



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS- CCAA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS – DCF
Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos
Av. Marechal Rondon – S/N – Bairro Jardim Rosa Elze
CEP: 49100–000 São Cristóvão – SE - Fone: (79) 2105 – 6980

FRANCIANE DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EMISSÃO E SEQUESTRO DE CARBONO NA UFS,
CAMPUS DE SÃO CRISTOVÃO**

SÃO CRISTOVÃO
SETEMBRO – 2017

FRANCIANE DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EMISSÃO E SEQUESTRO DE CARBONO NA UFS,
CAMPUS DE SÃO CRISTOVÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Ciências Florestais, Universidade
Federal de Sergipe, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

**SÃO CRISTOVÃO
SETEMBRO – 2017**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS - CCAA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS – DCF

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos
Av. Marechal Rondon – S/N – Bairro Jardim Rosa Elze
CEP: 49100-000 São Cristóvão – SE - Fone: (79) 2105 – 6980

**AVALIAÇÃO DA EMISSÃO E SEQUESTRO DE CARBONO NA UFS,
CAMPUS DE SÃO CRISTOVÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Ciências Florestais, Universidade
Federal de Sergipe, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

APROVADA EM:

ORIENTADA: **Franciane dos Santos**

Prof. Dr. Genésio Tâmara Ribeiro
(Orientador)

Prof.
Avaliador(a)

Prof.
Avaliador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus fonte inesgotável do verdadeiro amor, pelo dom da vida e por ter me guiado até aqui não desistindo de mim mesmo quando eu me afastei dele e procurei no mundo a paz que só ele pode dar, à ele toda honra, toda glória e todo louvor.

Aos meus pais Francisco e Alequisandra por todo incentivo e por sempre me incentivarem a buscar o melhor. E por serem minha força para seguir em frente. Aos meus irmãos Maiza, Carol é Junior por sempre torcerem por min, pelos conselhos e amizade.

À minha tia por ter aberto sua casa para que eu pudesse realizar meu sonho de ser Engenheira Florestal. E aos demais tios, primos e a todos os meus familiares, que se orgulham de minhas conquistas em especial aos primos(as) Leticia, Natanael, Naiane, Liliane e Elizabeth pela torcida, conselhos e carinho.

À minha amiga irmã Glaziely por me apoiar e estar presente nos momentos bons e ruins, mesmo tendo seus compromissos sempre encontrava tempo para me ouvir, por ter segurado minha mão em todas as vezes que pensei em desistir, serei eternamente grata a você. À Thiago pela amizade por ser uma pessoa prestativa.

Agradeço em especial ao meu orientador Prof. Dr. Genésio T. Ribeiro pela orientação, apoio, amizade, compreensão e por ter aceitado me orientar. Muito obrigada por tudo.

À toda equipe do Núcleo de Gestão Ambiental, por todo auxílio e pela ajuda na coleta de dados.

À todos os professores que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação. Aos amigos e colegas Jaqueline (*in memorian*),Thays, Rosana, Mariana, Jefferson, Matheus, Gabi,Dani, Andressa, Viviane, Valdinete, Clezia, Jessica, Fernanda, Alê, Taci, Luana, Larissa e a toda turma de 2014 do curso de Engenharia Florestal.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão de mais essa etapa em minha vida.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Consumo de Energia Elétrica e Gás Liquefeito de Petróleo, no Campus Universitário da UFS em São Cristóvão, 2016	13
Tabela 2 Efluentes líquidos gerados, decorrentes das diferentes atividades no Campus da UFS em São Cristóvão 2016.	14
Tabela 3 Resíduos sólidos provenientes das atividades do Campus da UFS em São Cristóvão,2016.....	15
Tabela 4 Emissões de Gases de Efeito estufa pelos veículos da Universidade Federal de Sergipe, no Campus de São Cristóvão.....	15
Tabela 5 Número de entrevistados de acordo com o vínculo na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão,2016	16
Tabela 6 Emissões de tCO _{2e} de combustível considerando o consumo anual, São Cristóvão, 2016.....	21
Tabela 7 Caracterização das áreas consideradas no cálculo de compensação de Carbono no Campus da Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão, 2016.....	21
Tabela 8 Balanço de Carbono na UFS, Campus de São Cristóvão, considerando as emissões e sequestro anual.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frequência de entrevistados por centro, da Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão, 2016.....	17
Figura 2 Porcentagem da distribuição dos meios de transportes, no Campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão,2016	17
Figura 3 Diferentes tipos de combustíveis em função do transporte utilizado pela comunidade acadêmica para irem à UFS, no Campus de São Cristóvão, 2016.....	18
Figura 4 Número de vezes em que os entrevistados frequentam a UFS, durante a semana, no Campus de São Cristóvão, 2016.....	20
Figura 5 Quantidade Média de quilômetros percorridos por semana pela comunidade acadêmica durante seu deslocamento até a UFS, no Campus de São Cristóvão, 2016...20	

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1. Impactos das atividades humanas	4
2.2. Políticas de controle para as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).....	5
2.3. Potencial das florestas no sequestro de carbono	7
2.4. Métodos de avaliação.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Caracterização da área de Estudo	11
3.2. Tipo de pesquisa e levantamento dos dados	11
3.3. Análise e interpretação dos dados.....	12
3.4. Ferramenta de cálculo	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1. Contribuições diretas da UFS	13
4.1.1. Gás de cozinha e Energia	13
4.1.2. Efluentes Líquidos	14
4.1.3. Resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis e veículos da UFS.....	15
4.2. Contribuições indiretas da UFS	16
4.2.1. Descrição do perfil dos entrevistados.....	16
4.2.2. Quantificação das emissões dos veículos de terceiros	20
4.2.3. Quantificação do Sequestro de carbono	21
4.3. Balanço de carbono.....	22
4.4. Sugestões para Neutralização do Carbono.....	22
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS	31

RESUMO

A energia está presente na maioria das atividades humanas, principalmente na sociedade moderna. Sua produção é apoiada na busca e exploração de recursos naturais, provocando uma série de modificações no ambiente. Com base no Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa criado pelo Observatório do Clima, o setor de mudanças de uso da terra de florestas para agricultura, seguido do setor de agropecuária, são as principais fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil. Várias medidas foram tomadas para amenizar os efeitos advindos desse problema, dentre elas o Protocolo de Quioto. A partir dessas medidas são quantificadas as emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE). O objetivo desse trabalho foi identificar e quantificar, propondo medidas visando neutralizar e compensar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na Universidade Federal de Sergipe, Campus de São Cristóvão. O trabalho foi desenvolvido no Campus de São Cristóvão, as informações requeridas de acordo com o objetivo do trabalho foram obtidas através do levantamento de campo e por sistema eletrônico, onde foram coletados os dados em pontos referentes as seis fontes de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) que são eles: efluentes líquidos, resíduos sólidos recicláveis (papel e copos descartáveis) e não recicláveis, gás de cozinha, água, energia e combustíveis. Além do inventario das fontes de emissão de gases de efeito estufa, também se quantificou o sequestro de carbono . A pesquisa realizada foi do tipo quantitativa, por meio de aplicação de questionários, os quais foram analisados e, após, traduzidos, foram expostos em figuras e tabelas O Balanço de Carbono na UFS, no Campus de São Cristóvão é negativo em 17.090,56 tCO_{2e}./ano, indicando que a UFS contribui para o aumento dos Gases de Efeito Estufa no ambiente.

Palavras-chaves: Efeito estufa, Fonte de emissões, Mudanças Climáticas.

1. INTRODUÇÃO

Até o século XVIII os intelectuais europeus viam o agreste com certo horror, e a supressão das matas com satisfação. Apesar do caráter explorador das práticas desse período, estas não eram insustentáveis ou provocavam crises ambientais de escala, pois os impactos eram localizados e de intensidade restrita, o que dava margem à resiliência da natureza. E apesar da exploração dos combustíveis fósseis datar desde o final do século XVIII, que representou uma suspensão na capacidade produtiva do ser humano, o seu uso, até o início do século XX, era ainda disperso e não chegava a alterar as grandes regulações da ecosfera global (DELÉAGE, 2000; LASLETT, 2001).

A preocupação com o meio ambiente surge quando os recursos são utilizados de forma desordenada num ritmo maior do que a capacidade natural de reposição, ou quando os dejetos são gerados a um ritmo maior do que a capacidade da natureza de absorvê-los. Neste conceito os problemas ambientais podem ser reduzidos a dois grandes grupos: a depreação e a contaminação (TOMMASINO; FOLADORI, 2001a).

A partir da revolução industrial nossa espécie alterou os termos da relação utilização e capacidade de regeneração da natureza passando a violentar o movimento global da natureza, promovendo alterações no ambiente o que culminou, com a ruptura da escala e do ritmo da natureza sob o duplo efeito do crescimento demográfico e do desenvolvimento tecnológico sem precedentes históricos (RIBEIRO, 2005).

