

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS  
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)  
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

**Samuel de Campos Ferreira**

**A UTILIZAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E DOS BIOCOMBUSTÍVEIS EM  
DIVERSAS REGIÕES DO PAÍS E SUA APLICAÇÃO PARA O EXÉRCITO  
BRASILEIRO**

**Resende  
2019**

**Samuel de Campos Ferreira**

**A UTILIZAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E DOS BIOCOMBUSTÍVEIS EM  
DIVERSAS REGIÕES DO PAÍS E SUA APLICAÇÃO PARA O EXÉRCITO  
BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Orientadora: Raíssa de Almeida Gouvêa – 1º Ten QEM

Resende  
2019

**Samuel de Campos Ferreira**

**A UTILIZAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E DOS BIOCOMBUSTÍVEIS EM  
DIVERSAS REGIÕES DO PAÍS E SUA APLICAÇÃO PARA O EXÉRCITO  
BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019:

Banca examinadora:

---

**Raíssa de Almeida Gouvêa – 1º Ten QEM**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Marcos Vinícius Teixeira – 1º Ten QMB**

---

**Rafael Barbosa da Silva do Vale – 1º Ten QMB**

Resende  
2019

Dedico este trabalho, primeiramente à Deus, que me proveu as forças e a capacidade necessárias para alcançar esse ponto da formação. Embora, seja mais um dos difíceis passos trilhados continuando a busca pela estrela do oficialato, simboliza o coroamento de todo o aprendizado, bem como uma etapa irreversível no conagração da conquista tão sonhada que é se formar nesta casa, a AMAN.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me permitiu chegar até este ponto da formação militar bélica com saúde e com motivação, depois de cinco longos anos na AMAN, para realizar com aproveitamento mais esse trabalho, seguindo em busca de mais uma ponta da tão sonhada estrela de Aspirante a Oficial do Exército Brasileiro.

Agradeço especialmente aos meus pais Oseias Ferreira Sobrinho e Ana Claudia de Campos Ferreira, que nunca me deixaram faltar nada, sempre me incentivaram, estiveram ao meu lado durante essa trajetória proporcionando o apoio nos momentos mais difíceis, desempenhando até hoje função primordial no auxílio para a conclusão do meu curso.

Aos companheiros de turma, que também foram indispensáveis nesse processo, que direta ou indiretamente me acompanharam durante a difícil formação na caserna. Aos mais próximos, que contribuíram com diversas atividades que me auxiliaram na confecção deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

A minha orientadora, 1º Ten Raíssa de Almeida Gouvêa por todo o esforço, dedicação, paciência e incansáveis orientações, as quais me foram de enorme valia no desenvolvimento deste estudo.

Sem qualquer desses auxílios, nada disso seria possível.

## RESUMO

### **A UTILIZAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E DOS BIOCOMBUSTÍVEIS EM DIVERSAS REGIÕES DO PAÍS E SUA APLICAÇÃO PARA O EXÉRCITO BRASILEIRO**

AUTOR: Cad Samuel de Campos Ferreira  
ORIENTADORA: 1º Ten Raíssa de Almeida Gouvêa

A busca pelo equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade do meio-ambiente é um assunto mundialmente discutido na atualidade. Desta forma, o trabalho visou estudar, a partir de pesquisa científica, o uso dos combustíveis fósseis e biocombustíveis pelo Exército Brasileiro nas diversas regiões do Brasil, de maneira a causar menores efeitos colaterais ao meio-ambiente sem que seja prejudicada a missão e os interesses da Força. Alguns dos pontos determinantes para esse trabalho acerca dos combustíveis foram: propriedades químicas, capacidade de transporte, de estocagem, e vida útil. Cada um dos capítulos teve o objetivo de analisar um fator que seja determinante quanto à verificação dos biocombustíveis e combustíveis fósseis quanto a sua real condição de uma boa alternativa para a Instituição. A partir da análise dos dados coletados, foi possível determinar que nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste a utilização de biocombustíveis é vantajosa em relação ao uso de combustíveis fósseis, enquanto nas Regiões Norte e Nordeste, os combustíveis fósseis que apresentam maiores benefícios. Além disso, foi verificada que a atual doutrina prevista para o uso dos biocombustíveis precisa ser revista. Com essa pesquisa também foi possível compreender que a escolha da melhor opção do combustível não pode se basear apenas nas propriedades do combustível em si, mas antes depende também de diversos fatores externos.

**Palavras-chave:** Biocombustíveis. Combustíveis fósseis. Eficiência. Meio-ambiente.

## **ABSTRACT**

### **THE FOSSIL FUEL USE INSTEAD OF THE USE OF BIOFUELS IN DIFFERENT AREAS OF THE COUNTRY AND IT'S APLICATION FOR THE BRAZILIAN ARMY**

**AUTHOR:** Samuel de Campos Ferreira  
**ADVISOR:** 1º Ten Raíssa de Almeida Gouvêa

The quest of the balance between economic development and the environment sustainability is a worldwide discussed theme nowadays. Thus, the work aimed to study, from scientific search, the fossil fuel and biofuel use by Brazilian Army (EB) on several areas of Brazil, in order to cause smaller side effects to the environment without harming the Army mission and the interest of the Force. Some of the determinant points for this job about the fuel were: chemistry properties, transportation capacity, storage capacity and lifespan. Each one of the chapters had the purpose to analyze a determinant factor regarding the biofuels and fossil fuels verification about their real condition of a good alternative for the Institution. From the collected data analyzed, was possible to determinate that on the South, Southeast and Midwest Regions the biofuel use is advantageous when comparing with the fossil fuel use, while on the North and Northeast Regions the fossil fuel use has bigger benefits. Besides that, was verified that the preview doctrine applied for biofuels need to be revised. With this search was possible to reach a better point of view about witch fuel is the better choice not only attempting to be based on the fuel properties, but it depends of the external conditions too.

**Keywords:** Biofuel. Fossil fuel. Efficiency. Environment.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Comparação de propriedades dos principais combustíveis.....	27
--	----

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Desenho experimental da pesquisa.....	19
Figura 2 – Macrorregiões do Brasil, segundo o IGBE.....	21
Figura 3 – Distribuição dos PEF do 5º BIS em São Gabriel da Cachoeira.....	25
Figura 4 – Canavial .....	26
Figura 5 – Plataforma de petróleo.....	26
Figura 6 – Viatura Agrale Marruá .....	32
Figura 7 – Carro de combate Leopard 1A5.....	32
Figura 8 – Desmatamento da Amazônia.....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
%	Porcentagem
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OM	Organização Militar
PEF	Pelotão Especial de Fronteira
EB	Exército Brasileiro
BIS	Batalhão de Infantaria de Selva
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo geral.....	13
1.1.2	Objetivos específicos.....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1	CONCEITOS IMPORTANTES PARA O ENTENDIMENTO DO TRABALHO.....	15
2.1.1	Amplitude térmica.....	15
2.1.2	Volatilidade.....	15
2.1.3	Poder calorífico.....	16
2.1.4	Eficiência.....	16
2.1.5	Maritimidade e continentalidade .....	16
2.1.6	Ponto de fulgor.....	16
2.1.7	Efeito estufa.....	17
2.1.8	Pelotão.....	17
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL METODOLÓGICO</b> .....	18
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	18
3.2	ASSUNTOS DA PESQUISA.....	18
3.3	FASEAMENTO DA PESQUISA.....	18
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS REGIONAIS BRASILEIRAS</b> .....	20
4.1	DIVISÃO DAS REGIÕES DO PAÍS.....	20
4.1.1	Região Norte.....	21
4.1.2	Região Nordeste.....	21
4.1.3	Região Centro-Oeste.....	22
4.1.4	Região Sudeste.....	22
4.1.5	Região Sul.....	22
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	24
5.1	COMBUSTÍVEIS ESTUDADOS.....	25
5.1.1	Combustíveis fósseis.....	26
5.1.2	Biocombustíveis.....	27
5.2	COMPARAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS COM AS REGIÕES.....	28

