



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

JOSÉ RUBENS LIMA

**ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE NITROGÊNIO REATIVO NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO**

SÃO CRISTÓVÃO - SE

2017

JOSÉ RUBENS LIMA

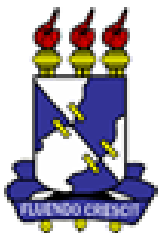
**ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE NITROGÊNIO REATIVO NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal, da Universidade
Federal de Sergipe – UFS, para obtenção do
título de bacharel em Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof^o Dra. Laura Jane Gomes
Co-orientador: Prof^o Dr. Rodrigo Gallotti Lima

SÃO CRISTÓVÃO – SE

Agosto 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

**ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE NITROGÊNIO REATIVO NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO**

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

APROVADA EM: 26 de Setembro DE 2017
ORIENTANDO: José Rubens Lima

Prof^ª. Dra. Laura Jane Gomes

Prof. Dr. Sérgio Luis Martins dos Santos

Prof^º MsC Rodrigo Gallotti Lima

Agradecimentos

Antes de tudo meu grande agradecimento a Deus Uno e Trino e a Maria Santíssima que pelo Dons da Fé e Fortaleza, me concederam a graça de chegar ao final deste objetivo.

À companheira e filhos, que pela sua compreensão e apoio em todos os momentos deste curso, não se furtaram em cooperar por este objetivo.

Aos colegas Marcus Vinícios, Graziela, Augusto e tantos outros que se fizeram presentes nas formações de grupos de estudo e na presteza fornecer as informações solicitadas.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal pelo aprendizado que me foi concedido, meu muito obrigado.

À Professora Laura Gomes, com toda sua boa vontade, em ter aceito ser minha orientadora neste trabalho de conclusão de curso.

Ao amigo e coorientador Rodrigo Lima, que pela sua paciência e bondade, sempre demonstrou boa vontade, em corrigir este trabalho e me nutrir de informações para continuar a luta.

Enfim, agradeço a todos, que direta e indiretamente, me incentivaram a permanecer na luta.

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	05
LISTA DE FIGURAS	07
LISTA DE QUADROS	08
RESUMO	09
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 NITROGÊNIO E SEU BIOGEOCICLO	13
2.2 Nr: CONSEQUÊNCIAS E SOLUÇÕES	16
2.3 UNIVERSIDADE E A GESTÃO AMBIENTAL	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 ÁREA DE ESTUDO: CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO, UFS	23
3.2 COLETA E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES	24
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	28
4.1 ESTIMATIVA DA EMISSÃO REFERENTE AO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	28
4.2 ESTIMATIVA DA EMISSÃO REFERENTE AOS TRANSPORTES TERRESTRES.....	28
4.3 ESTIMATIVA DA EMISSÃO REFERENTE AOS VOOS DEMANDADOS PELO CAMPOS SÃO CRISTÓVÃO	29
5 CONCLUSÃO	32
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Al_2O_3	Óxido de alumínio
Al^{3+}	Íon alumínio
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
atm	Atmosfera
BICEN	Biblioteca Central
CEAV	Centro Editorial e Audiovisual
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CODAP	Colégio de Aplicação
CO_2	Dióxido de carbono
DNA	Ácido desoxirribonucleico
ELAUS	Encontro Latino Americano de Universidades Sustentáveis
g	Grama
ha	Hectare
HNO_3	Ácido nítrico
IES	Instituições de ensino superior
ISO	Organização Internacional para Padronização
kg	Quilograma
km	Quilômetro
kwh	Quilowatt-hora
l	Litro
m^2	Metro quadrado
N	Nitrogênio
N_2	Nitrogênio (forma molecular)
NH_3	Amônia
NH_4	Amônio
NO_2	Óxido de dinitrogênio, Óxido nitroso
NO_3	Óxido nítrico
NO_x	Óxidos de nitrogênio
N_r	Nitrogênio reativo
N_2O	Óxido nitroso

NTI	Núcleo de Tecnologia e Informação
O ₂	Oxigênio
O ₃	Ozônio
PbO	Óxido de chumbo
Pb ²⁺	Íon chumbo
PIB	Produto Interno Bruto
ppm	Partes por milhão
Pura	Programa de Uso Racional da Água
Pure	Programa de Uso Racional da Energia
Ton	Tonelada
RNA	Ácido ribonucleico
RESUN	Restaurante Universitário
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
TNT	Trinitrotolueno
UFS	Universidade Federal de Sergipe
°C	Grau Celsius

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Ciclo do Nitrogênio	15
Figura 02. Foto aérea do Campus São Cristóvão – Universidade Federal de Sergipe.	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Fontes dos dados, métodos e equações para estimativa do N	25
Quadro 02. Fluxos do Campus São Cristóvão da UFS	30

Resumo

O elemento químico Nitrogênio (N) em sua forma molecular (N₂), compõe 78% do ar atmosférico e caracteriza-se por ser inerte e estável. Além do N₂, existem vários compostos de base nitrogenada, a exemplo da amônia (NH₃), amônio (NH₄), nitrato (NO₃), nitrito (NO₂), óxido nitroso (NO) etc. A estes se denominam nitrogênio reativo (N_r), uma vez que com frequência participam de reações químicas. Dentre estas formas, a mais tóxica é a amônia, sendo a principal causa da eutrofização de corpos hídricos. O N_r pode ser gerado nas descargas elétricas, nas chaminés das fábricas, nos escapamentos dos veículos, dentre outros. Ações antrópicas têm alterado o ciclo natural deste elemento e promovendo consequências desastrosas do ponto de vista socioeconômico e ambiental ao elevar significativamente as emissões de N_r para atmosfera. Diante da relevância do referido tema, optou-se por quantificar as emissões de N_r no Campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe (UFS), decorrentes de atividades humanas neste campus, além de propor alternativas para reduzir sua emissão. Concluiu-se que a principal fonte de N_r na UFS é oriunda do transporte aéreo, com 10.354,9 kg N ano⁻¹, seguido da energia com 1.470,45 kg N ano⁻¹. Políticas públicas e campanhas de sensibilização ambiental estão entre as possíveis medidas para amenizar este problema.