Em consequência do aumento de poluentes no ambiente ocorrem evidências de possíveis mudanças climáticas que podem afetar significativamente o planeta, especialmente nos extremos climáticos, com maior rigor nos países menos desenvolvidos na região tropical (PEREIRA; BRITO, 2012).

O efeito estufa é um fenômeno que ocorre naturalmente sendo um dos fatores responsáveis pela existência de vida no nosso planeta. Através desse mecanismo, a Terra absorve radiação do sol, sendo que 30% não conseguem atravessar a atmosfera e são refletidos de volta para o espaço. Setenta por cento dessa radiação atinge a atmosfera e a superfície terrestre passa a emitir energia em comprimentos de onda mais longos (radiação infravermelha). Sendo que parte dessa energia se perde no espaço; o restante é absorvido pelos gases de efeito estufa, presentes normalmente em quantidades muito

pequenas. A energia absorvida é então irradiada de volta à superfície terrestre (BESSA, 2010).

Os Gases de Efeito Estufa (GEE), presentes na atmosfera terrestre, têm a propriedade de impedir parte dessa radiação infravermelha. Muitos deles, como vapor d'água, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e ozônio (O₃), existem naturalmente na atmosfera e são primordiais para a manutenção da vida no planeta, pois sem eles a Terra seria, em média, cerca de 30°C mais fria (MCTI, 2010).

Com base no Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa criado pelo Observatório do Clima, o setor de mudanças de uso da terra de florestas para agricultura, seguido do setor de agropecuária, são as principais fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil, sendo responsáveis por 32,1% e 29,7% da emissão total, respectivamente (SEEG, 2016).

Notou-se que a temperatura da terra vem aumentando, devido aos gases resultantes da queima de combustíveis fósseis então, várias medidas foram tomadas para amenizar os efeitos advindos desse problema, dentre elas o Protocolo de Quioto, no qual os países desenvolvidos signatários comprometem-se a reduzir as emissões desses gases (FBDS, 2010).

Após ser quantificada as emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE), em determinado setor ou atividade, é possível elaborar um inventário, que possibilita balizar, de maneira mais focada e precisa, a compensação e redução dessas emissões. Uma alternativa que vem sendo utilizada por diversas empresas e organizações, pela qual esses gases são removidos da atmosfera, é a compensação, sobretudo, por meio do plantio de árvores (ALVES, 2014).

As florestas tropicais têm despertado grande interesse mundial, pois o encolhimento na sua extensão emitiu nas últimas décadas uma média de 1,5 Pg C ano⁻¹ (Pentagramas de carbono por ano) de acordo com as estimativas atuais, contribuiu efetivamente para o aumento da concentração atmosférica de CO₂, o que representa cerca de 24% das emissões globais provenientes da queima de combustíveis fósseis (HOUGHTON, 2005a; 2005b).

Diante das ameaças deste cenário, um novo serviço ambiental prestado pelas florestas, além da conservação da biodiversidade e da qualidade da água e do solo, passou

a ser reconhecido pela sociedade: a manutenção dos estoques de carbono, que interferem diretamente nos processos de aquecimento global (FEARNSIDE, 2006; FORSTER; MELO, 2007).

O conceito de sequestro de carbono consagrou-se na Conferência de Kyoto, em 1997, por se tratar da forma de mitigação de menor custo para reverter o acúmulo de CO₂ na atmosfera na redução do efeito estufa (YU, 2004).

O sequestro de carbono é visto como uma das possíveis soluções que possa mitigar os impactos dos poluentes na atmosfera. Esse termo refere-se a qualquer processo que armazene carbono por longo período em forma não gasosa como a madeira, que é eficaz em contribuir para amenizar o efeito estufa. Isto ocorre porque quando a celulose é armazenada no xilema (vasos que transportam água e nutrientes na planta), que é um tecido com a maioria das células mortas, o carbono fica preso e só será liberado novamente para atmosfera quando a planta morrer e a madeira apodrecer ou for queimada. Para que o sequestro de carbono seja relevante, é necessário que o carbono fique armazenado por um período longo o suficiente para que a emissão de carbono para a atmosfera diminua, evitando o aumento da temperatura e o aquecimento global (BUCKERIDGE, 2010).

O Núcleo de Gestão Ambiental juntamente com a área administrativa do Campus da UFS em São Cristóvão, consciente da responsabilidade social e ambiental, especialmente por ser do Estado de Sergipe, um centro de excelência nas linhas de ensino, pesquisa e extensão, entendeu a importância de contribuir para a amenizar os efeitos das emissões de carbono, provenientes das atividades da comunidade acadêmica.

Esse trabalho teve como objetivo identificar e quantificar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), propondo medidas visando neutralizar e compensar essas emissões na Universidade Federal de Sergipe, Campus de São Cristóvão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Impactos das atividades humanas

A energia está presente na maioria das atividades humanas, principalmente na sociedade moderna. Sua produção é apoiada na busca e exploração de recursos naturais, provocando uma série de modificações no ambiente. A produção e o consumo de energia ocupam importantes espaços de discussão, públicos ou não, sendo um tema muito relevante ao longo da trajetória política e econômica do mundo. O crescente consumo de energia é uma realidade desde que nossa sociedade começa a ser formada e se intensifica com a Revolução Industrial, baseada no uso intensivo de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo. No século XIX a revolução teve seu auge, com o uso em larga escala do petróleo e seus derivados, utilizados em processos industriais e como combustíveis para veículos. Foi aumentando sua importância e, principalmente após a segunda guerra mundial, ganhou espaço como recurso mais utilizado para gerar energia no mundo até hoje (SILVA et al., 2008).

O crescimento dos setores industrial, agrícola e de transporte tem sido citado como a principal causa do aumento da emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE), dentre os quais se destacam o dióxido de carbono, o metano e os CFCs, em decorrência do incremento do consumo de energia e maior queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural). Essa argumentação de que tais atividades estariam contribuindo significativamente para o aquecimento global, embora contestada por alguns estudiosos que não acreditam no efeito estufa (SEVÁ, 2011).

A mudança das concentrações dos principais Gases de Efeito Estufa (GEE) – dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) – tem relação estreita com o efeito estufa, fenômeno natural responsável pela manutenção da vida na Terra. No efeito estufa a radiação solar atravessa a atmosfera e a maioria desta radiação é absorvida pela superfície terrestre, aquecendo-a. Entretanto, parte é refletida de volta ao espaço e a fração infravermelha (calor) é retida por gases presentes nas camadas mais baixas da atmosfera. Estes gases têm aptidão de retenção de calor são justamente os GEE e a mudança nas concentrações dos mesmos têm causado mudanças no balanço de radiação

solar do planeta, com tendência ao aumento da temperatura terrestre (CORDEIRO et al., 2012).

O potencial das emissões decorrentes do desmatamento das florestas tropicais e das mudanças no uso da terra também têm sido motivo de discussão nas Conferências das Partes (COPs) e aos poucos a questão florestal vem sendo reconhecida como uma medida primordial para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, passando a ser oficialmente aceita no âmbito da Convenção do Clima, através do mecanismo de Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação (REDD) nos países considerados em desenvolvimento. Este mecanismo pode ser visto como um instrumento que apoia financeiramente a proteção das florestas, embora ainda não haja definições específicas sobre o que ele compreenderá (RAMOS, 2011).

2.2. Políticas de controle para as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

Diante das mudanças climáticas globais a sociedade de maneira geral vem demonstrando interesse em assuntos relacionados a mitigação dessas mudanças. Cresce a pressão nas organizações e empresas, fazendo com que assumam cada vez mais a sua responsabilidade na proteção do clima (BRASIL et al., 2008).

Tantas ações individuais como coletivas vem sendo executadas, crescendo a cobrança por neutralização das emissões de GEE. Diversos eventos, envolvendo grande número de pessoas, já passaram a adotar medidas de compensação, entre eles a Rio+20, o Rock in Rio 2013 e as Copas do Mundo da FIFA 2006 e 2014 (SILVA et al., 2008).

No quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas adverte-se que provavelmente – 95% de certeza – metade da elevação da temperatura média global observada de 1951 até 2010 tenha como causa as atividades antrópicas, principalmente pelo aumento de emissões de GEE. Esses impactos das mudanças podem ser observados com alterações no clima, na biodiversidade e no ciclo hidrológico, com a ocorrência de eventos climáticos extremos, a aceleração do degelo, dentre outros (IPCC, 2013).

Dentre as conferências, a COP 3, que ocorreu em Quioto, no Japão, foi importante devido a elaboração do Protocolo de Quioto, tratado que estabeleceu metas de

redução das emissões antrópicas em pelo menos 5,0% abaixo dos níveis de 1990, no período de 2008 até 2012, para os países desenvolvidos, considerados como Anexo I da Convenção, no Anexo I reúne os países desenvolvidos no não anexo I grupo dos países em desenvolvimento, entre eles o Brasil (RIBEIRO, 2007).