5.2.1 Locais onde os combustíveis fósseis são vantajosos.....	29
5.2.2 Locais onde os biocombustíveis são vantajosos.....	30
5.3 ATUAL USO DE COMBUSTÍVEIS PELO EXÉRCITO BRASILEIRO.....	30
5.4 O FATOR MEIO-AMBIENTE NO PROCESSO DECISÓRIO.....	32
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de combustíveis, diferentemente de há alguns anos atrás, é imprescindível para qualquer exército da atualidade. Ao longo dos últimos anos, seu uso cresceu muito por conta da modernização das Forças Armadas, com base no aumento do número de viaturas, bem como na crescente necessidade de adestramento e no cumprimento de missão em diversos locais do País (ALVAREZ, 2016).

Na atualidade, os maiores e melhores exércitos priorizam que sua massa seja formada por unidades compostas por viaturas, sejam elas blindadas, de reconhecimento, mecanizadas ou de combate, aos moldes do cenário em que se encontra o Exército Brasileiro.

Recentemente, o Exército tem sido amplamente empregado, seja em atividades de adestramento ou de missões reais. Face a esse contexto, o uso de combustíveis se tornou um fator relevante nos orçamentos das organizações militares por toda a extensão do Brasil. Dessa forma, o alto escalão do Exército Brasileiro enfrenta, junto à crise orçamentária do País e o corte de verbas para as Forças Armadas, a dificuldade de um planejamento adequado aos novos padrões de combustíveis ecologicamente corretos, que poluam menos o meio-ambiente e que sejam renováveis, os chamados biocombustíveis (LEITE, 2007).

Com essa problemática, estudos têm comparado a eficiência dos biocombustíveis e dos combustíveis fósseis, baseados em fatores como custo-benefício, rentabilidade, capacidade de armazenamento, tempo de validade do produto, volatilidade e corrosão do meio em que se encontra.

No entanto, um importante fator, que começou a ser levado em consideração apenas recentemente, faz grande diferença no contexto da escolha de qual combustível utilizar: a região do País a ser considerada como objeto de estudo. O que determina que o direcionamento do estudo não deve ser somente visando as características do combustível a ser analisado, mas antes também seu desempenho referente a cada região onde será usado.

Assim, a pesquisa a ser realizada abordará o assunto biocombustíveis, dando enfoque no estudo de sua eficiência, comparando-o com os combustíveis fósseis e verificando qual dos dois é o mais adequado à determinada situação apresentada durante a problematização do estudo. Esta pesquisa justifica-se para otimizar a capacidade do Exército de agir em diferentes ambientes operacionais, haja vista, que cada localidade tem suas peculiaridades.

Logo, é oportuno problematizar a questão: convém estabelecer parâmetros para a escolha do uso de um tipo de combustível sem analisarmos a região a que se destina? Caso negativo, qual seriam os parâmetros dessa escolha?

Com base nesse questionamento, o escopo do trabalho ficará restrito à verificação das características de cada tipo de combustível a ser analisado, combustíveis fósseis e biocombustíveis, bem como das peculiaridades da região em que serão destinados, realizando uma comparação entre seus resultados a fim de verificar a melhor escolha.

A partir disso, o trabalho se dividirá em oito capítulos, os quais abordarão, na sequência: uma introdução sobre o tema, o referencial teórico e metodológico para o trabalho, as características das regiões brasileiras, uma análise dos dados sobre os combustíveis estudados, considerações acerca do atual uso de combustíveis pelo EB, o fator meio-ambiente e o que isso acarreta para a decisão do combustível usado e por fim considerações finais do autor do trabalho, na qual se apresentará uma conclusão para o tema e possíveis linhas de ação.

A análise dos dados colhidos na pesquisa poderá contribuir para a decisão dos comandantes de batalhão acerca de qual combustível será utilizado em suas viaturas. O aprofundamento de estudos nessa área demonstra o comprometimento que a Instituição tem com a Nação, procurando sempre desenvolver os melhores resultados às custas dos menores gastos aos cofres públicos, além de se preocupar com a preservação do meio-ambiente adequando-se às novas necessidades globais de desenvolvimento e utilização de energia.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar os combustíveis fósseis e biocombustíveis nas diversas regiões do país, decidindo qual a melhor escolha para o uso pelo Exército Brasileiro.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Apresentar as principais características dos combustíveis fósseis e biocombustíveis, a fim de capacitar o leitor a entender o assunto abordado no presente trabalho.

Comparar os aspectos positivos e negativos do uso do combustível fóssil e do biocombustível.

Apresentar as características de cada região do País onde o Exército Brasileiro atua, a fim de escolher o melhor combustível a ser empregado pela Instituição na área.

Apresentar a atual conjuntura de utilização de combustíveis pelo Exército Brasileiro.

Analisar a importância do fator meio-ambiente no presente estudo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, estão abordados os resultados coletados por meio de pesquisas científicas realizadas em livros e sites, apresentando os conceitos básicos necessários para o pleno entendimento e acompanhamento do presente estudo.

### 2.1 CONCEITOS IMPORTANTES PARA O ENTENDIMENTO DO TRABALHO

Analisar um combustível e determinar sua eficiência vai muito além de verificar o preço dos tipos de combustível e relacionar com sua capacidade de gerar energia. É preciso uma análise eficiente sobre o assunto de forma a avaliar suas propriedades químicas para identificar fatores indiretos que alteram de sobremaneira as razões de escolha.

#### 2.1.1 Amplitude Térmica

Amplitude térmica: Amplitude térmica pode ser classificada em dois tipos: a anual e a diária. A amplitude térmica anual se trata da diferença de temperatura de uma determinada região estudada durante o período de um ano, tomando por base o mês mais quente e o mais frio. Entretanto, ela não é relevante para este estudo, uma vez que apenas a amplitude térmica diária deve ser um fator de escolha. A amplitude térmica diária é a diferença de temperatura durante 24 horas, utilizando seu momento de maior e menor registro (CORREIA, 2011).