Palavras-chave: Indicadores; Poluição ambiental, Ciclo do N, Sustentabilidade nas universidades.

ABSTRACT

The chemical element Nitrogen (N) in its molecular form (N_2), composes 78% of atmospheric air and is characterized by being inert and stable. In addition to N_2 , there are several nitrogen-based compounds, such as ammonia (NH_3), ammonium (NH_4), nitrate (NO_3), nitrite (NO_2), nitrous oxide (NO) etc. These are called reactive nitrogen (N_r) since they have a participatory frequency of chemical reactions. Among these forms, the most toxic is an ammonia, being the main cause of eutrophication of water bodies. The N_r can be generated in electric discharges, in the factory chimneys, in the exhaust of vehicles, among others. Anthropic actions have altered the natural cycle of the element and promoting disastrous consequences from the socioeconomic and environmental point of view by raising significantly as N_r emissions to atmosphere. Considering the relevance of this topic, it was decided to quantify as N_r emissions in the São Cristóvão Campus of the Federal University of Sergipe (UFS), resulting from human activities in this campus, as well as to propose alternatives to reduce its emission. It was concluded that the main source of N_r in the UFS comes from air transport, with $10,354.9 \text{ kg N a year}^{-1}$, followed by energy with $1,470.45 \text{ kg N year}^{-1}$. Public policies and environmental awareness campaigns are among measures to alleviate this problem.

Keywords: Indicators; Environmental Pollution, N Cycle, Sustainability in Universities.

1. Introdução

Desde a década de 70, diversos foram os eventos ambientais, nos quais os países têm se reunido, para tratar de impactos ambientais que ameaçam o planeta.

O nitrogênio é um elemento essencial à vida, devido ao mesmo compor parte de diversos produtos a exemplo do ácido ribonucleico (RNA), ácido desoxirribonucleico (DNA), proteínas dentre outros. Apesar do nitrogênio ser benéfico e importante em sua configuração molecular, suas formas reativas têm impactado significativamente o meio ambiente. As variações de nitrogênio reativo (N_r), estão distribuídas por todos os compartimentos ambientais (solo, ar e água). O N_r é gerado quando se manipula o N_2 , a exemplo da produção da amônia quando o N_2 é fixado da atmosfera e passa por diversas reações químicas (GARCIA; CARDOSO; SANTOS, 2013). Compostos nitrogenados, a exemplo dos óxidos de nitrogênio (NO_x), são gerados pelas indústrias, combustão dos veículos, no solo, e posteriormente causam diversos impactos ambientais a nível global.

Atualmente, o excesso de N_r é um dos problemas a ser solucionado, pois, pode interferir na capacidade do planeta em sustentar a vida humana nos próximos anos. Para tanto, requer um estudo pormenorizado, pois, há vários fatores entrelaçados como economia, segurança alimentar além de bem-estar social.

O aumento da geração do N_r se deve a diversos motivos, a exemplo da demanda agrícola. A revolução verde causou grande demanda, tanto pela necessidade de uma maior produção de alimentos, como pelo lucro advindo da comercialização dos produtos (CARVALHO; ZABOT, 2012). Devido ao mau uso na agricultura, o N_r , é lixiviado em excesso para o solo, águas subterrâneas e outros mananciais, promovendo eutrofização. Além disso, o N_r também promove impactos ambientais quando o esgotamento sanitário é lançado *in natura* nos mais diversos corpos receptores, como também, causam impactos indesejáveis quando emitidos por chaminés de fábricas e escapamento dos veículos. A nível global, esse excesso de N_r no ambiente provoca consequências ameaçadoras como mudanças climáticas e perda da biodiversidade. Nos mares onde se verifica um excesso de compostos nitrogenados verifica-se grande desenvolvimento de algas o que contribui para a retirada de CO_2 da atmosfera, promovendo acidificação dos oceanos. Já as florestas podem sofrer a ação da deposição atmosférica do nitrogênio. Tal situação pode levar essas matas ao estresse com forte tendência ao declínio uma vez que o excesso de

nitrogênio pode favorecer algumas espécies em detrimento de outras. Vale ressaltar que a biodiversidade depende do equilíbrio de espécies que coexistem na floresta.

Universidades no Brasil e no mundo tem demonstrado uma preocupação com a questão ambiental por apresentarem diversos programas de uso racional relacionado aos recursos naturais: água, energia, uso e ocupação do solo, construções e licitações verdes, pegada de carbono etc. A universidade atrelada a sua missão inerente a pesquisa e ao ensino, tem sua dimensão e impacto tanto no seu espaço como em comunidades do seu entorno. Isso faz delas, instituições especialmente escolhidas para liderar pioneiramente a causa do nitrogênio. Neste sentido, IES por serem diretamente responsáveis pela formação de cidadãos, nos avanços na ciência e no conhecimento e por terem o dever de dar exemplo ao quantificar e controlar seus poluentes gerados por conta de suas diversas atividades administrativas, científicas e de docência, são locais ideais para identificar e quantificar suas fontes de N_r . Dentre as IES que apresentam diversas iniciativas de sustentabilidade, existem duas que direcionaram seus esforços para a questão do ciclo do N. A primeira é o Campus *Twin Cities* da Universidade de Minnesota, que quantificou suas entradas e saídas anuais de N_r e a segunda é a Universidade de Virginia (UVA), que é considerada o primeiro modelo em nível de IES a estimar a sua pegada de nitrogênio tanto a atual como a projetada para 2025. No Brasil não há registros de trabalhos voltados à quantificação de N_r realizados por universidades.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho é estimar emissões de nitrogênio reativo decorrentes dos meios de transporte da comunidade acadêmica para a UFS, bem como do uso da energia dos prédios do Campus São Cristóvão da UFS.

2. Referencial teórico

2.1 – Nitrogênio e seu biogeociclo

O nitrogênio é um elemento químico representado pela letra N na tabela periódica, tem número atômico 7 e número de massa 14. É o quinto elemento mais abundante no Universo compondo 78% do ar atmosférico. Nas condições ambientais (25°C e 1 atm) se encontra no estado gasoso, forma molecular biatômica N₂. Presume-se que tenha sido descoberto por Daniel Rutherford em 1772 ao determinar algumas de suas propriedades. Sua fixação ocorre de modo antrópico, ou seja, resultante da ação humana, ou natural podendo ser biológica ou por descargas elétricas (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013).

