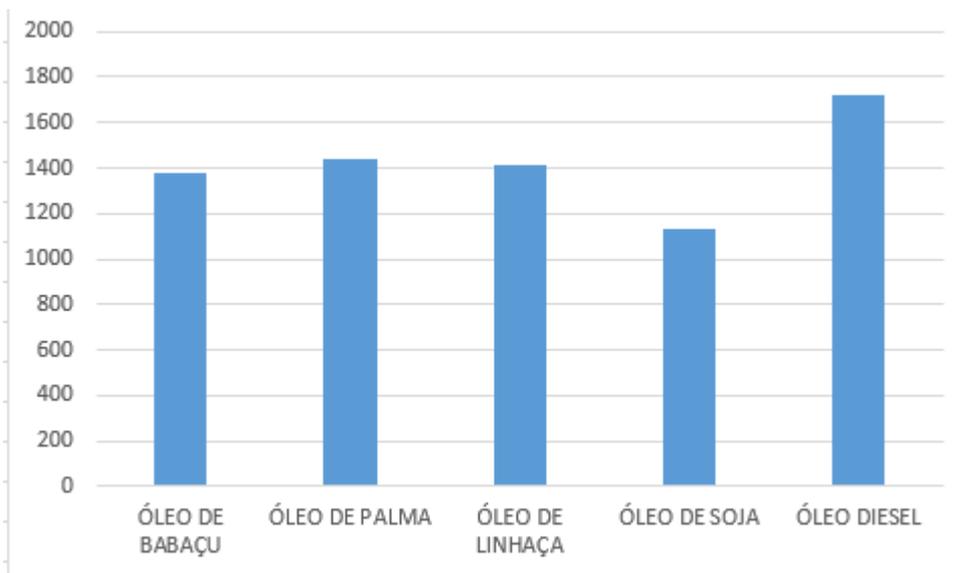
= 1134,9 gramas de Nitrato de amônio para 100 gramas de óleo de soja

4.3.5. Resultados

Conforme os cálculos executados mostrados na tabela 14 e gráfico 10 abaixo, o óleo vegetal que melhor sobressai para a junção com o nitrato de amônio em relação a quantidade de óleo gasto na formulação de um explosivo é o óleo de soja. Todos os óleos calculados está em uma porcentagem bem abaixo do óleo diesel, que atualmente é o mais utilizado na formulação do explosivo ANFO! Sendo assim, verifica a necessidade de estudos futuros para esse meio, seja na junção do óleo diesel com os seguintes óleos vegetais através do Biodiesel, ou a utilização unitária desses óleos.

Tabela 14 - Quantidade de óleo para 100 gramas de NA

	Quantidade óleo para 100 gramas de NA
ÓLEO DE BABAÇU	1376,93
ÓLEO DE PALMA	1439,5
ÓLEO DE LINHAÇA	1413,6
ÓLEO DE SOJA	1134,9
ÓLEO DIESEL	1718,18

Gráfico 10 - Quantidade de óleo para 100 gramas de NA

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o bem das futuras gerações e para a preservação do nosso ecossistema é fundamental pensar no lado ambiental, o mundo cada dia mais está caminhando para um crescimento sustentável, os óleos combustíveis dia por dia vem sendo substituído por fontes de energia renovável e de maior valor ambiental, a substituição parcial ou total do óleo diesel por outras fontes de agentes combustíveis em explosivos também está inserido nesse meio pelo seu fator ambiental.

Segundo pesquisas de preço realizadas o óleo vegetal que se mostrou mais conveniente para a formulação do explosivo a base de nitrato e amônio foi o óleo de soja pois mostrou com um preço compatível com de mercado e também houve menos consumo de óleo em relação ao nitrato de amônio, posteriormente o óleo de palmas que também se mostrou bastante eficiente do lado econômico mas houve uma acréscimo na porcentagem de consumo de óleo em relação ao nitrato de amônio quando comparado ao óleo de soja.

As cotações dos óleos de babaçu e de linhaça não mostrou viabilidade econômica para a formulação de biodiesel ou utilização na sua formulação de um material explosivo pois seu preço está além do que o material mais utilizado que é o diesel, pois mostrou uma diferença superior ao preço indicado ao consumidor. Mas devido a volatilidade do mercado ,pode ser que futuramente sua viabilidade seja avaliada.

Todos os óleos vegetais apresentaram menos consumo de óleo por 100 gramas de nitrato de amônio quando comparado ao óleo diesel, ou seja uma mistura explosiva de óleo diesel + NA (ANFO) ira ter um maior gasto de agente combustível quando comparado as outras substancias estudadas.