#### 2.1.2 Volatilidade

Esse conceito químico é sua capacidade de um líquido passar para o estado gasoso, ou seja, evaporar pela ação natural do ambiente no qual se encontra (DIRETORIA DE ABASTECIMENTO, 2018). Trata-se da fuga das partículas de um líquido de sua superfície por conta da agitação dos átomos de um material. Dessa forma, está diretamente relacionada à temperatura e à amplitude térmica diária, uma vez que se trata da agitação das moléculas de um material, sendo esse o exato conceito químico de calor.

### 2.1.3 Poder calorífico

O poder calorífico é a quantidade de energia por unidade de massa liberada na oxidação de um determinado combustível, ou seja, é sua capacidade energética, produzindo mais ou menos energia com sua queima (PROTÁSIO, 2011).

### 2.1.4 Eficiência

A eficiência de um combustível é sua capacidade de fazer um veículo se deslocar por uma determinada distância. É medida pela distância capaz de ser percorrida por litro do combustível analisado.

### 2.1.5 Maritimidade e continentalidade

São dois conceitos necessários para que o entendimento das características de algumas partes do País.

A maritimidade é a influência causada em um determinado local por sua proximidade do mar, que resulta em um aumento da umidade relativa do ar, possibilitando a ocorrência de chuvas e uma maior frequência de contato com massas de ar que venha de oceanos. Esse é um fator determinante para a vegetação, bem como para o clima local. De modo geral, a temperatura é amenizada com a ocorrência da maritimidade (INFOESCOLA, 2015).

Já a continentalidade é o contrário da maritimidade, ou seja, quanto maior a distância do mar, maiores serão os fatores que diminuirão a umidade relativa do ar (INFOESCOLA, 2015).

### 2.1.6 Ponto de fulgor

O ponto de fulgor é a menor temperatura na qual um combustível libera vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável por uma fonte externa de calor (CIMM, 2012).

### 2.1.7 Efeito Estufa

O efeito estufa é o fenômeno natural de aquecimento térmico do planeta, essencial para manter a temperatura da Terra em condições ideais para a sobrevivência dos seres vivos (LOBATO, 2009). Sem o efeito estufa natural o Mundo seria muito frio, dificultando ou impossibilitando a reprodução das espécies. O problema em questão é o constante aceleração e desequilíbrio desse fenômeno (INFOESCOLA, 2016). O crescente aumento da emissão de gases do efeito estufa, que são compostos em sua maioria pelo gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e pelo gás metano (CH<sub>4</sub>) (LOBATO, 2009), estão desbalanceando as temperaturas globais, formando uma camada de gases na atmosfera terrestre por onde o calor não consegue sair do planeta. Isso é o que causa o aquecimento global não natural, que é prejudicial.

### 2.1.8 Pelotão

O pelotão é um grupo de cerca de 40 homens subordinados a um comandante, com o objetivo de permanecer em condições de receber e cumprir diversas missões militares (EXÉRCITO BRASILEIRO, 1973).

Um pelotão especial de fronteira (PEF) é um pelotão destacado em região de fronteira, longe de sua sede, com o objetivo de monitorar os limites do País, bem como de defendê-los de ameaças externas à Nação. Normalmente, possuem também um pequeno povoado de habitantes locais em sua proximidade, cabendo ao PEF auxiliar na vida da comunidade, provendo, principalmente, auxílio médico, odontológico e escolar, além de suprimentos de subsistência.

### **3 REFERENCIAL METODOLÓGICO**

#### **3.1 MÉTODO E TIPO DE PESQUISA**

O presente estudo se trata de uma pesquisa aplicada, de metodologia dedutiva, com base procedimental bibliográfica de abordagem quali-quantitativa, de delineamento descritivo, por meio de pesquisa de bibliografias a respeito do assunto. Esse tipo de pesquisa consiste em desenvolver um conhecimento que possa ser efetivamente aplicado na vida real, com o objetivo de solucionar problemas. Seu delineamento visa esclarecer ao máximo o tema da pesquisa, tornando-o mais próximo da realidade.