Como resultado do primeiro prazo de vigência do Protocolo, que venceu em 2012, houve a redução total de 16% das emissões, em relação aos níveis de 1990, pelos países do Anexo I, entretanto, alguns deles não conseguiram alcançar suas metas. Na COP 18, que ocorreu ainda em 2012 no Catar, houve a modificação dos países que assinaram o acordo, os quais se comprometeram a reduzir suas emissões em no mínimo 18%, também em relação aos níveis de 1990, no novo período de vigência, que é de 2013 até 2020, mesmo que de maneira voluntária (UNFCCC, 2016a).

O Protocolo de Quioto determinou que os países deveriam atingir suas metas através de iniciativas próprias, porém, também criou três mecanismos de flexibilização baseados na comercialização das reduções entre as Partes. Os três mecanismos são a Implementação Conjunta (IC), Comércio de Emissões (CE), e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Estes mecanismos foram importantes para auxiliar os países do Anexo I a atingir suas metas, e, principalmente o MDL, por permitir a implementação de projetos de redução de emissões nos países não-Anexo I, estimulando o investimento em alternativas sustentáveis nestes países (UNFCCC, 2016b).

O Brasil não dispõe de metas para redução de emissões de GEE estabelecidas pelo Protocolo de Quioto. Entretanto, na 15^a Conferência das Partes, ocorrida em 2009 na Dinamarca, alguns países, dentre eles o Brasil, firmaram compromisso para reduzir suas emissões de maneira voluntária e com isto, neste mesmo ano, foi criada a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), que propõe um compromisso nacional de ações para mitigação das emissões de GEE, ficou estabelecida a redução entre 36,1% e 38,9% as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) projetadas em 2020, com base nos valores de 2005, como consta na Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/09 e Decreto nº 7.390/10) (BRIANEZI, 2012).

Para galgar tal meta, foram implementadas medidas de baixa emissão de carbono, em especial relacionadas ao setor de mudança do uso do solo, responsável por 77% das emissões brasileiras em 2005. Dentre estas medidas, destacam-se reduzir em

80% a taxa de desmatamento na Amazônia e 40% no Cerrado; recuperar pastagens degradadas; promover ativamente a integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF); ampliar o uso do plantio direto e da fixação biológica de nitrogênio; ampliar a eficiência energética; o uso de biocombustíveis; a oferta de hidrelétricas e ampliar o uso de carvão de florestas plantadas pela siderurgia (MCTI, 2010).

A PNMC propôs a criação de um Decreto do Poder Executivo, que implementou os planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas, visando a consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono. Assim, foi criado o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que, entre outras providências, prevê a elaboração de planos setoriais com a inclusão de ações a serem implementadas, indicadores e metas específicas de redução de emissões, além de mecanismos para constatação do seu cumprimento (BRASIL, 2009; 2010).

Para os pontos cruciais de um inventário de GEE, os relatórios do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática) fornecem indicações para a realização dos cálculos de emissão. Além do IPCC, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR ISO 14.064, produziram informações significativas, a fim de auxiliar no processo de quantificação e também na preparação de relatórios de emissões e remoções de GEE (LOPES, 2011).

2.3. Potencial das florestas no sequestro de carbono

Dados da previsão feita para o total de emissões de CO² (dióxido de carbono) chegam a 46,7 bilhões de toneladas em 2030, com o crescimento anual médio de 2,3% no período de 2003 a 2030. Para minimizar esse percentual, foram criados recursos de emissões de gases do efeito estufa através dos mercados de carbono (CARBONO BRASIL, 2016a).

O Brasil possui 463 milhões de hectares de florestas que correspondem a 54,40% do território nacional. Cerca de 98% deste total corresponde às florestas nativas, que

estocam 81.109 milhões de toneladas de carbono. A Amazônia detém de 85% deste valor (MMA, 2013).

A queima de combustíveis fósseis é responsável por mais de 80% das emissões de carbono no mundo, o que significa um fluxo do carbono armazenado e retido no subsolo há milhões de anos e liberado novamente na atmosfera. O crescimento das plantas tem a função de reverter esse processo de queima através da fotossíntese, que captura o carbono da atmosfera estocando-o em forma de biomassa viva. Combustíveis fósseis são biomassas submersas e decompostas durante as formações geológicas de longa escala temporal. O sequestro florestal do carbono é o fluxo entre a atmosfera e os ecossistemas terrestres, o que corresponderia à primeira etapa da formação dos combustíveis fósseis, que é a retenção do carbono em formas vivas na superfície da terra. Um estoque que está absorvendo carbono é chamado de poço (sink), e um estoque que estiver liberando carbono é chamado de fonte (source). Assim, áreas florestadas são consideradas como poços de carbono (carbonsinks) (TOTTEN, 2000).

O plantio de árvores desempenha papel crucial no sequestro de carbono promovendo a absorção de gás carbônico (CO_2) presentes na atmosfera, e a forma mais comum de retenção desse gás na atmosfera. Na fase de crescimento, as árvores demandam uma quantidade muito grande de carbono para se desenvolver e acabam retirando CO_2 do ar. É um processo natural que ajuda a diminuir significativamente a quantidade de CO_2 na atmosfera, segundo o Instituto Brasileiro de Florestas (IBF), cada hectare de floresta em desenvolvimento é capaz de absorver de 150 a 200 toneladas de carbono (IBF, 2016a).

O mercado tem buscado negociações para as reduções de emissões de dióxido de carbono na mitigação das mudanças climáticas. No comércio atual de créditos de carbono, tanto no mercado compulsório quanto no voluntário, tem movimentado a economia de grandes potências globais, como os integrantes da União Europeia (maior mercado de carbono), Austrália, Nova Zelândia e Califórnia (CARBONO BRASIL, 2016a).

Através do plantio de árvores é possível que empresas ou pessoas físicas compensem total ou parcialmente as suas emissões de carbono. Nesse caso é necessários profissionais especializados para realização de um inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e quantifica-se o número de árvores a serem plantadas para neutralizar

as emissões advindas de suas atividades. É possível neutralizar parte das emissões, pois muitas vezes a elaboração do inventário é complexa inviabiliza a ação ambiental, neste caso é proposto o plantio de árvores, compensando parte das atividades com a quantidade de carbono capturada pelas árvores, em média uma tonelada a cada seis (6) árvores plantadas. É importante salientar que além de atuar no combate ao aquecimento global ao capturar o carbono (CO₂ um dos principais GEE causador do efeito estufa) o plantio de árvores contribui na preservação dos recursos hídricos e na proteção da biodiversidade (IBF, 2016b).

No debate sobre o sequestro de carbono, há um interesse maior voltado às florestas tropicais úmidas (a exemplo do Brasil) por possuir características de alta taxa de produtividade primária. É precisamente na sua fase de crescimento que as árvores removem e retêm quantidades significativas de carbono da atmosfera e que reduzem gradativamente a taxas quase insignificantes quando já formadas (YU, 2004).

Diante das medidas de mitigação mais eficientes, as atividades que mais se destacam são o florestamento e o reflorestamento em áreas degradadas, que tem por finalidade recompor ou restaurar ecossistemas nativos (LOPES, 2011).

2.4. Métodos de avaliação

Os estudos de quantificação de carbono são trabalhosos, demorados e muito onerosos, podendo ser realizados por métodos diretos e indiretos. No método direto as árvores são cortadas e seus componentes separados e pesados, já no método indireto são utilizadas equações alométricas ou ajuda de softwares para realizar estimativas. (WATZLAWICK et al., 2009).

Os métodos diretos causam obrigações, já que no método direto as árvores são cortadas e seus componentes separados e pesados, que consistem na pesagem de toda biomassa (técnica gravimétrica) ou através da determinação do volume e densidade da madeira (técnica volumétrica). Torna-se inviável a execução desse método em áreas extensas, devido ao tempo e custo de execução. Diferentemente do método direto no indireto são feitas estimativas basicamente de dados advindos dessas determinações, assim como de dados originados de inventários florestais, consistem no emprego de

modelos alométricos, que correlacionam a biomassa ou carbono (variáveis de difícil obtenção), com variáveis (diâmetro e altura) comumente medidas em campo nos trabalhos de inventário florestal. (SALATI 1994, SANQUETTA et al., 2014b; SCHIKOWSKI et al., 2013).

É de grande importância os estudos de quantificação do estoque de biomassa e carbono na Mata Atlântica, pois contribuem significativamente para melhoria em projetos florestais. O grande potencial das florestas como sumidouros de carbono por fixarem carbono na biomassa das árvores, tem gerado um crescente interesse global, tornando-se necessário o desenvolvimento de métodos alternativos de estimativa de biomassa e carbono. (FIORENTIN et al., 2015; NICOLETTI, 2011).