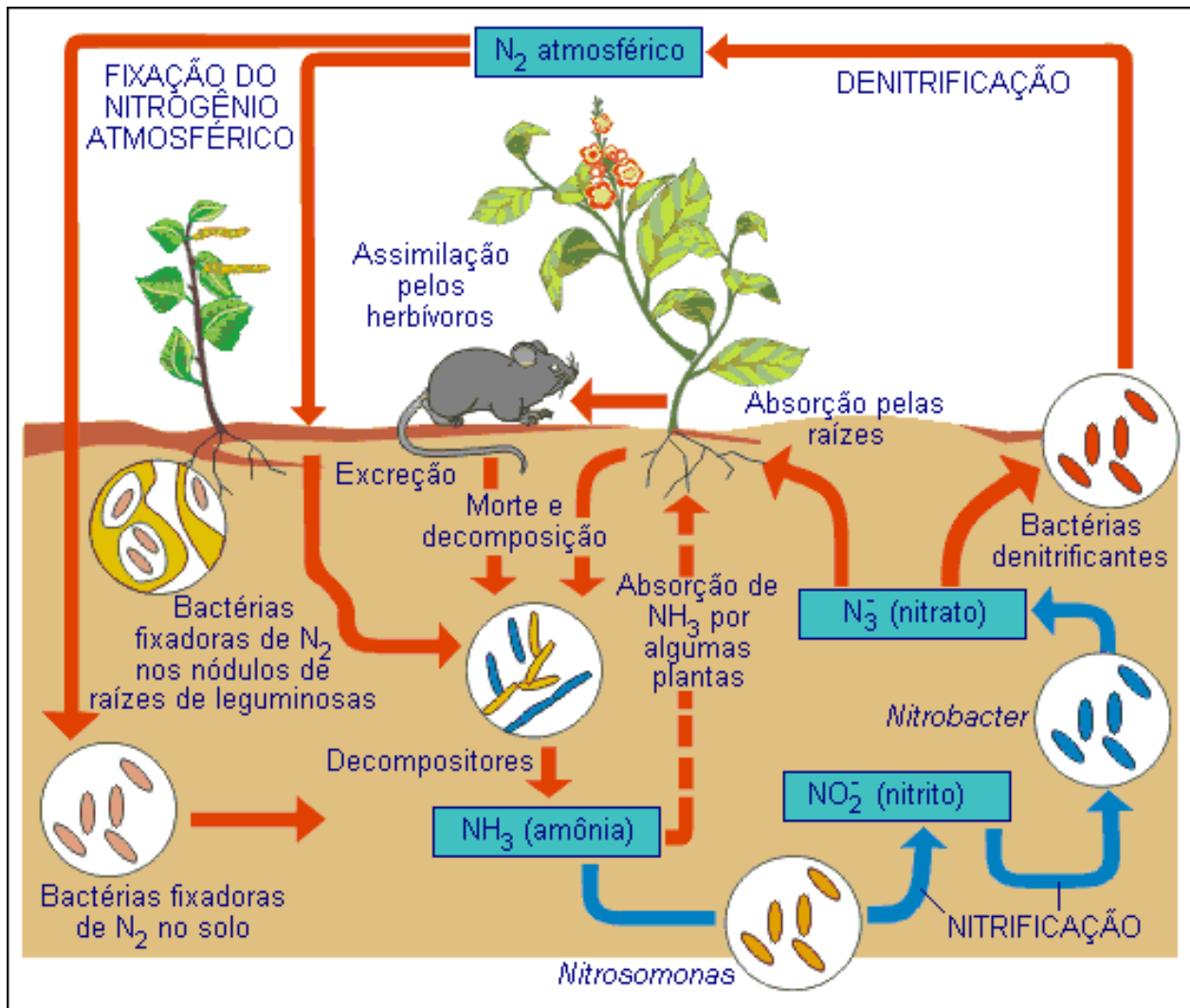
No que se referem às aplicações, pode-se afirmar que o nitrogênio se faz presente em muitos produtos a exemplo da obtenção do gás amoníaco que posteriormente é usado para a fabricação de fertilizantes e ácido nítrico; é usado como atmosfera inertizada em tanques de armazenamento de óleos vegetais e animais devido à baixa reatividade do nitrogênio; também é usado em tanques de líquidos explosivos; durante a fabricação de componentes eletrônicos (transistores, diodos, circuitos integrados, etc) e na fabricação do aço inoxidável. É usado como fator refrigerante, para o congelamento e transporte de alimentos, conservação de corpos e células reprodutivas sexuais ou quaisquer outras amostras biológicas (PIMENTEL, 2012). No tocante aos compostos de base nitrogenada diversos são os usos: do ácido nítrico pode-se obter o nitrato de potássio que é o salitre empregado na fabricação de pólvora e o nitrato de amônio como fertilizante; nitroglicerina e trinitrotolueno (TNT) são usados como explosivos; a hidrazina e seus derivados são usados como combustível em foguetes; na indústria automobilística o nitrogênio é usado para inflar pneus de alto desempenho; o adubo nitrogenado é amplamente utilizado em culturas agrícolas, por isso o N é tido como macro nutriente para a agricultura (LINCK, et al., 2015).

O ciclo do nitrogênio é dinâmico e interage com muitos compartimentos dos ecossistemas naturais. É dominado por grandes reservatórios e pequenos fluxos biológicos. Este importante biogeociclo é constantemente impactado por diversas atividades antrópicas. O nitrogênio é considerado o menor constituinte da crosta terrestre

com uma média de 50 ppm da crosta da Terra. Em rochas ígneas frescas vulcânicas ele não está presente. Já os mecanismos de entrada de nutrientes na floresta são diversos onde pode-se destacar a fixação biológica do nitrogênio e adição de fertilizantes, além da serapilheira que é reservatório de nutrientes e que posteriormente serão absorvidos pelas plantas e depois retornam ao solo. Dentre os ciclos biogeoquímicos, o do nitrogênio (Figura 01) é amplamente estudado, devido o nitrogênio ser um elemento essencial para a vida na Terra. Ele faz parte de todos os aminoácidos do corpo, além de compor as bases nitrogenadas do DNA e RNA. É o componente de maior quantidade no ar que respiramos. Sua estrutura química sofre transformações em cada etapa, servindo de base para outras reações e outros organismos. O Ciclo do Nitrogênio tem relações diretas com o desenvolvimento dos vegetais, a exemplo do N que é fixado por bactérias nas raízes das plantas leguminosas (KERBAUY, 2008; LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013).