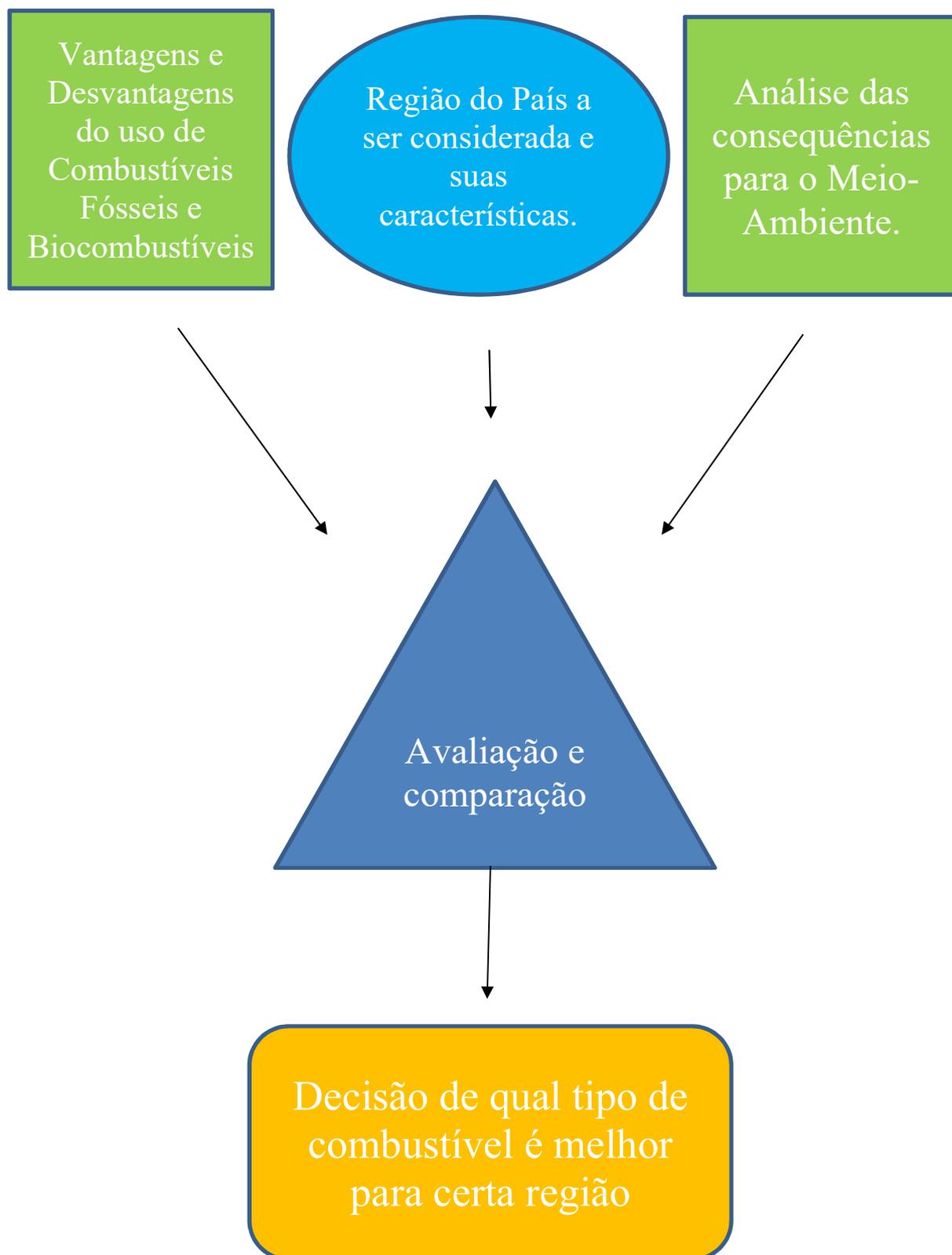
#### **3.2 ASSUNTOS DA PESQUISA**

A pesquisa terá como parâmetro o estudo pormenorizado dos tipos de combustível, das características das regiões do País, assim como dos impactos causados por sua utilização no meio-ambiente. O trabalho visa analisar conjuntamente esses assuntos, de forma a levar em conta os aspectos positivos e negativos de cada combustível nas regiões de interesse do Exército Brasileiro, bem como sua real aplicabilidade, respeitando o objetivo proposto pela Instituição: prover máxima eficiência possível às viaturas que utilizarem os combustíveis em questão, de forma a não degradar o meio ambiente.

#### **3.3 FASEAMENTO DA PESQUISA**

A pesquisa será dividida em capítulos, respeitando a introdução necessária e a explicação de como será procedido o trabalho. Após isso, cada assunto será abordado capítulos separadamente: as características das regiões brasileiras, a análise de dados, o atual uso de combustíveis pelo EB, o fator meio ambiente no processo decisório, e por fim uma conclusão acerca do presente estudo.

A figura 1 ilustra a esquematização da pesquisa realizada.



**Figura 1** – Esquema experimental da pesquisa.

## 4 CARACTERÍSTICAS REGIONAIS BRASILEIRAS

Neste capítulo, estão abordados os resultados coletados por meio de pesquisas científicas realizadas em livros e sites, a fim de compreender melhor as características de cada região brasileira a ser considerada no presente estudo.

Diversos países do mundo, desenvolvidos ou subdesenvolvidos, não necessitam desse tipo de estudo detalhado sobre suas características climáticas, geográficas, haja vista suas pequenas extensões quando comparadas ao Brasil, e conseqüentemente estão submetidos a uma menor problemática da administração do tipo de recurso tratado neste trabalho. É importante entender a grande extensão territorial brasileira como um aspecto capaz de alterar o planejamento inicial do uso de combustíveis e qual sua consequência para este estudo, e principalmente para o EB.

O Brasil é um País amplo no que diz respeito a sua extensão territorial, o que o caracteriza como um dos poucos países no planeta que possuem diversos tipos de biomas e de climas em seu território, mais especificamente seis tipos relevantes de climas no País (CONTEL, 2014).

Cada um desses biomas e climas se diferencia muito quanto à capacidade de utilização de um combustível, explorando suas propriedades químicas, já citadas no capítulo acima. Na Amazônia, por exemplo, há uma demora para que os combustíveis cheguem aos quartéis no meio da selva. No Nordeste, no entanto, o maior problema são as diferenças de temperatura entre o dia e a noite, o que se agrava durante os períodos de seca.

### 4.1 DIVISÃO DAS REGIÕES DO PAÍS

Para esse estudo será utilizada a atual divisão geográfica brasileira aceita pelo IBGE: a de 1970 com as alterações da divisão regional de 1990, que divide o País em cinco macro-regiões: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (CONTEL, 2014).



Figura 2 – Macrorregiões do Brasil, segundo o IBGE (SANTO, 2017)

#### 4.1.1 Região Norte

Com a maior extensão territorial dentre as outras regiões brasileiras, o Norte é caracterizado por sua densa vegetação, hidrografia abundante e por sua condição climática diversas, porém predominantemente equatorial (BENCHIMOL, 1992), fatores determinantes que exigem desta região cuidados especiais no que se refere ao transporte e alocação de combustíveis.

A Região Norte é a maior do Brasil, como já relatado. Uma consequência disso é a grande dificuldade de alcançar seus pontos mais longínquos, face também ao fator da densa vegetação presente em quase toda a sua extensão e da falta de estradas (ALVEREZ, 2011), as quais são substituídas pelas hidrovias por conta da necessidade e capacidade dessa região.

#### 4.1.2 Região Nordeste

A Região Nordeste fica caracterizada pelas suas condições climáticas extremas, que são determinantes para seu estudo. Há uma contravenção que demarca fortemente a região: embora seja banhada em toda sua extensão pelo Oceano Pacífico, o que em tese deveria amenizar e regular as temperaturas, assim como a amplitude térmica por conta da maritimidade, existe uma série de cadeias montanhosas que barram a entrada das massas de ar da costa para o interior da

região, o que torna o interior do Nordeste uma área extremamente seca, com extensos períodos de ausência de chuva, causados pela continentalidade.

Conseqüentemente, com a ausência de chuvas, a umidade do ar se torna muito baixa, principalmente quando se trata dos períodos de seca durante o ano (INFOESCOLA, 2015).

#### 4.1.3 Região Centro-Oeste

Composta pelos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, é a segunda maior região do País com 18,8% do Território Nacional, o que a confere alguns aspectos regionais tais quais os da Região Norte, como os grandes deslocamentos para entrada e saída de produtos da região e distância dos grandes centros comerciais. Entretanto, esta região possui uma característica especial no que tange a utilização de biocombustíveis: é uma grande produtora de matéria-prima (soja) para este tipo de combustível, possuindo grandes campos de produção de cana de açúcar e milho, por exemplo, o que muda completamente a balança dos combustíveis nesta região. (LEITE, 2007)

#### 4.1.4 Região Sudeste

A Região Sudeste é a macrorregião com maior potencial econômico do Brasil. A região também possui uma grande quantidade de campos de petróleo para exploração em atividade. Possuidora de uma enorme frota de veículos e de excelentes estradas, a região necessita de grande quantidade de combustível para sua vida orgânica.

O estado de São Paulo, como o maior produtor mundial de etanol (CARDOSO 2008), possui o incentivo à utilização de etanol em detrimento dos combustíveis fósseis, além de sua permanente disponibilidade para escolha do usuário.

#### 4.1.5 Região Sul

Formada pelos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina é a menor macrorregião do País. Possui uma considerável densidade demográfica e contingente populacional. Além disso, possui largos campos de cultivo destinados à agricultura, portanto não restam muitas áreas para produção de matéria-prima para biocombustíveis.

A Região Sul, em parte diferenciada do restante do País no que tange ao clima e vegetação, também requer uma análise específica na abordagem deste trabalho.

Seu clima subtropical em quase toda sua extensão, com exceção do norte do estado do Paraná, tem uma configuração climática com as menores médias térmicas em relação ao restante do Brasil. Esse local apresenta uma elevada amplitude térmica, o que caracteriza muito bem as estações do ano, deixando bem claro seu início e seu fim. Entretanto, essa característica é evidenciada entre estações, e não diariamente, portanto se trata da amplitude térmica anual, a qual não é significativa para a análise do assunto combustíveis durante este estudo.