No presente trabalho foi avaliado a emissão de carbono pela comunidade acadêmica da UFS (questionário e levantamentos) para estimativa biomassa e carbono sequestrado, obtidos de trabalhos de pesquisa de levantamentos fitossociológicos e florísticos efetuados na área do Campus de São Cristóvão e região de estudo. Esses dados foram obtidos a partir dos trabalhos de Santos (2006), Junior (2009) e Plácido (2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de Estudo

O trabalho foi realizado no Campus da Universidade Federal de Sergipe (UFS), localizado no município de São Cristóvão (10°55'32"S e 37°06'08"W) e com altitude aproximada de 47m. O Campus da UFS está situado em área de domínio de Mata Atlântica, e abriga alguns remanescentes dessa tipologia florestal. O clima da região é do tipo As, de acordo com a classificação de Köppen (tropical chuvoso com verão seco). O período chuvoso ocorre entre os meses de abril a agosto, a temperatura média na região é de 25,5°C, umidade relativa do ar média de 75% e precipitação média anual de 1.200mm (MELO et al., 2006).

A composição da Mata Atlântica no Brasil, que inclui florestas ombrófilas densas, florestas semidecíduas e matas de galeria, é um dos maiores centros mundiais da biodiversidade tropical, assim como uma das mais ameaçadas pelo desmatamento e degradação (ENGEL; PARROTA, 2001).

3.2. Tipo de pesquisa e levantamento dos dados

As informações requeridas de acordo com o objetivo do trabalho foram obtidas através do levantamento de campo e por questionário eletrônico. No levantamento de campo foram avaliadas internamente seis fontes de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) que são eles: água, resíduos sólidos recicláveis (papel e copos descartáveis) e não recicláveis (lixo comum), gás de cozinha, energia e combustíveis. Quanto ao questionário eletrônico foi disponibilizado no site da UFS nas plataformas SIGAA (Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas), SIGRH (Sistema Integrado de Gestão de Recursos Humanos) e SIPAC (Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos) para livre acesso de toda comunidade acadêmica, por um período de 15 dias.

No questionário avaliou-se as formas de transporte, o tipo de combustível utilizado, a quilometragem media percorrida incluindo a frequência de viagens e o número de passageiros (ANEXO).

3.3. Análise e interpretação dos dados

Após obtidos os dados necessários foi realizada a análise quantitativa dos dados de emissões e sequestro de carbono.

Para o cálculo da estocagem de carbono nos povoamentos florestais utilizou-se como referência básica o quarto capítulo do Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) indicado como guia para inventários nacionais de gases do efeito estufa pelo IPCC (IPCC, 2006). Utilizou-se também nos cálculos indicadores sugeridos na dissertação de Boina (2008), que trata da quantificação dos estoques de biomassa e de carbono em diferentes tipologias florestal, sendo então selecionado o fator de conversão de estoque de carbono igual a 3,67, que foi obtido pela razão entre a massa molecular do dióxido (CO₂), igual a 44 e a massa atômica do carbono (C) igual a 12 (BROWN et al., 1986; HOEN; SOLBERG, 1994; ORTIZ, 1997; RAMÍREZ et al., 1997).

A quantificação do sequestro de carbono pela vegetação na UFS foi obtido de avaliações das áreas com vegetação nativa no interior do Campus da UFS em São Cristóvão, baseado nos dados dos trabalhos desenvolvidos por Santos (2006), Junior (2009) e Plácido (2009) de fitossociologia e de Boina (2008) citado acima.

3.4. Ferramenta de cálculo

A ferramenta utilizada para cálculo das emissões do inventário de GEE foi a do Programa Brasileiro GHG Protocolo (GHG, 2017), que é uma ferramenta utilizada para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEE que foi originalmente desenvolvida nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI) e é hoje o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE. É também compatível com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

Dentre as características dessa ferramenta destacam-se o fato dela oferecer uma estrutura para contabilização de GEE, seu caráter modular e flexível, a neutralidade em termos de políticas ou programas e ainda o fato de ser baseada em um amplo processo de consulta pública (GHG, 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento de campo avaliou-se as fontes de emissão de CO₂ internas, ou seja, a contribuição direta da UFS nas emissões de Gases de Efeito Estufa, incluindo consumo de energia, gás de cozinha, água, geração de resíduos efluentes líquidos e consumo de combustíveis fósseis, incluindo passagens aéreas.

Avaliou-se também as fontes de emissão de CO₂ pela comunidade acadêmica, durante deslocamento para o Campus da UFS em São Cristóvão, considerando os diferentes tipos de transportes utilizados, sendo considerados como contribuições indiretas.

4.1. Contribuições diretas da UFS

4.1.1. Gás de cozinha e Energia

O gás liquefeito de petróleo (GLP) conhecido como gás de cozinha consumido anualmente na UFS. Consultou-se o gasto de energia elétrica do Campus durante o período de um ano, bem como o preço pago por kWh. A partir desses dados, pode-se estimar a quantidade anual de kWh utilizados, somando o valor pago em energia elétrica em cada mês e dividindo esse total pelo preço pago por kWh (Tabela 1)

Tabela 1 Consumo de Energia Elétrica e Gás Liquefeito de Petróleo, no Campus Universitário da UFS em São Cristóvão, 2016.

Energia	kWh consumidos/ano	Fator CO₂	Emissão tCO_{2e}./ano
Energia elétrica	11.503.533	0,0000959	1.103,19
GLP	kg consumidos/ano	Fator CO₂	Emissão tCO_{2e}./ano
Gás de cozinha	24.072,00	0,002932	70,58
			Total:1.173,19

Fonte: Relatórios de Gestão da UFS, 2015.

O GLP é um derivado de petróleo imprescindível para a vida moderna. Porém, durante a queima para o fornecimento de calor, há a produção de Gases de Efeito Estufa. Para os cálculos foi necessário obter a quantidade de botijões consumidos por mês, além

do peso do botijão utilizado, esses dados foram coletados no Restaurante Universitário da Universidade. No total, as emissões provenientes do consumo de energia (1.103,10 tCO_{2e}./ano) e gás de cozinha (70,58 tCO_{2e}./ano) contribuíram com 1.173,19 tCO_{2e}./ano (Tabela 1).

Os dados evidenciam que o consumo de energia é nessa matriz, o principal responsável pela emissão de gases de efeito estufa pela UFS. Assim, as ações para a redução das emissões de gases de efeito estufa passa, além de políticas de sequestro de carbono, por uma necessária revisão do paradigma energético, pois aproximadamente 70% das emissões antrópicas de gases do efeito estufa são provenientes do setor energético (SOUZA e AZEVEDO, 2006). Em termos mundiais, o setor elétrico responde por 38% do consumo primário de energia que é atendida predominante a partir de insumos fósseis que correspondem aproximadamente 70% da matriz elétrica mundial (IEA, 2010a; 2011), diferentemente do que acontece no Brasil em que a matriz principal de energia advém das hidrelétricas.

4.1.2. Efluentes líquidos

Para o cálculo das emissões oriundas desta fonte, verificou-se a quantidade mediante medição direta ou estimativa do efluente gerado. Na quantificação dos efluente líquido gerado por ano no Campus, levou-se em consideração o volume de água tratada na UFS, pela Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Assim, estimou-se um consumo de 12.707 L, por ano, que corresponde a 0,04 tCO_{2e}./ano (Tabela 2), valor considerado irrisório, em comparação com as demais fontes de emissão avaliadas.

Tabela 2. Efluentes líquidos gerados, decorrentes das diferentes atividades no Campus da UFS em São Cristóvão 2016.

Água	m ³ consumidos/ano	Fator CO ₂	Emissão tCO _{2e} ./ano
Água	12.707	0,00000348	0,04
			Total: 0,04

Fonte: Relatórios de Gestão da UFS, 2015.

4.1.3. Resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis e veículos da UFS

Resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis gerados em função das atividades provenientes do Campus também fizeram parte do inventário das emissões. Quando o lixo é separado e encontramos materiais que podem ser reutilizados, temos o resíduo sólido. Na análise classificou-se os resíduos de acordo com sua origem: Restaurante Universitário (RU), consumo de papel e copos descartáveis do Campus (Tabela 3).

As fontes de resíduos reciclados, não reciclados e combustíveis, foram as que mais contribuíram significativamente nas emissões de CO₂, representando 7.329,0 tCO₂e./ano, muito superior aos resíduos sólidos recicláveis com 400 tCO₂e./ano (Tabela 3).

Tabela 3 Resíduos sólidos provenientes das atividades do Campus da UFS em São Cristóvão, 2016.

Resíduos sólidos	kg coletados/ano	Fator CO₂	Emissão tCO₂e./ano
Resíduos sólidos não recicláveis	2.776.320	0,00264	7.329,00
Resíduos sólidos recicláveis	436.000	0,000917	400,00
Total:			7.729,30

Fonte: Relatórios de Gestão da UFS, 2015.