Vale ressaltar para saber o real aproveitamento e características dessas misturas é necessário um estudo laboratorial para saber sua densidade dentre outras características, testes em campo, como testes de velocidade de detonação, ficando assim como dica para futuros trabalhos a serem executados, também para futuros também e recomendado o teste com biodiesel desses óleos estudados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMES, Trevor. CORSINI José Silvío, **Tendências futuras em perfuração e desmonte no ciclo de carregamento, transporte e britagem**. In: PRIMEIRO SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL: 2001.

Agencia Nacional de Petróleo. Disponível em 02 out. 2015 < <http://www.anp.gov.br/> >

BIOMERCADO. Cotações de preço das oleaginosas. Disponível em 01 out. 2015 < <http://www.biomercado.com.br/cotacoes.php>>

BRASIL. Ministério da Defesa – MD. Portaria n.19 06 de dezembro de 2003. Lex: Normas administrativas relativas às atividades com nitrato de amônio,2003. Legislação Federal e margínália.

BRASIL. Ministério da Defesa, exército brasileiro. Portaria n.18 07 de maio de 2005. Lex: Normas administrativas relativas a atividades com explosivos e seus acessórios ,2005. Legislação Federal e margínália

COSTA E SILVA, Valdir, Curso de Min210 : Operações Mineiras, Universidade Federal de Ouro Preto 2009. 190 p.

Encartuchado ou bombeado ?. Disponível em: < http://www.minerios.com.br/EdicoesInt/1356/Encartuchado_ou_bombeado.aspx >. Acesso em: 04/04.2015.

FERRARI Roseli , OLIVEIRA Vanessa, SCARBO Ardalla. **Biodiesel de soja: Caracterização e consumo em gerador de energia**. 2005. Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Disponível em 15 set. 2015 < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23031.pdf>>

Gráfico 1, acervo da empresa Blaster explosivos, SEDE PALMAS-TO.

Galvão, Silva e Silva. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a08v28n3>>. Acesso em: 10 set. 2015

MACHADO Getulio, CHAVES José, ANTONIASSI Rosemar. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco de babaçu. 2006. Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. EMBRAPA, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: 2 set. 2015 < <http://www.ceres.ufv.br/ceres/revistas/V53N308P06506.pdf>>

Manual Básico de utilização de explosivos. Britanite. 208 p.

MESQUITA, Luiz Antonio. Nitrato de amônio. In informações agronômicas .2007 – Fosfertil.

Nitrato de amônio de baixa densidade (poroso), Pilar química Disponível em: <
<http://www.pilarquimica.com.br/produtos/nitrato-de-amonio-poroso/>> Acesso em:
 30/03.2015.

Óleo combustível, Petrobras Disponível em: <
<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/industriais/oleo-combustivel/>>. Acesso em: 01/04.2015

Óleo Diesel, Petrobras Disponível em:
 <<http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/oleodiesel/>>.
 Acesso em: 30/03.2015

Óleo Vegetal, Ecycle Disponível em:
 <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/2590-oleo-vegetal-que-e-para-serve-tipos-onde-comprar/>> Acesso em: 30/03/2015

Orlando Cristiano da Silva; Osvaldo Stella; Americo Varkulya Jr; Suani Teixeira Coelho. Potencial de mitigação de gases estufa pela indústria de óleo de palma visando a captação de recursos do mecanismo de desenvolvimento limpo. . Disponível em: 09 set. 2015 <
http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200043&script=sci_arttext&tlng=pt>

Produtos, Nitronel. Disponível em: < <http://www.nitronel.com.br/produtos-e-servicos/> > Acesso 04/04/2015

Petróleo Brasileiro, PETROBRAS. Disponível em 02 out, 2015 <
http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/oleodiesel!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ3cLI_2CbEdFAOgc5XY!/?PC_7_9O1ONKG10ONHF02LTKGIT33004000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/oleo+di esel/biodiesel>

REZENDE, Salieta Assis. Desenvolvimento de explosivos utilizando combustíveis não convencionais. 2011. Tese (Pós graduação Engenharia de Minas) – Faculdade de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

ZAMBIAZI Ruis Carlos, PRYBLYLSKI Roman, Zambiaze Moema, Medonça Barbosa. **FATTY ACID COMPOSITION OF VEGETABLE OILS AND FATS.** 2007. Department of Food and Nutritional Science, University of Manitoba, Winnipeg, Canadá.