## 5 ANÁLISE DOS DADOS

O presente capítulo visa a análise dos dados levantados neste trabalho, bem como estabelecer parâmetros para uma decisão acerca do tema do estudo: a decisão de qual tipo de combustível melhor se adequa à utilização pelo Exército Brasileiro.

Além de verificar o preço dos tipos de combustível, uma análise eficiente sobre o assunto precisa avaliar suas propriedades químicas para identificar fatores indiretos que alteram de maneira significativa as razões de escolha. Fatores como volatilidade, validade e corrosão podem mudar todo o cenário de sua utilização.

Aliado à capacidade de armazenamento de uma Organização Militar (OM), que se entende como a estrutura de tanques de armazenamento ou de outros meios de estocagem adequada para combustível, precisa-se verificar uma série de propriedades químicas do combustível armazenado, como por exemplo, o que define sua capacidade de evaporar levando-se em consideração a mudança de temperatura (DIRETORIA DE ABASTECIMENTO, 2018). Com isso, pode-se estimar sua perda referente ao período estudado. Por exemplo, caso sua volatilidade seja de 0,02% para cada grau °C de mudança de temperatura e uma determinada região tenha uma diferença diária de 20 °C ao final do dia seu volume terá alterado 0,40%, conseqüentemente em um mês terá diminuído 12% aproximadamente (DIRETORIA DE ABASTECIMENTO, 2015). Sendo assim, vê-se a importância de se levar em consideração determinado fator nas regiões já estudadas.

Outro importante fator a ser observado é a validade do combustível a ser avaliado. Na Amazônia, por exemplo, onde o transporte de combustíveis aos quartéis é muito caro, e demorado, por vezes apenas possível via fluvial ou aérea, o tempo de validade de um combustível deve ser levado em consideração, uma vez que para chegar no quartel uma embarcação pode demorar semanas devido á péssima condição das estradas da região (ALVAREZ, 2016). Considerando esse dado e a pior hipótese de que esse combustível não seja usado prontamente quando chegar em sua OM destino, o combustível começa a perder suas propriedades inerentes ao cumprimento de sua função.

Na figura 3, estão representados alguns PEF da Amazônia. É possível perceber que existe um grande vazio de atuação e de presença do Exército, onde grande parte dessa distância é preenchida por vegetação nativa. Isso evidencia a necessidade de um considerável prazo de validade a fim de que o combustível transportado não perca suas propriedades durante o

translado até os PEF mais isolados, os quais são extremamente dependentes de combustíveis para geração de energia por geradores, uma vez que não possuem energia elétrica.

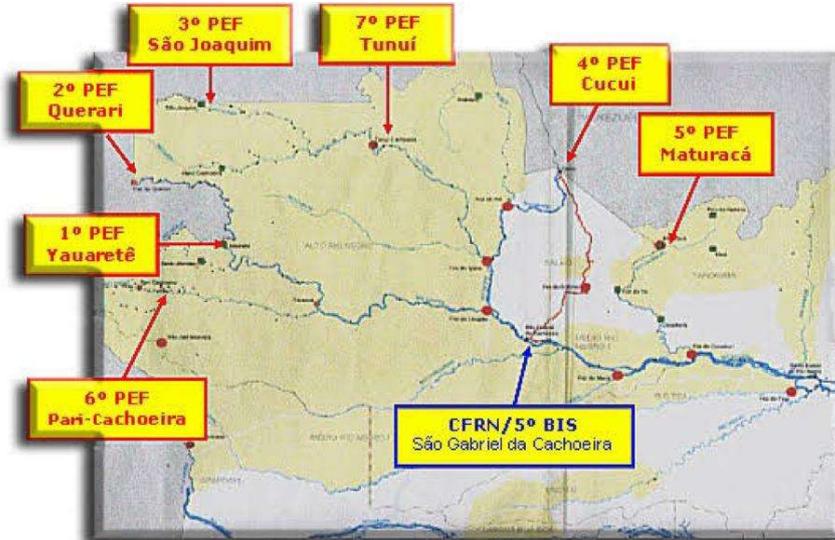


Figura 3 – Distribuição dos PEF do 5º BIS em São Gabriel da Cachoeira

Outro ponto relevante a ser considerado, atualmente, é que o Exército enfrenta um período de restrição orçamentária. Sendo assim, é restrita a aprovação de licitações de alto valor para projetos nos batalhões do País, tornando crescente a importância da mentalidade de manutenção, tanto das instalações quanto de todo o material de responsabilidade da OM. Nesse viés, o quesito corrosão causada por um combustível no recipiente em que estiver armazenado é fundamental, uma vez que precisam ser diminuídos ao máximo os gastos com manutenção de caminhões transportadores, tanques de estocagem e tanques de combustíveis das viaturas.

### 5.1 COMBUSTÍVEIS ESTUDADOS

Neste estudo, os combustíveis serão divididos em dois grandes grupos: combustíveis fósseis e biocombustíveis. É importante compreender que o foco do presente estudo não constará na análise específica de um combustível, mas apenas no levantamento de dados e sua análise para que seja tomada uma decisão entre a utilização de biocombustíveis ou de combustíveis fósseis pelo Exército.



Figura 4 – Canavial



Figura 5 – Plataforma de petróleo

### 5.1.1 Combustíveis Fósseis

São os combustíveis originados a partir da longa decomposição de organismos mortos soterrados, como referenciado em seu próprio nome, e decorrentes dos meios de processos naturais, ou seja, sem a ação do ser humano.

Por serem provenientes de organismos, possuem uma alta quantidade de carbono em suas fórmulas químicas, o que torna os combustíveis fósseis grandes responsáveis pela emissão de gás carbônico na atmosfera, atuando como catalisadores do Efeito Estufa.

Além disso, os combustíveis fósseis, em geral, conseguem alcançar maiores taxas de geração da energia, pois possuem um maior potencial calorífico que os biocombustíveis. Desta forma, os combustíveis fósseis quando em menores quantidades geram a mesma energia que os biocombustíveis. Isso os torna relativamente mais fáceis de armazenar, considerando que em

muitos quartéis do Exército Brasileiro não há uma excelente estrutura de armazenamento de combustíveis (DIRETORIA DE ABASTECIMENTO, 2016).

Outro importante fator a ser considerado é o valor de um combustível, relacionando-o com sua capacidade de energética. Também neste quesito, os combustíveis fósseis apresentam larga vantagem sobre os biocombustíveis. Encontrados já na natureza prontos para serem refinados e utilizados, eles são mais baratos, além de não requererem o grande tempo de produção de um biocombustível.

Entretanto, apesar de todas essas vantagens, na atualidade, as maiores potências mundiais, assim como grandes organizações têm evitado ao máximo a utilização de combustíveis fósseis, haja vista a necessidade de preservação do meio ambiente.

### 5.1.2. Biocombustíveis

São combustíveis derivados de biomassa renovável, ou seja, de plantas processadas capazes de substituir, parcialmente ou totalmente, os combustíveis derivados do petróleo e de gás natural na geração de energia (CARDOSO, 2008).