O cálculo das emissões geradas a partir da combustão móvel, ou seja, pelo consumo de combustível usados por todos os veículos oficiais do Campus da UFS utilizados nas viagens a campo e administrativas, registradas na Divisão de Transportes da UFS correspondeu a 288,00 tCO₂e./ano (Tabela 4). Avaliou-se também a emissão de passagens aéreas para as viagens realizadas pelos administradores e docentes, que correspondeu a 1.998,8 tCO₂e./ano, muito superior ao emitido pela frota de veículos da UFS (Tabela 4).

Tabela 4 Emissões de Gases de Efeito estufa pelos veículos da Universidade Federal de Sergipe, no Campus de São Cristóvão.

Veículos da UFS	Litros ou m³/ano	Fator CO₂	Emissão tCO₂e./ano
Gasolina	34.962	0,00228	79,71
Diesel	78.012	0,00267	208,29
Viagens Aéreas	Litros ou m³/ano	Fator CO₂	Emissão tCO₂e./ano
Viagens aéreas	869.042	0,0023	1.998,80
Total			2.286,81

Fonte: Relatórios de Gestão da UFS, 2015.

4.2. Contribuições indiretas da UFS

No questionário aplicado eletronicamente pelo site da UFS avaliou-se as fontes de emissões de CO₂ de terceiros, que abrangeu, o total de 4.021 pessoas entre Docentes, Técnicos e Discente.

4.2.1. Descrição do perfil dos entrevistados

A análise constituiu-se de 47% dos entrevistados do gênero feminino, e 53% do gênero masculino. Com relação ao vínculo dos entrevistados 93,73% são discente, 5,40% docente e 0,87% técnico (Tabela 2)

Tabela 5 Número de entrevistados de acordo com o vínculo na Universidade Federal de Sergipe, São Critovão, 2016

Vínculo	Total Geral	Responderam	Frequência (%)
Discente	28.513	3.769	13,22
Docente	1.581	217	13,73
Técnico	1.483	35	2,36
TOTAL	31.577	4.021	12,73

Fonte: o autor

O sistema eletrônico por onde o questionário foi aplicado possibilitou sua expansão abrangendo todos os centros acadêmicos da Universidade, dentre eles o Centro de Ciências Exatas e Tecnologia apresentou a maior frequência de entrevistados sendo 35% do total de entrevistados, seguido pelo Centro de Educação e Ciências Humanas com 24%, a menor porcentagem foi 1% pelo centro administrativo da UFS (Figura 1).

Quanto aos meios de transportes utilizados pela comunidade acadêmica 241 pessoas entrevistadas vêm para a UFS a pé, 1.266 de automóvel, 67 de bicicleta, 267 de motocicletas, 2.087 de ônibus e 93 de Van. Assim, 52% dos entrevistados utilizam transporte público 38% carro ou moto, 2% van e 8% utilizam a bicicleta ou vão caminhando (Figura 2).

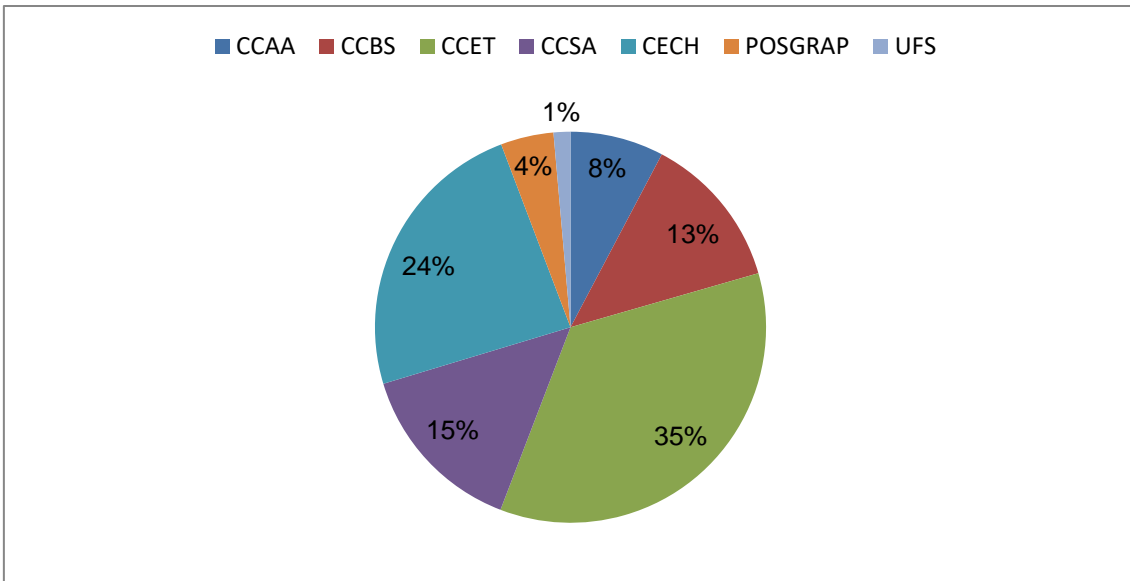


Figura 1 Frequência de entrevistados por centro, da Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão, 2016

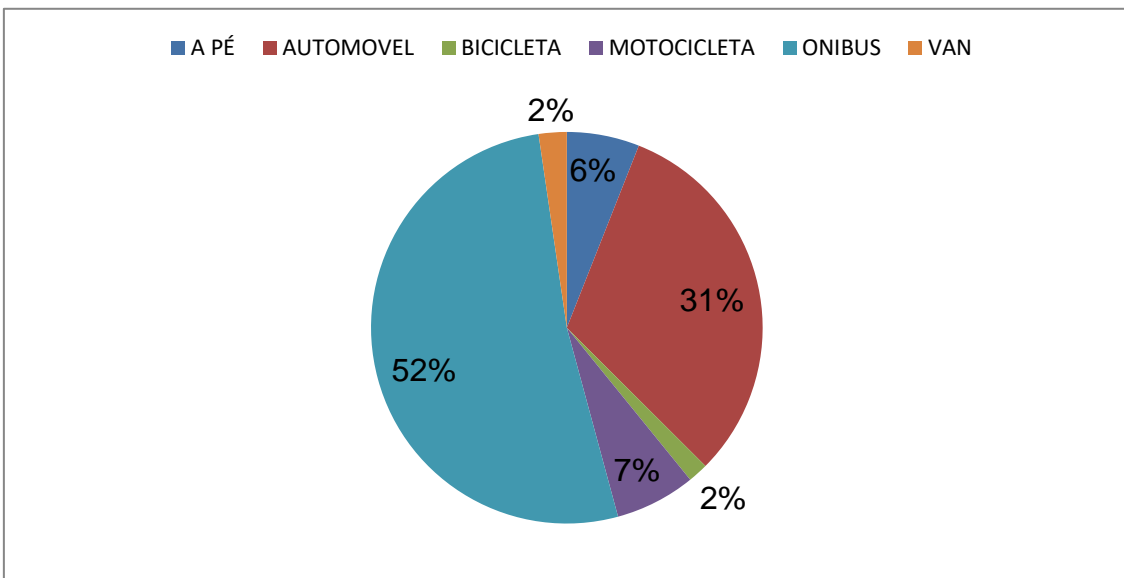


Figura 2 Porcentagem da distribuição dos meios de transportes, no Campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016

O setor de transporte é responsável por cerca de 20% das emissões globais de CO₂, que é um dos gases que mais contribuem para o efeito estufa, sem considerar a emissão de outros gases de efeitos deletérios ao meio ambiente. No Brasil, segundo os dados do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o setor de transporte responde por cerca de 9% das emissões totais de CO₂, já as queimadas respondem por mais de 70% delas (CNT, 2009). Levando em consideração apenas o transporte rodoviário no Brasil, os sistemas de

ônibus, respondem por mais de 60% dos deslocamentos urbanos e mais de 95% dos deslocamentos intermunicipais, são responsáveis por apenas 7% das emissões totais de CO₂.

Os automóveis e veículos comerciais leves, com menos de 30% de participação no total de viagens realizadas contribuem com metade das emissões desses poluentes. No transporte de passageiros por exemplo, um ônibus que transporta 70 pessoas equivale a 50 automóveis nas ruas, deslocando-se com uma ocupação média de 1,5 pessoas por veículo, o que gera um volume de poluição por passageiro transportado muito menor no caso do transporte coletivo. Esses dados revelam que o sucesso das políticas ambientais voltadas para o transporte deve passar por medidas que estimulem a substituição do transporte individual pelo coletivo (CARVALHO, 2011).

Quanto aos tipos de combustíveis usados, 54,4% dos veículos utilizam óleo diesel, seguido de 36,7% gasolina, 0,8% gás natural veicular (GNV), 0,4% álcool e 7,7% corresponde aos entrevistados que vão a pé ou utilizam a bicicleta (Figura 3).