Às plantas são necessários diversos elementos para o seu desenvolvimento, dentre eles o carbono e oxigênio sob a forma de dióxido de carbono e água no solo (hidrogênio e oxigênio). Além desses, o nitrogênio que é o elemento mais abundante nas plantas é aquele que mais limita o seu crescimento. O nitrogênio faz parte da estrutura das muitas moléculas orgânicas, como proteínas, clorofilas e ácidos nucleicos. No solo a matéria orgânica é uma fonte importante para o nitrogênio e por isso seu ciclo se encontra muito ligado aos resíduos orgânicos, tanto de origem animal como vegetal (LINCK, et al., 2015).

Figura 01 – Ciclo do Nitrogênio



Fonte: https://www.educabras.com/ensino_medio/materia/biologia/ecologia/aulas/o_ciclo_d_o_nitrogenio

Ainda segundo LINCK, et al., (2015), a fixação física do nitrogênio ocorre através dos raios e descargas elétricas, formando o óxido de nitrogênio, sendo depositado no solo pelas precipitações pluviométricas. A fixação biológica acontece pela ação de bactérias fixadoras presentes em raízes de vegetais. Já a fixação industrial, ocorre pela transformação química do N_2 em fertilizantes nitrogenados tão necessários à agricultura, que se intensificou no pós-guerra, onde o nitrato de amônio, antes usado na fabricação de explosivos, passou a ser utilizado em adubos nitrogenados. Foi um meio que os governos encontraram para suprir uma população faminta nesse período. O nitrogênio contido nos adubos nitrogenados é essencial à produção de alimentos.

No que se refere à fixação biológica, a medida as bactérias fixam N_2 , o transformam em amônia (NH_3). A amônia é utilizada por plantas que possuem bactérias associadas às suas raízes. Sendo estas bactérias de vida livre, a amônia fica no solo e é utilizada por outras bactérias que são as nitrobactérias. Elas são autótrofas e produzem seu alimento pelas reações químicas oxidando a amônia pela transformação em nitrito (NO_2) e posteriormente em nitrato (NO_3). A eutrofização ou eutroficação é um processo de origem geralmente antrópica e raramente de ordem natural, que ocorre pela concentração gradativa de matéria nitrogenada ou fosforada acumulada em ambientes aquáticos. Geralmente causado pelo lançamento indevido de dejetos domésticos; fertilizantes agrícolas ou efluentes industriais nos rios e lagos, onde pode ser observado o excessivo desenvolvimento de algas que por sua vez provocam déficit de oxigênio comprometendo a vida aquática (ALMEIDA, 2005).

Apesar da abundância de N_2 , em sua forma absorvível não é encontrado facilmente no solo. Sua síntese requer um alto custo devido às diversas reações químicas pelas quais tem de passar para obtê-lo. Apesar de nocivo ao meio ambiente, o N_r foi um dos pilares da “Revolução Verde” na agricultura, pois reduziu a fome no mundo durante o século XX. Vale destacar que a amônia, o nitrato e a uréia que são utilizados nos fertilizantes nitrogenados, são solúveis em água. Quando por ocasião da estação chuvosa ou por meio da irrigação, ocorre a lixiviação destes produtos para canais, rios e mares. A quantidade de N_r no ambiente dobrou ao longo do século passado devido ao aumento do uso de fertilizantes. Em 1909 o Químico Francês Fritz Haber desenvolveu um método de transformar o gás N_2 em NH_3 , ingrediente ativo dos fertilizantes sintéticos. Em 2005 já se produzia 200 bilhões de quilos de N_r por ano (PIMENTEL, 2012).

2.2 – N_r : consequências e soluções

As mudanças globais têm causado preocupações à autoridades, cientistas, ambientalistas e, conseqüentemente, ao mundo econômico, social e político. A discussão e o entendimento sobre o tema são amplos, tendo repercussão na mídia mundial. A sociedade não detém total conhecimento sobre os compostos de nitrogênio e seus efeitos negativos para o meio ambiente. O acúmulo de nitrogênio antrópico no ambiente já ultrapassou o montante gerado via processo natural e ainda continua crescendo. A

pesquisa de Rockstrom et al., (2009) caracteriza uma tentativa de estabelecer uma faixa segura onde a humanidade pode operar em processos ambientais básicos, que uma vez tendo seus limites ultrapassados, pode ameaçar a sustentabilidade da Terra. Dentre estes processos, três já ultrapassaram seus limites seguros: as mudanças climáticas, a perda da biodiversidade e o excesso de compostos reativos de nitrogênio no ambiente.

A fixação industrial do nitrogênio é necessária ao mundo civilizado, pois, a falta de nitrogênio reativo para a produção de adubos nitrogenados pode gerar escassez de alimentos. Por isso sua presença é essencial para a revolução verde cuja produção contribui para o aumento do PIB dos países produtores. Por outro lado, a intensa produção do N_r preocupa autoridades e ambientalistas, porque o excesso deste elemento químico pode comprometer o meio ambiente e atingir a saúde da humanidade. É preciso um equilíbrio entre fatores entrelaçados como economia, segurança alimentar e bem-estar social (MARTINELLI, 2007; COELHO et al., 2011).

O NO_x é um poluente importante para poluição do ar, que inclusive ao promover o *SMOG* fotoquímico forma de ozônio troposférico (poluente secundário). Comparando nações consumidoras e produtoras de nitrogênio na forma de fertilizantes nitrogenados, transporte de grãos e comércio de carne e derivados, pode-se verificar quais países estão sendo mais impactados pelo nitrogênio remanescente no ambiente. Os países consumidores de carnes e grãos recebem o nitrogênio já incorporado no alimento final, enquanto que os países produtores agrícolas sofrem com os restos de nitrogênio não utilizado que permanece no ambiente, não sendo contabilizados como prejuízo, ficando os países produtores com esse ônus pago pela população que vive do entorno do agronegócio (ROBERTS *et al.*, 2010).