Também apresentam uma menor concentração de teor de enxofre. Um menor teor de enxofre representa uma menor corrosão causada pelo combustível aos ambientes que tem contato (DIRETORIA DE ABASTECIMENTO, 2015).

Possuem também um maior ponto de fulgor, que o torna seu manuseio mais seguro (DIRETORIA DE ABASTECIMENTO, 2016).

Por se tratar de energia renovável proveniente de biomassa, os biocombustíveis são considerados uma fonte limpa de energia, ou seja, não produzem gases do efeito estufa quando ocorre sua queima. Além disso, as plantas utilizadas para sua produção também absorvem CO<sub>2</sub> (Gás carbônico) da atmosfera para se desenvolverem (INFOESCOLA, 2015).

Embora esse fator torne os biocombustíveis uma alternativa plausível para o aquecimento global, diversas são as desvantagens de seu uso. Por exemplo, os biocombustíveis como já explicado acima neste trabalho, possuem um menor poder calorífico que os combustíveis fósseis, ou seja, produzem uma menor quantidade de energia para uma mesma massa de combustível.

Suas desvantagens vão muito além de suas propriedades químicas. Podemos citar uma série de problemas decorrentes da produção em larga escala dos biocombustíveis (CARDOSO, 2008). São eles: a alta necessidade energética para a sua produção, o que encarece seu preço e

requere sempre outros combustíveis no ciclo para que sejam processados; e o desmatamento de grandes áreas de vegetação que eram antes locais naturais de preservação, por absorverem enormes quantidades de CO<sub>2</sub> para o desenvolvimento de sua flora. Além disso, causa o desmatamento do solo onde se encontrava a vegetação, o que é um fator importante na Amazônia, onde o solo sem cobertura vegetal é pobre em nutrientes (BENCHIMOL, 1992).

Há também impactos acerca das outras culturas agrícolas: para a substituição dos combustíveis fósseis são necessários largos campos de produção de milho ou cana-de-açúcar, por exemplo. Isso gera a falta de espaço para que sejam produzidos recursos de subsistência como arroz, feijão e outros. Ademais, o mercado econômico de um país que tenha uma produção em larga escala de biocombustível é instável, uma vez que por haver falta de terras para produtos de subsistência, possa haver aumento dos preços desses produtos agrícolas a qualquer momento (BENCHIMOL, 1992).

São exemplo de biocombustíveis: biodiesel e etanol. São exemplos de matéria-prima dos biocombustíveis: cana-de-açúcar, milho e beterraba.

## 5.2 COMPARAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS COM AS REGIÕES

Considerando o Brasil como um grande País e com uma enorme quantidade tanto de biomas quanto de climas, isso atribui necessidades distintas à utilização de combustíveis pelo Exército em cada um desses locais. Para cada região já estudada neste trabalho há uma eficiência prática do combustível analisado diferente das outras, uma vez que suas necessidades são extremamente contrárias às das outras áreas. Por isso esse resultado será apresentado agora, de forma separada por regiões.

Combustível	Ponto de ebulição °C	Densidade kg/l	Teor energético kWh/l	%
Hidrogênio (líquido)	-253	0,09	2,3	25
Biométanol	65	0,79	5,0	54
Bioetanol [álcool]	79	0,78	6,2	67
Gás natural (líquido)	-162	0,42	6,2	67
Biogás enobrecido (líq.)	-162	0,42	6,2	67
Gasolina	>37	0,74	8,6	93
Biodiesel	>135	0,88	8,9	97
Oleo vegetal (canola)	>240	0,92	9,2	100
Diesel	>140	0,84	9,8	107

Tabela 1 - Comparação de propriedades dos principais combustíveis  
(arquivosbrasilbio.blogspot.com).

### 5.2.1 Locais onde os combustíveis fósseis são vantajosos

São locais onde a utilização dos combustíveis fósseis, em princípio, é vantajosa: Região Norte e Região Nordeste. As razões para tal serão apresentadas a seguir.

Na Região Norte, o maior fator responsável pela predominância dos combustíveis fósseis é seu prazo de validade superior quando comparado ao dos biocombustíveis. Considerando que o acesso às OM da região amazônica, principalmente os PEF, onde os suprimentos, na teoria, devem chegar a cada 45 dias, no entanto, por vezes, demoram muito mais, torna-se necessária a utilização dos combustíveis fósseis, devido ao seu maior prazo de validade. O deslocamento para esses quartéis pode levar dias, considerando o itinerário por rodovia, aéreo e hidrográfico, sendo assim, é de fundamental importância que o combustível a ser utilizado tenha uma maior vida útil possível.

Além disso, é fundamental nessas localidades estocar combustível. A vida na região amazônica é extremamente dependente de geradores movidos a combustíveis, sendo imprescindível que se leve em consideração a capacidade de um combustível resistir ao tempo estocado, continuando em condições de ser utilizado, possíveis atrasos de fornecimento e longos deslocamento até que o produto chegue em sua região fim.

Em relação à Região Nordeste, o grande inimigo do planejamento é a amplitude térmica diária acentuada, causada pela forte continentalidade presente, que provoca fortes secas decorrentes da baixa umidade relativa do ar. Essa baixa umidade relativa do ar permite grandes diferenças de temperatura entre o dia e a noite. Sendo assim, é preciso atentar quando na escolha do tipo de combustível adotado, uma vez que os combustíveis fósseis apresentam menor volatilidade e, conseqüentemente, sofrerem menores perdas com o passar do tempo.

### 5.3.2 Locais onde os biocombustíveis são vantajosos

São locais onde a utilização dos biocombustíveis, em princípio, é vantajosa: Região Centro-Oeste, Região Sudeste e Região Sul. As razões para tal conclusão serão apresentadas a seguir.

As Regiões Centro-Oeste e Sudeste são grandes produtoras de biocombustíveis, sendo o Estado de São Paulo, da Região Sudeste, o maior produtor mundial de etanol (PETROBRAS, 2019). Decorrente disso, existe uma grande facilidade de que esse tipo de combustível chegue ao destino nas OM e seja utilizado antes de seu prazo de validade expirar. Embora a Região Sudeste seja também um importante produtor de petróleo, do qual se produzem os combustíveis fósseis, grande parte do petróleo não permanece em sua área, pois é voltado para a exportação (PETROBRAS, 2019).

A Região Sul, mesmo que não seja um produtor considerável de biocombustíveis, consegue satisfazer a necessidade do produto facilmente, uma vez que todas essas três regiões são interligadas por uma boa rede rodoviária, que permite o deslocamento de bens entre elas facilmente, permitindo que o traslado do combustível não leve tanto tempo.

Além disso, trata-se das três macrorregiões de melhor condição financeira do País. Dessa forma, elas têm o compromisso político de fazer cumprir novas convenções mundiais, estabelecendo padrões para o Brasil, nesse caso se tratando da recém utilização de biocombustíveis em detrimento dos combustíveis fósseis, visando a preservação do meio ambiente.