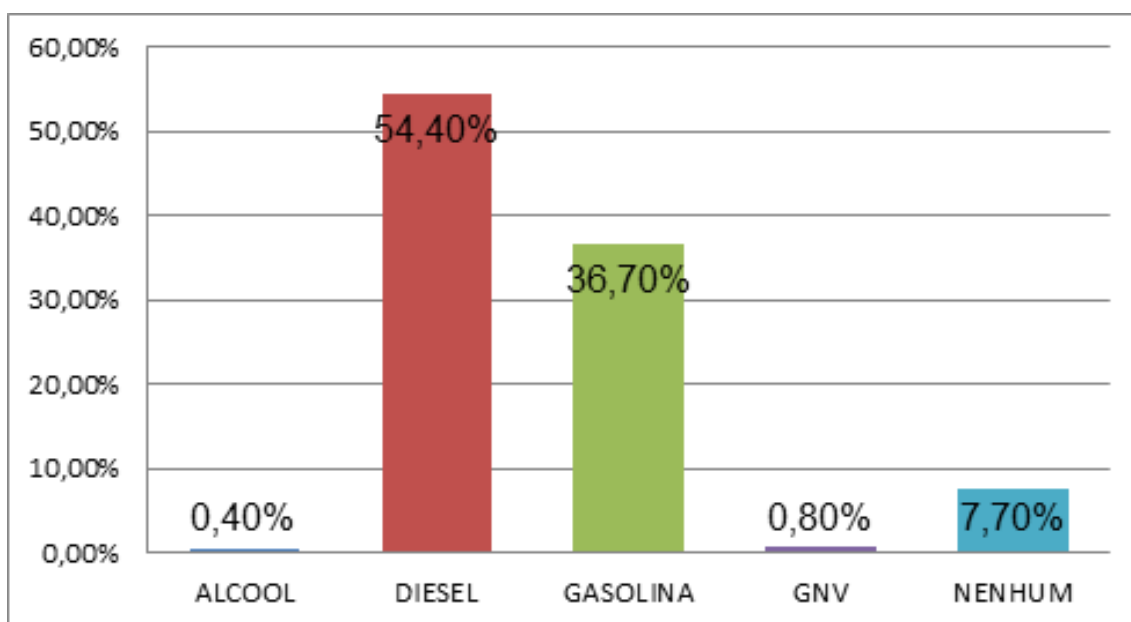


Figura 3. Diferentes tipos de combustíveis em função do transporte utilizado pela comunidade acadêmica para ir à UFS, no Campus de São Cristóvão, 2016.

O atual cenário energético brasileiro concentra-se ainda na ampla utilização de fontes não renováveis para suprir a grande demanda energética. A velocidade com que essas fontes são consumidas não permite sua renovação, o que se presume que estas se esgotem em um prazo relativamente curto. Este fator está agregado a grande poluição ambiental causada pelos combustíveis fósseis, uma vez que a combustão proveniente deste tipo de combustível acarreta uma quantidade significativa de gases de efeito estufa, sendo os principais integrantes o dióxido de carbono (CO₂) e o dióxido de enxofre (SO₂) (POMPELLI et al., 2011).

No balanço energético nacional, é demonstrado o consumo final de energias no panorama mundial, o qual evidencia que a maior fonte de energia utilizada atualmente são as energias fósseis, onde o petróleo é o combustível mais utilizado, com cerca de 41,2% do total. As energias renováveis estão na terceira posição de utilização de energia, correspondendo a 12,7% do total, na utilização do petróleo que é de cerca de 41,2%, a maior parte deste petróleo, ou seja, cerca de 45,4% é dedicada ao transporte e 19,9% ao uso da indústria (EPE, 2013).

Um dos principais contribuintes para as emissões de poluentes são os motores ciclo diesel, tais como material particulado, óxidos de nitrogênio e óxidos de enxofre que são responsáveis pela chuva ácida e contaminação fotoquímica (HE et al., 2003; LEE et al., 2002).

A queima sem controle de combustíveis de origem fóssil com a finalidade de produzir energia acarreta a emissão de gases poluentes, que degradam o meio ambiente e impulsionam a contaminação do ar, intensificando ainda mais o efeito estufa, o qual gera o aquecimento global (MELLO, 2007).

O número de vezes em que os entrevistados vão para Universidade, durante a semana foi de 2.370 de quatro a seis vezes, 713 não responderam, 514 de duas a quatro vezes, 172 de seis a oito vezes, 121 de dez a doze vezes, 36 doze ou mais vezes, 42 de oito a dez, vezes e 53 entrevistados menos de duas vezes (Figura 4).

Quanto a média de quilômetros percorridos pelos entrevistados de sua residência até ao Campus da Universidade variou em menos de 76 a até 460km (Figura 5).

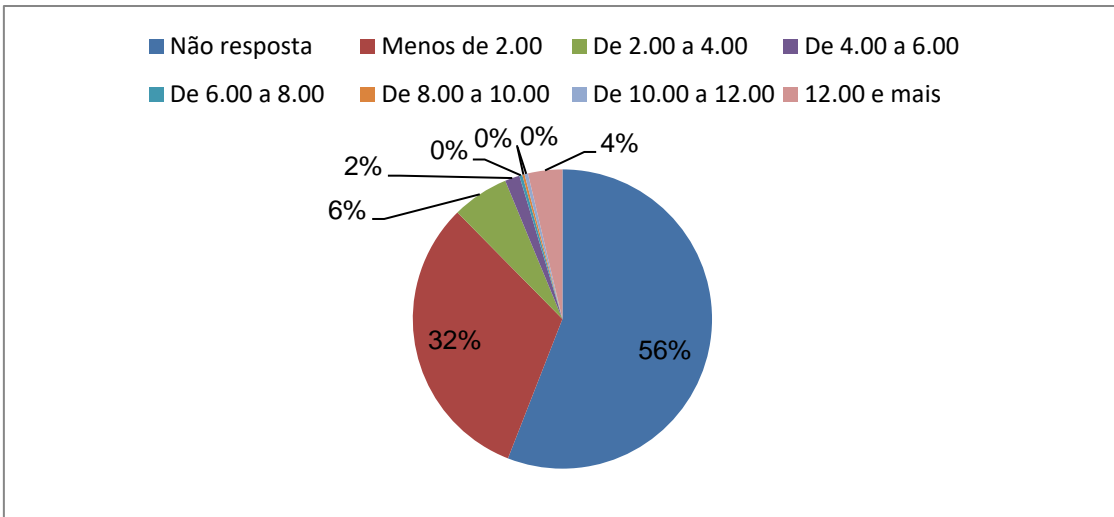


Figura 3. Número de vezes em que os entrevistados frequentam a UFS, durante a semana, no Campus de São Cristóvão, 2016.

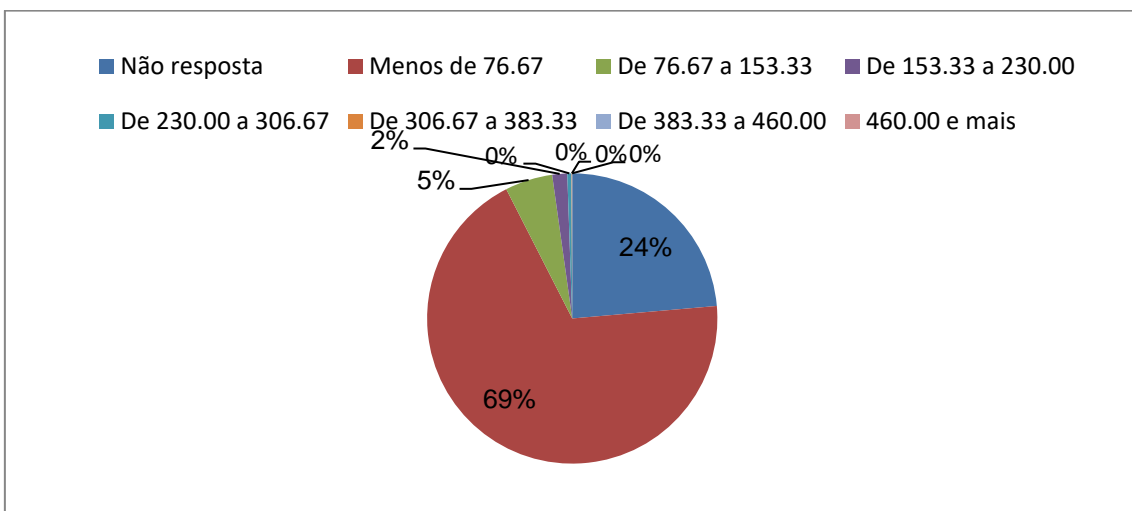


Figura 4. Quantidade Média de quilômetros percorridos por semana pela comunidade acadêmica durante seu deslocamento até a UFS, no Campus de São Cristóvão, 2016.