O nitrogênio presente nos alimentos que é consumido e posteriormente eliminado pelos dejetos dos animais tem como destino final o meio ambiente. O próprio esgoto é rico em compostos nitrogenados, sendo que uma estação de tratamento de esgoto ao tratá-lo, transforma os compostos de nitrogênio em amônio ou nitrato, sendo esses íons lançados diretamente nos corpos de água superficiais. A parte do esgoto não tratada é convertida em amônio ou nitrato por processos naturais biológicos. No Brasil, não existe um processo de tratamento terciário de esgoto que poderia converter o amônio ou nitrato em N_2 , o que impediria a dispersão desses compostos no ambiente. (AQUINO, 2009; GARCIA; CARDOSO; SANTOS, 2013).

Outrossim há a fixação de nitrogênio no ambiente de forma não intencional, através de processos de combustão, resultando na emissão de NO. Na atmosfera o NO reage com o ozônio atmosférico originando o NO₂ e gás oxigênio ($\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$). Na troposfera, ocorrem outras reações de oxidação com o NO₂ formando como produto final o ácido nítrico (HNO₃), que pode retornar ao solo por processo de deposição seca ou úmida e vir a reagir com espécies básicas inertes presentes no solo, como Al₂O₃ ou PbO liberando espécies tóxicas aos vegetais (Al³⁺) ou ao homem (Pb²⁺). O nitrato, produto destas reações, pode ser lixiviado para águas de um rio e favorecer a eutrofização dessas; a ação de bactérias naturais pode transformar o nitrato em óxido nitroso (N₂O), retornando à atmosfera com propriedades de gás estufa. Apesar da crescente utilização de biocombustíveis reduzir a emissão de gases de efeito estufa a base de carbono, não resolve o problema da emissão de N_r no ambiente, inclusive com a liberação do N₂O, dentre outras consequências, como a formação do ozônio troposférico, principal poluente gasoso que afeta a saúde da população (CLARK *et al.*, 2013).

Florestas próximas a grandes centros urbanos recebem grande carga de compostos nitrogenados a ponto de ficarem saturadas deste elemento, resultando na redução da floresta e talvez até seu declínio, pois, irá alterar o equilíbrio entre as espécies, favorecendo umas em detrimento de outras, causando a extinção de espécies menos afeitas ao elemento. O ácido nítrico formado também pode afetar o desenvolvimento de espécies sensíveis à ambientes ácidos, e quando o excesso de nitrogênio reativo alcança águas superficiais, pode induzir a eutrofização, causando a perda da biodiversidade, além de afetar seu uso pela população (ARAÚJO; FERREIRA; CRUZ, 2004).

No Brasil, somente na capital federal, estima-se que circulem no trânsito um milhão de veículos. Semelhantemente, tem-se São Paulo, Rio de Janeiro e outras metrópoles brasileiras. A frota de veículos traz consequências negativas imediatas, para toda a população que convive em suas proximidades. Engenheiros de transportes, urbanistas, antropólogos, sociólogos, engenheiros ambientais, arquitetos e profissionais da saúde, são unânimes ao afirmar os impactos na saúde humana causados pela poluição decorrente da fumaça dos veículos automotores (CLARK *et al.*, 2013).

Segundo o relatório de qualidade do ar do Estado de São Paulo, que foi publicado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), os veículos são

responsáveis por 97% das emissões de monóxido de carbono, 97% de hidrocarbonetos, 96% de óxidos de nitrogênio, 40% de material particulado e 35% de dióxido de enxofre (CALDAS, 2008).

Soluções estão sendo desenvolvidas tendo em vista a redução do impacto do nitrogênio no meio ambiente, a exemplo de pesquisas no sentido de reduzir a formação de N_r na queima de combustíveis fósseis e incentivos para os fazendeiros usarem os fertilizantes de forma mais eficiente, incluindo para isso subsídios que premiem práticas ambientais que reduzam a poluição por nitrogênio (CARVALHO; ZABOT, 2012). No Brasil as pesquisas estão voltadas para a maneira como está sendo utilizado o nitrogênio ao tempo em que se busca fazer um melhor uso nas diversas culturas. Também se procura viabilizar sistemas de manejo com plantas de cobertura ou dejetos de animais como fontes alternativas para não fazer uso de adubos nitrogenados (KAISER, 2006).

Além disso, busca-se o desenvolvimento de novas tecnologias para diminuir o impacto do nitrogênio e técnicas de medição que melhorem o diagnóstico dos problemas que enfrentamos com esse composto. É preciso que exista um apoio maior e continuado das pesquisas de tecnologias que removam ou reduzam a formação de nitrogênio reativo na queima de combustíveis fósseis e incentivos para que os fazendeiros usem os fertilizantes de forma mais eficiente, que podem incluir subsídios que premiem práticas ambientais que reduzam a poluição por nitrogênio, entre outros melhoramentos. Para minimizar esses efeitos é necessário observar a distribuição global das lavouras, sendo as terras utilizadas para a agricultura intensiva acompanhadas por monitoramento e exigências de boas práticas agrícolas evitando excesso no uso de fertilizantes e agrotóxicos, principalmente em países pobres, onde as lavouras são levadas à exaustão (CARVALHO; ZABOT, 2012).

2.3 – Universidades e a Gestão ambiental

Diante da questão ambiental, várias instituições públicas e privadas têm demonstrado preocupação em despertar a consciência ambiental em diferentes camadas da sociedade, a exemplo das Universidades. Entretanto, ainda são poucas as práticas observadas nessas instituições essenciais na formação e sensibilização do cidadão. Elas ensinam a devida teoria, mas, nem sempre praticam o que ensinam (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). Por outro lado, atualmente algumas universidades têm implantado programas de cunho ambiental, tendo em vista o uso mais racional de recursos naturais e a redução dos custos de gestão dessas instituições.