Outro aspecto que essas regiões têm em comum é sua proximidade com o centro do poder político do País, bem como com o do Exército. Mudanças de grande espectro, como a substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis se tornam menos difíceis do que em regiões afastadas de uma boa estrutura de apoio provida pelo EB.

### 5.3 ATUAL UTILIZAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS PELO EXÉRCITO BRASILEIRO

O Exército Brasileiro, instituição federal, assim como a maioria das grandes organizações pelo mundo, vem se adequando aos novos padrões de utilização de combustíveis e de preservação do meio-ambiente. Um importante passo nessa mudança é a utilização de biocombustíveis, que não degradam a natureza. No entanto, sua implantação por completo não é tão fácil quanto na teoria: essa mudança requer uma série de análises no que tange a dúvida se os biocombustíveis proporcionam as mesmas condições que os combustíveis fósseis, a fim atingir as necessidades propostas para o cumprimento das missões inerentes ao Exército. A Força Terrestre também se preocupa com a existência de um considerável custo-benefício, verificando se essa mudança seria ou não benéfica, viabilizando ou não o projeto a longo prazo.

Considerando que o Exército já esteja ciente há algum tempo dessa necessidade de troca, abordada pelo presente estudo, é preciso entender que também existe diversas etapas da burocracia, depois que os estudos estiverem completos e houver uma decisão acerca do tema. E isso leva tempo.

Uma das razões pelas acredita-se existir uma clara demora da substituição do combustível utilizado, mesmo o Comando do Exército já entendendo essa necessidade há bastante tempo, é a existência de burocracia prévia a isso, além das diversas etapas que precisam ser feitas antes de sua propagação para todo o Território Nacional, como testes, licitações e adaptação dos meios de estoque e transporte dos novos combustíveis.

Por esse motivo, é imprescindível que se entenda atual conjuntura da utilização dos combustíveis pelo Exército Brasileiro.

A maior parte das viaturas do Exército Brasileiro funciona principalmente com Diesel, o que não é um grande problema, pois o diesel pode ser substituído pelo biodiesel, após algumas sutis modificações para adequar-se ao motor, afim de proporcionar melhor eficácia e não o danificar (DIRETORIA DE ABASTECIMENTO, 2016). São as principais viaturas utilizadas pelo Exército e responsáveis pela maior parte do consumo de combustíveis: Leopard 1A1 e Leopard 1A5 de combate; EE-11 Urutu, M113, Guarani e EE-9 Cascavel de reconhecimento e de transporte de pessoal; Toyota Hilux, Volkswagen Worker e Agrale Marruá de usos diversos.

As figuras 6 e 7 ilustram algumas das viaturas mais utilizadas pelo EB, as quais utilizam diesel, que é um combustível fóssil.



Figura 6 – Viatura Agrale Marruá (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016)



Figura 7 – Carro de combate Leopard 1A5 (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016)

#### 5.4 O FATOR MEIO-AMBIENTE NO PROCESSO DECISÓRIO

Como já citado acima no trabalho, diversas são as Nações que adotam práticas de combate à emissão de gases causadores do efeito estufa. Esses gases são produzidos a partir da queima dos combustíveis fósseis. O Brasil, como potência emergente frente a outros países do Mundo e o Exército Brasileiro como uma de suas instituições de maior credibilidade, tem a necessidade de conjuntamente estimular a prática da utilização de combustíveis que não poluam o meio-ambiente.

Dentro desse contexto, a atual alternativa são os biocombustíveis. Entretanto, há uma série de controvérsias acerca desse assunto. Por décadas, acreditou-se que os biocombustíveis seriam a solução para o problema da emissão de gases causadores do efeito estufa. Porém, com o passar do tempo, foi percebido que haviam muitos problemas atrelados à produção dos biocombustíveis e que eles poderiam ser maiores que seus benefícios (CARDOSO, 2008).

Um grande problema a ser considerado para o plantio da matéria-prima dos biocombustíveis é a necessidade de vastos campos de cana-de-açúcar, por exemplo, que demandam terras férteis que poderiam ser aproveitadas para a produção de alimentos e do seu elevado consumo de água. Existem projeções econômicas que defendem a teoria de que em 2050 haverá falta de comida e de água potável em quase todo o mundo. Considerando essa projeção, a produção de biocombustíveis nessas áreas de produção de alimentos agrícolas se tornaria inviável (CARDOSO, 2008).

Além disso, a perda desses campos de produção de alimentos faz com que o mercado econômico agrícola fique instável e gere especulações acerca da futura disponibilidade de recursos alimentícios. Isso pode gerar um aumento geral do preço desses produtos, gerando

inflação e se tornando um grave problema futuramente, pois se trata de itens básicos, dos quais toda a população compra e necessita para sobreviver (CARDOSO, 2008).

Um outro questionamento é sobre a necessidade da combustão de outro combustível durante o processo de produção dos biocombustíveis. O principal motivo para o uso dos biocombustíveis é que não produzem gases do efeito estufa em sua queima quando utilizados para seus diversos fins, perdendo assim seu objetivo quando são utilizados combustíveis que gerem tais gases para sua produção. Ademais, o processo da produção dos biocombustíveis também demanda grande quantidade de energia para a transformar a matéria-prima no produto final (CARDOSO, 2008).

Além de todas essas desvantagens, a crescente utilização dos biocombustíveis faz aumentar as necessidades por áreas produtivas de biomassa e torna cada vez mais os produtores e o mercado seus dependentes, à medida que os combustíveis fósseis são substituídos. Sendo assim, há a perda da biodiversidade de muitos locais que antes eram vegetação nativa de certos biomas brasileiros, especificamente a Floresta Amazônica e o Cerrado, que já sofreram a biodegradação de diversos de seus habitats (BENCHIMOL, 1992).

A figura 8 apresenta o atual desmatamento da Floresta Amazônica, na qual grande parte pode ser responsabilizada pela abertura de campos de plantio de matéria-prima para biocombustíveis.