4.2.2. Quantificação das emissões dos veículos de terceiros

As emissões em toneladas de carbono equivalente foram calculadas a partir da multiplicação das emissões dos diferentes gases pelo potencial de aquecimento global específico.

Veículos de terceiros (alunos, professores e funcionários) os dados foram obtidos através do questionário aplicado eletronicamente. Os cálculos foram realizados com base

na quantidade de combustível consumido e distância percorrida usando os fatores de emissão de cada tipo de combustível utilizado (Tabela 6)

Tabela 6 Emissões de tCO₂e de combustível considerando o consumo anual, São Cristóvão, 2016.

Veículos de Terceiros	Litros ou m³/ano	Fator CO₂	Emissão tCO₂e./ano
Gasolina	2.740.755,31	0,00228	6.248,92
Álcool	53.127,51	0,00056	29,75
Diesel	852.718,62	0,00267	2.276,76
Gás natural veicular	47.260,60	0,00199	94,47
			Total: 8.649,91

Fonte: O autor.

Nota-se que o combustível que mais emite gás carbônico é a gasolina, tanto nos veículos do Campus quanto em veículos de terceiros. Analisando somente as emissões de CO₂, percebe-se que, dentre os combustíveis à base de álcool e o Gás natural veicular tiveram pouca participação na emissão do dióxido de carbono, apesar do álcool e o gás natural veicular serem menos poluentes considerando os outros combustíveis citados, nesse trabalho esse resultado é explicado pelos poucos veículos que fazem uso desses tipos de combustíveis, tanto na frota de veículos da UFS quanto na de terceiros.

4.2.3. Quantificação do Sequestro de carbono

Além do inventário das fontes de emissão de gases de efeito estufa, quantificou-se o sequestro de CO₂ em diferentes áreas da UFS compreendida por remanescentes de vegetação nativa e áreas arborizadas totalizando 2.748,69 tCO₂e./ano (Tabela 7).

Tabela 7 Caracterização das áreas consideradas no cálculo de compensação de Carbono no Campus da Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão, 2016

Setorização	Tipo de vegetação	Área (ha)	Sequestro tCO₂e./ano
Rio Poxim	Várzea	32,500	119,27
Matinha alagada	Floresta de galeria	14,000	51,38
Área verde	Arborização do Campus	28,000	102,76
Fazendinha	Mata Atlântica secundária	23,750	87,16
Campus Rural	Floresta ripária secundária	105,828	388,38
Total			2.748,69

Fontes: DOFIS – Departamento de Obras e Fiscalização; Fator de conversão 3,67 (Boina, 2008)

4.3. Balanço de carbono

Considerando as contribuições diretas observa-se um déficit no balanço de carbono considerável, ou seja, a UFS internamente, emite 11.189,34 tCO₂e./ano e sequestra considerando as áreas verdes apenas 2.748,69tCO₂e./ano (Tabela 8). Quando a esses dados são adicionadas as contribuições indiretas (deslocamentos da comunidade acadêmica de suas residências até o Campus), esse déficit torna-se ainda mais relevante, aumentado para 17.090,56 tCO₂e./ano (Tabela 8).

Tabela 8. Balanço de Carbono na UFS, Campus de São Cristóvão, considerando as emissões e sequestro anual.

Contribuições	Emissão tCO₂e./ano	Sequestro tCO₂e./ano	Balanço tCO₂e./ano
Diretas	11.189,34	2.748,69	- 8.440,65
Indiretas	8.649,91	0,00	- 8.649,91
Total	19.839,25	2.748,69	- 17.090,56

Fonte: O Autor.

4.4. Sugestões para Neutralização do Carbono

Uma das opções para compensar e neutralizar as emissões de dióxido de Carbono é o plantio de árvores. Com o plantio pode-se aumentar a capacidade de sequestro de carbono, medida que já está sendo colocada em prática, com a substituição de árvores decadentes e a implantação de novas áreas verdes no Campus em São Cristóvão. Porém essa medida sozinha não solucionará todos os problemas sociais e ambientais promovidos pelo total de CO₂ emitidos direta e indiretamente pela UFS.

Outras medidas podem também serem incrementadas, dentre elas aquelas relacionadas ao consumo de combustíveis pela frota de veículos da UFS, juntamente com as passagens aéreas, um dos maiores contribuintes para a emissão de CO₂ identificados nesse estudo. Dentre essas medidas, deve-se considerar a renovação constante da frota, bem como sua manutenção mecânica; utilizar preferencialmente veículos que venham a consumir combustíveis como o álcool, que emite menor quantidade de carbono por

quilometro rodado. Entretanto, as emissões relacionadas a viagens áreas são as mais significativas, porém, as soluções para amenizar essas emissões são muito mais complexas e difíceis de serem implementadas. Uma das alternativas seria a utilização de empresas que já adotam políticas de compensação de emissões em suas aeronaves.

A geração e descarte de resíduos foi também um dos maiores contribuintes para a emissão de Gases de Efeito Estufa pela UFS. Assim, ações voltadas para os programas não somente de reciclagem mas também de implantação efetiva de programas como o 5R's (repensar, reduzir, reaproveitar, reciclar e recusar consumir) certamente contribuirão para a redução nas emissões.

Por outro lado, as emissões indiretas tem como principal emissor o transporte de pessoas para as suas atividades no Campus da UFS, sendo constatado que a maioria dos veículos vêm com apenas um passageiro. Assim, campanhas e aplicativos que favoreçam o aumento de passageiros por veículos, como a “carona amiga” em desenvolvimento junto com o Departamento de Ciências da Computação pode contribuir para diminuir as emissões indiretas. Outras medidas como o incentivo ao uso de bicicletas também podem ser importantes instrumentos de redução das emissões indiretas.

Além disso, a adoção de tecnologias sustentáveis, nos aspectos de consumo de água e energia, incluído a geração de resíduos, podem também contribuir para a redução das emissões diretas diminuindo o déficit existente.

Todas essas medidas devem vir acompanhadas de campanhas educativas, promovendo não somente a redução e, ou compensação das emissões atuais mas, principalmente a mudança de comportamento da comunidade acadêmica quanto aos aspectos de preservação ambiental.

5. CONCLUSÕES

O Balanço de Carbono na UFS, no Campus de São Cristóvão é negativo em 17.090,56 tCO₂e./ano, indicando que a UFS contribui para o aumento dos Gases de Efeito Estufa no ambiente.

Dentre as fontes de emissões, o consumo de combustível é o maior responsável, tanto das emissões diretas quanto das emissões indiretas. Nas emissões diretas, o principal meio de transporte que contribui para as emissões é as viagens aéreas. Assim, medidas que venham a reduzir as emissões relacionadas aos combustíveis serão de grande impacto no balanço de carbono.

Além dos combustíveis, a geração e descarte de resíduos sólidos foi considerado como dos maiores contribuintes para as emissões. Programas efetivos de 5R's devem ser implementados e considerados como importantes na redução das emissões CO₂.

6. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. B. B. E. **Mudanças Climáticas: Percepção Do Produtor, Balanço De Carbono Em Propriedades Rurais e Neutralização De Evento Da Universidade Federal De Viçosa.** Viçosa, 138f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 2014.

BESSA, V. M. T. **Contribuição à metodologia de avaliação das emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida das fachadas de edifícios de escritórios.** Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil e Urbana). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

BOINA, A. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em Floresta Estacional Semidecidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais.** 2008. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

BRASIL, G. H.; SOUZA JR., P. A.; CARVALHO JR., J. A. Inventários corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos. **Sistemas & Gestão**, v. 3, n. 1, p. 15-26, 2008.

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. **Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm>. Acesso em: 2 Out. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 2 Out. 2016

BRIANEZI, D. **Potencial de estocagem e de compensação de carbono da arborização do campus-sede da Universidade Federal de Viçosa.** Viçosa, 158f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 2012.

BROWN, S.; LUGO, A.; CHAPMAN, J. Biomass of tropical tree plantations and its implications for the global carbon budget. **Canadian Journal of Forestry Research**, v.16, p.390-394, 1986.

BUCKERIDGE, M. S. Sequestro de carbono, cana-de-açúcar e o efeito Cinderela. **Revista com Ciência**. Disponível no site: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=23&id=258>. Acesso março 2016

CARVALHO, C.H.R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Brasília. DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Oficina nacional: transporte e mudança climática**. Brasília, 2009.

CORDEIRO, L. A. M.; ASSAD, E. D.; FRANCHINI, J. C.; SÁ, J. C. DE M.; LANDERS, J. N.; AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, R. DE A. R.; ROLOFF, G.; BLEY JÚNIOR, C.; ALMEIDA, H. G.; MOZZER, G. B.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; EVANGELISTA, B. A.; PELLEGRINO, G. Q.; MENDES, T. DE A.; AMARAL, D. D.; RAMOS, E.; MELLO, I.; RALISCH, R. **O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**. Brasília. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2012.