No Brasil a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) que implementou um Sistema de Gestão Ambiental através do Projeto Verde Campus, foi a primeira universidade da América Latina a ser certificada com a ISO 14001. O projeto Verde Campus objetiva a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, assegurando condições para um desenvolvimento socioeconômico, segurança do trabalho e recuperação da qualidade ambiental (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). Neste sentido observa-se que as universidades com seus corpos docentes interdisciplinares, reúnem condições à formação de mão-de-obra qualificada para buscar soluções aos diversos problemas relativos a questão ambiental. É no meio universitário que se deve ter iniciativas e indicações de alternativas, elaborando propostas coerentes para o futuro. São as Instituições de Ensino Superior (IES) que contém agentes especialmente habilitados para liderar a causa ambiental. Além disso, nas IES é que são formados os futuros tomadores de decisão (CARETO; VENDEIRINHO, 2003). Para RUSCHEINSKY et al (2014), as universidades são tidas como um microcosmo para educar e treinar, tanto o corpo discente quanto o corpo docente e servidores, não só dentro da universidade, como também fora dela, agindo como promotores das boas práticas ao meio ambiente.

A atenção com a questão ambiental por parte das instituições de ensino superior tem tomado uma proporção a nível global, uma vez que eventos ambientais que reúnem as mais diversas IES do mundo tem ocorrido, a exemplo da Conferência *Environmental Management for Sustainable Universities* – EMSU. É um evento que tem percorrido vários países como Suécia, África do Sul, México, Estados Unidos e Turquia, cujo objetivo é superar desafios relacionados ao meio ambiente e as universidades, bem como expor

pesquisas e atividades de extensão na área de gestão ambiental nas universidades, apontando os casos de sucesso. Já exclusivo para América Latina o Encontro Latino Americano de Universidades Sustentáveis – ELAUS, se propôs a reunir e expor práticas e pesquisas em andamento e discutir a aplicação de conceitos relacionados à sustentabilidade nas IES. Apesar de várias universidades divulgarem sua participação no Sistema de Gestão Ambiental (SGA), na prática são poucas as universidades que realmente assumiram este compromisso (OTERO, 2010).

A Universidade de São Paulo é uma IES considerada como uma das cem melhores universidades do mundo. A Superintendência de Gestão Ambiental (SGA) da USP cria o Programa de Incentivo à Sustentabilidade na USP. O objetivo é apoiar financeiramente projetos relacionados a ensino e pesquisa de extensão e gestão acadêmica que promovam a sustentabilidade socioambiental em todos os *Campi*. A SGA objetiva não só criar uma Universidade sustentável, como fazer da Universidade um modelo de sustentabilidade para a sociedade. Entre os projetos administrados o SGA cita o Programa de Uso Racional da Água (Pura), que gerou uma economia de 39% de água. Outro Programa criado foi o de Uso eficiente de Energia (Pure), também em 1997 e gerou uma economia de 29% e tantos outros projetos criados todos voltados para o meio ambiente (JACINTO, 2013).

Destaque para a Universidade Federal de Lavras, que foi contemplada com o Prêmio Internacional. Recebe o Certificado Blue university da Universidade de Berna-Suíça. Assim a UFLA é Azul: é a 2ª Universidade do mundo com este Certificado. Trata-se do Movimento Global Blue Community (Projeto Comunidades Azuis). O reconhecimento internacional é fruto das ações implementadas na Universidade, que atendeu a seis critérios fundamentais: reconhece a água como um direito humano, promove o consumo de água por meio de infraestrutura pública e gratuita, a gestão da água e de forma responsável, mantém serviços de tratamento da água para consumo e residuais, cultiva parcerias para defender o direito à água em nível internacional e desenvolve pesquisas sobre gestão sustentável da água (AGUIAR, 2016).

A UFS é um exemplo de IES que se preocupa com a questão ambiental, pois, devido ao seu interesse, ela institucionalizou o Programa UFS Ambiental em 23 de fevereiro de 2012 pela Portaria nº 0420, seguindo as diretrizes propostas no SGA da ISO 14000, que reúne projetos socioambientais ligados às temáticas: coleta seletiva, trânsito,

arborização, redução de consumo de energia, água e desperdício de alimentos, buscando evidenciar ações e comportamentos ambientais para Universidade, contribuindo assim para a sustentabilidade ambiental e promovendo práticas ambientais em todos os setores da instituição (UFS AMBIENTAL, 2012).

3. Materiais e Métodos

3.1 Área de estudo: Campus São Cristóvão - UFS

De acordo com a Prefeitura do Campus São Cristóvão, o mesmo possui uma área total de aproximadamente 1.542,807 m² (aproximadamente 154,3 ha) dos quais 443.969,67 m² é construída (aproximadamente 44,4 ha), e 1.098.837, 83 m² é de área verde (aproximadamente 109,9 ha), caracterizada pela presença da Mata Atlântica. O Campus é composto por prédios, onde funcionam a Reitoria, a Prefeitura do Campus, o Setor Esportivo, os Centros Acadêmicos (CCBS, CCET, CCSA, e CECH), a Biblioteca Central – BICEN, o Restaurante Universitário - RESUN, o Núcleo de Tecnologia da Informação – NTI, o Arquivo Central, o Centro Editorial e Audiovisual – CEAV, o Colégio de Aplicação – CODAP, onde transita uma população composta de servidores públicos, terceirizados e alunos (Figura 2) composta por aproximadamente 19.500 pessoas.

Figura 02 – Foto aérea do Campus São Cristóvão – Universidade Federal de Sergipe



Fonte: Disponível em: <https://plus.google.com/+EdAndersonRS>

3.2 Coleta e análise das informações

Para estimativa das emissões considerou-se o ano acadêmico de 2015 (considerando apenas os 98 dias ativos, descartando os 102 dias que houve greve).

Foram realizadas visitas técnicas no Campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe a fim de serem obtidos os dados demandados para os cálculos das emissões de N pelo referido campus. Já para fins de padronização das emissões, durante os cálculos, todas emissões em g de NO_x foram convertidas para serem expressas em kg de N ano⁻¹, logo, nas equações utilizadas, foi adotado tanto o fator de transformação de 0,001 (referente a conversão de g → kg) como o fator de conversão de NO_x em N, pois,

para a massa de N presente em NO_x foi adotado, para todos os cálculos, a proporção utilizada para NO₂ (massa N/NO₂ → massa = 14/46).