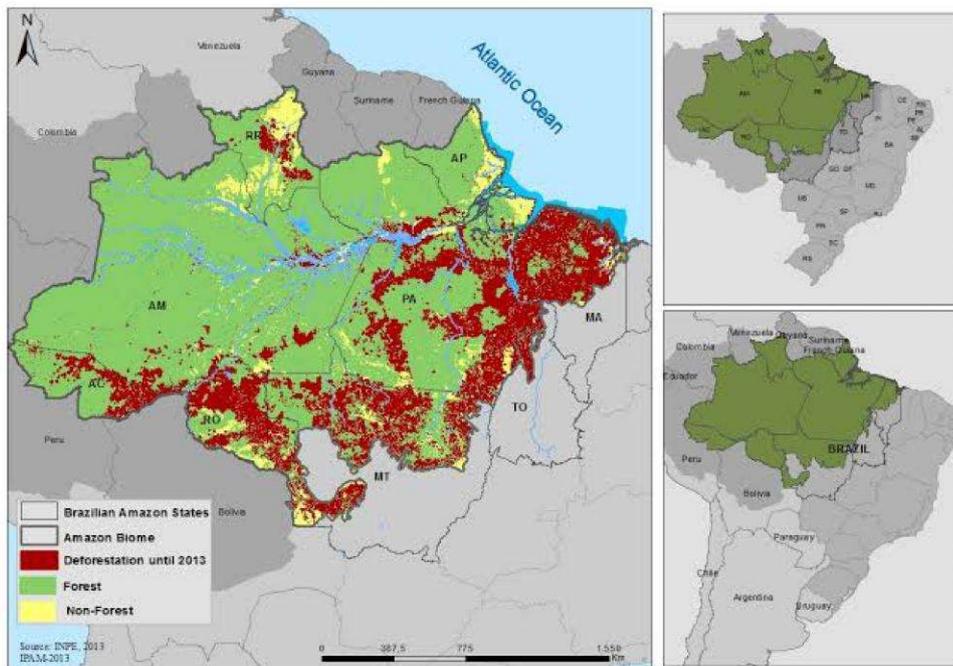


Figura 8 – Desmatamento da Amazônia (IPAM, 2015)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusão para este estudo, o trabalho verificou que nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste já é possível que o Exército Brasileiro utilize ostensivamente os biocombustíveis como combustível principais para suas viaturas nas diversas missões que executa. Por outro lado, verificou-se que nas Regiões Norte e Nordeste, por conta de suas peculiaridades, há uma dificuldade da utilização dos biocombustíveis, sendo assim a melhor escolha os combustíveis fósseis.

Por mais que o estudo aborde uma série de fatores sobre as regiões e sobre os combustíveis estudado, é necessário um maior aprofundamento no assunto para que sejam tiradas conclusões mais específicas e com total confiabilidade.

Embora os biocombustíveis pareçam uma excelente solução para o problema da emissão de gases causadores do efeito estufa à primeira impressão, pode-se concluir é que não são, em todos os casos, a melhor escolha para o Exército Brasileiro.

Ainda que o problema de adequação aos motores das viaturas já tendo sido resolvido com pequenas adaptações ao Biodiesel, por exemplo, o rendimento das viaturas é melhor quando utilizam os combustíveis fósseis.

Sugere-se realizar um estudo de caso em cada situação, verificando-se a necessidade do uso, seja na Brigada ou na OM específica na qual se pretende entender a fundo qual será o melhor recurso a ser utilizado, tomando-se por base os diversos fatores secundários da análise presentes apenas naquele local. É importante compreender que não existe um gabarito ou um barema exato no que tange a essa decisão.

Em contrapartida ao moderado benefício ecológico de seu uso, a utilização dos biocombustíveis está atrelada a diversos problemas, tais como: desmatamento de vegetação nativa para sua produção, monocultura e empobrecimento da terra, quebra do mercado do setor primário, grande quantidade de energia para serem produzidos, pequena validade comparada aos combustíveis fósseis, produção de energia menor que a necessária para a rotação dos motores das viaturas do Exército Brasileiro, entre outros. Dessa forma, a Força Terrestre não pode se basear apenas no fator meio-ambiente para resolver esse questionamento e essa é uma informação muito importante, da qual todo comandante de OM deve ter conhecimento.

Avaliações mais completas e práticas são ainda necessárias para que o Exército desenvolva em campo uma doutrina focada na utilização saudável dos biocombustíveis, e não apenas seu uso por motivos de imposição de padrões mundiais.

Este trabalho serviu como meio de melhorar o entendimento sobre o assunto, tema esse que ainda necessita de muitos esclarecimentos no âmbito Exército Brasileiro. O cenário ideal será aquele em que antes de sua implantação na Instituição sejam realizados longos e específicos estudos sobre cada tipo de combustível, de cada região do País e dos diversos aspectos citados na corrente pesquisa que influenciam na escolha do combustível utilizado.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Efren Rodrigues. Manutenção produtiva total: estudo de caso de uma frota de viaturas do exército brasileiro na Amazônia e proposta de implantação do pilar manutenção autônoma objetivando aumentar a sua taxa de disponibilidade. **Veredas**, ano 12, v. 9, n. 1, p. 39, 2016.
- BENCHIMOL, Samuel. **Amazônia: A Guerra na Floresta**. 1. Ed. Rio de Janeiro: civilização brasileira, 1992.
- BRASIL. Ministério do Exército. **C 7-10: Manual de Campanha: companhia de fuzileiros**. 1. ed. Brasília: 1973.
- CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. **Química Nova Escola**. n. 28, 2008.
- CONTEL, Fabio Betioli. **As divisões regionais do IBGE no século XX (1942, 1970 e 1990)**. Terra Brasilis, 3 ed. | 2014. posto online no dia 26 agosto 2014, Disponível em: <http://journals.openedition.org/terrabrasilis/990> ; DOI : 10.4000/terrabrasilis.990. Acesso em 07 jun 2019.
- CORREIA, Magaly F; SILVA, Fabíola S; SILVA ARAGÃO, M Regina; SANTOS, Edvania P; MOURA, Magna S. B. Impacto da expansão agrícola na amplitude térmica diária em ambiente semiárido. **Ciência e Natura, supl. Micrometeorologia - Edição Suplementar**; Santa Maria, Vol. 33, 2011.
- Definição – O que é Ponto de Fulgor. Disponível em : <https://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/1608-ponto-de-fulgor>>. Acesso em 05 jun 2019.
- DIRETORIA DE ABASTECIMENTO. Exército Brasileiro. **Cuidados com Armazenagem e Filtração do Óleo Diesel**. 1. Ed. Brasília, 2016. Disponível em : <http://www.dabst.eb.mil.br/index.php/classes/category/26-combustivel?limitstart=0> . Acesso em: 25 out 2018.
- DIRETORIA DE ABASTECIMENTO. Exército Brasileiro. **Taxa de evaporação**. 1. Ed. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.dabst.eb.mil.br/index.php/classes/category/26-combustivel?limitstart=0> . Acesso em: 25 out 2018.
- Efeito Estufa. Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/efeito-estufa/>>. Acesso em 05 jun 2019.
- EXÉRCITO BRASILEIRO. Disponível em: <http://1bis.eb.mil.br> . Acesso em 26 de Maio de 2019
- Exploração e produção de petróleo e gás. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/>>. Acesso em 15 jun 2019
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LEITE, R. C. C.; LEAL, M. R. L. V. **O biocombustível no Brasil**. Disponível em : <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-33002007000200003>. Acesso em 06/06/2019 às 22:35. CEBRAP no.78 São Paulo July 2007

LOBATO, Anderson Cezar. Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de ensino médio: é simples entender esse fenômeno? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 11, n. 1, 2009.

Maritimidade e continentalidade. Disponível em : <https://www.infoescola.com/geografia/maritimidade-e-continentalidade/>. Acesso em 05 jun 2019.

PROTÁSIO, Thiago de Paula. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, 2011.

SANTO, Ágatha. Disponível em: [slideplayer.com.br](http://slideplayer.com.br). Acesso em 6 jul 2017

SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.;BODDEY, R.M. **Mitigação das Emissões de Gases Efeito Estufa pelo Uso de Etanol da Cana-de-açúcar no Brasil**. Seropédica, 2009.