ELÉAGE, J. **L'environnement au vingtieme siecle**. DEA Environnement: temps, espaces, sociétés. Mimeo. Orleães: Dep. Geographie, Université d'Orleans, 2000.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Anevaluationof directseeding for reforestationof degradedlands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecologyand Management**, v. 152, p. 169-181, 2001.

EPE. BEN - Balanço Energético Nacional. 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf> Acesso em: 27 de março de 2017.

FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. **Práticas de Gestão para redução da Emissão de Gases do Efeito Estufa e remoção de Carbono na Agricultura, Pecuária e Engenharia Florestal Brasileira**. Disponível no site: http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_AgropecFlorestal.pdf. Acesso em março 2016

FEARNSIDE, P. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 3, p. 395-400. 2006.

FIORENTIN, L. D. et al. Quantificação e modelagem da biomassa e carbono da regeneração natural em área de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.33, n.2, p.251-267, abr./jun. 2015.

FORSTER, H. W.; MELO, A. C. G. de. Biomassa aérea e de raízes em árvores de reflorestamentos heterogêneos no Vale do Paranapanema, SP. **IF Série Registros**, n. 31, p. 153-157, 2007.

GHG PROTOCOL-Programa Brasileiro GHG Protocol. **Ferramenta de cálculo**. Disponível no site:<<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>> Acesso em:25 de agosto de 2017.

HE, B, Q; SHUAI, S.; WANG, J.; HE, H. The effect of ethanol blended diesel fuels on emissions from a diesel engine. *Atmospheric Environment*, v. 37, p. 4965-4971, 2003.

HOEN, H.; SOLBERG, B. Potencial and economic efficiency of carbon sequestration in Forest biomass through silvicultural management. **Forest Science**, v.40, n.3, p.429-451, 1994

HOUGHTON, R. A. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. **Global Change Biology**, v. 11, 945–958, 2005a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS - **Sequestro de carbono**. Disponível em: <http://www.ibflorestas.org.br/blog/sequestro-de-carbono/>. Acessado em 20 de março 2016a

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS-**Compensação de CO2 com plantio de florestas**. Disponível em: <http://www.ibflorestas.org.br/blog/compensação-de-co2-com-plantio-de-florestas/> Acessado em 20 de março 2016b.

INSTITUTO CARBONO BRASIL - **Mercado de carbono**. Informações atualizadas em julho de 2013. Disponível em: <http://www.institutocarbonobrasil.org.br>. Acessado em 29 de março 2016a.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Geneva, Switzerland. 126 p,2013.

JUNIOR, A.P.P. **Florística e Fitossociologia da vegetação arbórea do campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-Sergipe**. São Cristóvão, 39f.Trabalho

de monografia (Graduação em Engenharia Florestal) -Universidade Federal de Sergipe,2009.

LASLETT, P. **Environment ethics and the obsolescence of existing political institutions.** In:GLESSON, B.; LOW, N. (Org.). Governing for the environment. Global problems,ethics and democracy. New York: Palgrave Publisher Ltd, 2001.

LEE, S.; TANAKA, D.; KUSAKA, J.; DAISHO, Y. **Effects of diesel fuel characteristics on spray and combustion in a diesel engine.** JSAE Review, v. 23, p. 407-414, 2002

LOPES, A. P. **Estoque e incremento de carbono em florestas nativas do Brasil: Base para elaboração de projetos de compensação de emissões de gases de efeito estufa.** Viçosa, 71f. Trabalho de monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal – Parte 2.** Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança no Clima. 154p,2010.

MELLO, L. F. HOGAN, D. J. **Dinâmica Populacional e Mudança Ambiental: Cenários para o Desenvolvimento Brasileiro.** População, Consumo e Meio Ambiente. Campinas: NEPO – UNICAMP, p. 59-72, 2007.

MELO, A. S.; AGUIAR NETO, A. O.; DANTAS NETO, J.; BRITO,M. E. B.; VIEGAS, P. R. A.; MAGALHÃES, L. T. G.; FERNADES, P. D. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciências Rurais**, v.36, n. 1, p. 93-98, 2006.

NICOLETTI, M. F. et al. Exatidão de dendrômetros ópticos para determinação do volume de árvores em pé. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.2. p.395-404. abr./jun. 2015.

ORTIZ, R. **Costa Rican secondary Forest: an economic option for joint implementation initiatives to reduce atmospheric CO₂.** Draft paper presented for inclusion in the Beijer Seminar in Punta Leona. Costa Rica: 19p,1997.

PEREIRA, P. S.; BRITO, A, M. **Controle Ambiental**. Ceará: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 110p, 2012.

PLACIDO, R.D. **Da jardinagem ao paisagismo: Proposta de intervenção paisagística na Universidade Federal de Sergipe –São Cristóvão/SE**. São Cristóvão,70f, Trabalho de monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal de Sergipe, 2009.

POMPELLI, M. F.; OROZCO, A. J. J. ; OLIVEIRA, M. T.; RODRIGUES, B. R. M.; BARBOSA, M. O. ; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, A. F. M.; CORTEZ, J. S. A. Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis. **Revista Agronomia Colombiana**, p. 231-240, 2011.

RAMÍREZ, O.; GÓMEZ, M.; SHULTZ, S. **Valuing the contribution of plantation forestry to the national accounts of Costa Rica from the ecological economics perspective**. Costa Rica: Beijer Research Seminar, 28p,1997.

RAMOS, A. REDD: financiamento para florestas ou financeirização climática? In: REDE BRASIL. **Contra Corrente – para quem desafia o pensamento único**. n.3, p.19-20, 2011

RIBEIRO, S. C. **Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando a geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária**. 2007, 139f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SALATI, E. Emissão x sequestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, p. 15-37, 1994.

SANQUETTA, C. R. et al. Estimativa de carbono individual para *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.1, p.1-8, jan./mar. 2014b.

SANTOS, S.I.T. **Composição florística e estrutura horizontal de um fragmento de vegetação ciliar no Rio Poxim-açu, São Cristóvão-Sergipe**. São Cristóvão, 42f.Trabalho de monografia (Graduação em Engenharia Florestal) -Universidade Federal de Sergipe,2006.

SCHIKOWISKI, A. B. et al. Modelagem do crescimento e de biomassa individual de Pinus. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.75, p.269-278, jul./set. 2013.

SEVÁ, O. **Monotonia conveniente: a ideologia aquecimentista**. In: REDE BRASIL. *Contra Corrente – para quem desafia o pensamento único*. n.3, out.2011.

SILVA, C. M. J.; BOZELLI, L. R.; SANTOS, F. L.; LOPES, F. A. **Impactos Ambientais da Exploração e Produção de Petróleo na Bacia de Campos**, RJ.IN: IV Encontro Nacional da Anppas 4,5 e 6 de junho de 2008 Brasília - DF – Brasil. **Sociedade**, v. 4, n.8, p.49-68, 2001a.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – SEEG. **Emissões por setor: mudanças de uso da terra e agropecuária**. Disponível em: <<http://www.seeg.observatoriodoclima.eco.br>>. Acesso em: 2 Setembro. 2016.

TOMMASINO, H.; FOLADORI, G. (In) certezas sobre la crisis ambiental. **Ambiente e Sociedade**, v. 4, n.8, p.49-68, 2001a.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Kyoto Protocol**. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>. Acesso em: 20 março. 2016a.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **The Mechanisms under the Kyoto Protocol**. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php>. Acesso em: 20 março 2016b.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R.; Estimativa de biomassa e carbono em floresta com Araucaria utilizando imagens do satélite Ikonos. **Revista Ciencia Florestal**, v.19,n.2,p.169-181,abr/jun.2009

YU, M. C. **Sequestro Florestal De Carbono No Brasil - Dimensões Políticas, Socioeconômicas e Ecológicas**. Curitiba,293f.Tese(Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento)-Universidade Federal do Paraná,2004.

ANEXOS

Anexo: Questionário aplicado eletronicamente a Comunidade Acadêmica.

1) Quais as formas de transporte que você utiliza para vir ou voltar da UFS?

Carro Moto Van Ônibus* Bicicleta* A pé*

*Ao selecionar esses meios de transporte, não será necessário prosseguir respondendo o questionário.

2) Qual o tipo de combustível utilizado no veículo?

Gasolina Álcool Gás natural Diesel

3) Quantos km, em média, você percorre nesse trajeto – considerando o trajeto como uma viagem de ida e uma viagem de volta de sua casa/trabalho até o *campus*?

4) Quantas vezes por semana você faz o trajeto acima?

5) Caso venha em transporte particular para a UFS, quantas pessoas que trabalham ou estudam na UFS vêm com você nesse trajeto?