No que se refere a estimativa das emissões de N_r no referido campus, a pesquisa baseou-se no modelo de quantificação de cálculo de N_r desenvolvido por Savanick, Baker e Perry (2007), que se propôs a estimar as referidas emissões decorrentes das seguintes atividades demandadas pelo campus:

- Geração de energia elétrica produzida e que é demandada pelas edificações do campus. Considerou-se as emissões de N provenientes de geração da energia elétrica consumida no campus durante o período de 2015. Através das contas de energia obteve-se a quantidade de energia (kWh) utilizada e juntamente com o fator de conversão, obteve-se as emissões de N referentes a energia demandada no referido campus;
- Meios de transporte utilizados pela comunidade acadêmica (carros, ônibus e aeronaves) – Em relação às emissões de transporte, será considerado o N emitido pelos veículos oficiais da universidade, pelos veículos particulares e pelos ônibus que transportam a comunidade acadêmica. Além disso, serão contempladas as emissões geradas a partir de viagens aéreas por professores e alunos de pós-graduação.

O Quadro 01 contempla as fontes dos dados obtidos e as equações utilizadas para realização dos cálculos do N:

Quadro 01 – Fontes dos dados, métodos e equações para estimativa do N.

ENERGIA	<p>A energia utilizada pelos edifícios foi obtida pelo setor de gestão ambiental do referido campus. Já o fator de emissão de NO_x pela geração de energia foi obtido pelo ECOINVENT (2009). A equação utilizada para o cálculo foi:</p> <p>Quantidade de kg (N) emitidos referentes ao processo de produção de energia elétrica que foi demandada pelo campus = (Energia (kWh) demandada pelo campus) x (Fator de emissão de NO_x (g NO₂/KWh)) x (NO₂ → N (14/46, g N/g NO₂)) x (g → kg (0,001))</p>
---------	--

A frota de veículos oficiais, bem como todo combustível utilizado foi obtido no setor de transportes do campus;

A população acadêmica foi informada pelo setor administrativo do campus;

A média diária de carros particulares, bem como a distância média percorrida dos usuários do campus foram obtidos através do setor de gestão ambiental do campus;

A quantidade de usuários de ônibus que se deslocam para o campus bem como a distância percorrida por eles por dia foi obtida através do setor de gestão ambiental do campus;

Considerou-se para este trabalho a quantidade de nitrogênio reativo emitido por pessoa em cada meio de transporte estudado. Para isso, em cada veículo, foi identificada a lotação máxima do mesmo. Em seguida o respectivo fator de emissão utilizado nos cálculos foi dividido pela lotação máxima em cada caso. Neste trabalho as lotações máximas consideradas foram: veículos leves - 5 pessoas; vans - 12 pessoas; ônibus - 46 pessoas e aviões - 220 pessoas.

Referentes aos veículos terrestres, os fatores de emissão de NO_x para diversos combustíveis foram obtidos através do MMA (2013);

A distância total percorrida em território nacional nos voos realizados foi obtida na Pró-reitoria de Pós-graduação da universidade. O fator de emissão de NO_x para o querosene de aviação foi obtido a partir da ANAC (2014), já o tipo de aeronave mais utilizada em voos domésticos foi obtido a partir da CONDOR (2017).

A seguir são apresentadas as equações referentes aos cálculos dos transportes:

Veículos de pequeno e médio porte

$$\begin{aligned} & (\text{Média de carros que entram no campus/dia}) \times (\text{distância média percorrida do} \\ & \text{carro/dia}) \times (\text{fator de emissão de } \text{NO}_x \text{ para carros/lotação máxima respectiva}) \times \\ & (\text{proporção de N/NO}_2) \times (\text{Fator de conversão de g } \rightarrow \text{ kg}) \times (\text{ano acadêmico em dias} \\ & \text{ativos}) = \text{Total de emissão gerada pelos veículos particulares da comunidade} \\ & \text{acadêmica} \end{aligned}$$

Ônibus

(Quantidade de pessoas que usam ônibus/dia) x (distância média percorrida do ônibus/dia) x (fator de emissão de NO_x para ônibus/lotação máxima respectiva) x (proporção de N/NO₂) x (Fator de conversão de g → kg) x (ano acadêmico em dias ativos) = Total de emissão gerada pelos ônibus da comunidade acadêmica

Aeronaves

A partir de considerações da ANAC (2014), foi adotada a Aeronave A320 como sendo uma das mais usadas no país em voos domésticos, e a Aeronave B777 como sendo uma das usadas em voos internacionais. Já os dados das aeronaves adotadas foram obtidos através da CONDOR (2017).

As estimativas de NO_x referentes aos voos domésticos e internacionais foram obtidas através dessas três equações a seguir:

- Cálculo do volume de combustível gasto por voo

Volume total de litros de combustível usado nos voos domésticos = (Capacidade max. do tanque da aeronave (l) / (distância max. de voo com tanque cheio (km)) x distância percorrida nos voos demandados pela UFS (km))

- Cálculo da massa de combustível gasta por voo

Densidade (kg/l) do Querosene de aviação = Massa (kg) de combustível usado em voo doméstico / Volume (l) combustível usado em voo doméstico

- Estimativa da emissão de N gasta por voo

Emissão de N em voo doméstico/pessoa = (massa (t) de combustível usada no voo x fator de emissão de NO_x do querosene de aviação (kg NO₂ t⁻¹)/lotação máxima respectiva x Proporção de N em NO_x) / (capacidade max. de passageiros na aeronave).

4. Resultados e Discussão

4.1 Estimativa da emissão referente ao consumo de energia elétrica

No que se refere à energia elétrica total demandada pelo Campus São Cristóvão, no ano de 2015 foram utilizados 23.007.066 kWh. A taxa de emissão é de 0,21g NO₂/kWh gerado, logo, a produção anual estimada de N oriunda da energia demandada pelo campus é de **1.470,45 kg de N**, pois, tem-se que:

$$\begin{aligned} & (\text{kWh demandado pelo Campus}) \times (\text{g NO}_2/\text{KWh}) \times (14/46, \text{ g N/g NO}_2) \times (1\text{kg}/1000 \text{ g}) = \text{kg} \\ & \text{N emitidos gerados pela geração de energia elétrica} \\ & (23.007.066 \text{ kWh}) \times (0,21 \text{ g NO}_2/\text{kWh}) \times (14/46) \times (0,001) = \mathbf{1.470,45 \text{ kg N}} \text{ foram emitidos.} \end{aligned}$$

4.2 Estimativa da emissão referente aos transportes terrestres

No tocante aos transportes terrestres tem-se que:

- Existem 6.201 pessoas que usam veículos leves movidos a álcool e gasolina, que rodam 22,2 km/dia que emitem **24,63 kg de N**, onde:

$$\begin{aligned} & (6.201) \times (22,2 \text{ km/dia}) \times (0,03 \text{ gNO}_2/\text{km rodado} / 5 \text{ pessoas}) \times (14/46) \times (0,001) \times \\ & (98 \text{ dias}) = \mathbf{24,63 \text{ kg de N}} \end{aligned}$$

- Existem 76 pessoas que usam veículos particulares leves movidos a diesel que rodam 22,2 km/dia que emitem **0,60 kg de N**, onde:

$$\begin{aligned} & (76) \times (22,2 \text{ km/dia}) \times (0,06 \text{ gNO}_2/\text{km rodado}/ 5 \text{ pessoas}) \times (14/46) \times (0,001) \times (98 \\ & \text{dias}) = \mathbf{0,60 \text{ kg de N}} \end{aligned}$$

- Existem 470 pessoas que usam veículos médios (Vans) terceirizados movidos a diesel que rodam 37,4 km/dia, que emitem **50,24 kg de N**, onde:

$$\begin{aligned} & (470) \times (37,4 \text{ km/dia}) \times (1,15 \text{ gNO}_2/\text{km rodado} / 12 \text{ pessoas}) \times (14/46) \times (0,001) \times \\ & (98 \text{ dias}) = \mathbf{50,24 \text{ kg de N}} \end{aligned}$$

- Existem 10.556 pessoas que usam ônibus movidos a diesel que rodam 45,8 km/dia, que emitem **404,38 kg de N**. Sendo que:

$$(10.556) \times (45,8 \text{ km/dia}) \times (1,29 \text{ gNO}_2/\text{km rodado} / 46 \text{ pessoas}) \times (14/46) \times (0,001) \times (98 \text{ dias}) = \mathbf{404,38 \text{ kg de N}}$$

- Carros oficiais leves movidos a álcool e gasolina rodam 1.714 km/dia e emitem **0,75 kg de N**, onde:

$$(1.714 \text{ km/dia}) \times (0,03 \text{ gNO}_2/\text{km rodado}) \times (14/46) \times (0,001) \times (98 \text{ dias}) = 0,75 \text{ kg de N}$$

- Carros oficiais médios movidos a diesel rodam 2.350 km/dia e emitem **80,60 kg de N**, onde:

$$(2.350 \text{ km/dia}) \times (1,15 \text{ gNO}_2/\text{km rodado}) \times (14/46) \times (0,001) \times (98 \text{ dias}) = 80,60 \text{ kg de N}$$

OBS: Observa-se que como os veículos oficiais são utilizados apenas por parte da comunidade acadêmica e de modo aleatório, não foi possível determinar o N gerado em função da comunidade acadêmica. Logo, o cálculo desses veículos se deu em função da quilometragem rodada sem considerar os usuários. Nesse caso, obteve-se o valor total de N gerado pelo total de km percorridos/ano em todos os veículos oficiais.

4.3 Estimativa da emissão referente aos voos demandados pelo Campus São Cristóvão

De acordo com o setor de Gestão ambiental do campus, em 2015 foram percorridos de avião 565.100km em viagens domésticas demandadas pela comunidade acadêmica do Campus São Cristóvão. De acordo com a CONDOR (2017), a autonomia da aeronave A321 com capacidade total (220 passageiros) e depósito de combustível cheio (30.030 litros) é de 5.556 km. De acordo com ANAC (2014), a densidade de querosene é de 0,79 kg l⁻¹ e seu fator de emissão de NO_x é de 14,1 kg NO₂ t⁻¹ de

combustível. Desta forma, verificou-se que cerca de **10.354,9 kg N ano⁻¹** são emitidos a partir destes voos domésticos, de acordo com memória de cálculo a seguir:

- Cálculo do volume total de litros demandados pelos voos domésticos

$V(l) = (30.030/5.556) \times (565.100) = \mathbf{3.054.347,2 \text{ l}}$ necessários para os voos demandados.

- Cálculo da massa de combustível gasta por voo

$0,79 = m \text{ (kg)} / 3.054.347,2 \rightarrow m = 2.412.934,288 \text{ kg}$ ou **2.413 ton**.

- Estimativa da emissão de N gerada por voo

$E = (2.413) \times (14,1) \times (14/46) = \mathbf{10.354,9 \text{ kg de N}}$ são emitidas anualmente por voos domésticos demandados pelo referido campus.

OBS: Do mesmo modo dos veículos oficiais, não foi possível determinar o N gerado em função da comunidade acadêmica. Logo, o cálculo desses veículos se deu em função da quilometragem rodada sem considerar os usuários. Nesse caso, obteve-se o valor total de N gerado pelo total de km percorridos/ano em todos os voos domésticos.

Este trabalho não considerou os voos internacionais uma vez que não foram obtidos os dados relativos aos mesmos.

De acordo com o Quadro 02, observa-se a síntese dos fluxos de N gerado o Campus São Cristóvão da UFS.

Quadro 02. Fluxos do Campus São Cristóvão da UFS.

Fontes de emissões	kg N ano⁻¹
Energia	1.470,45
Transporte – ônibus	404,38
Transporte – carros particulares	75,47
Transporte – carros oficiais	81,35
Transporte – aviões	10.354,9
ESTIMATIVA TOTAL DE EMISSÕES DO CAMPUS	12.386,55

De acordo com o Quadro 02 observa-se que a maior emissão de nitrogênio no Campus de São Cristóvão é oriunda dos voos aéreos, 10.354,90 Kg N ano⁻¹, seguido da energia com 1.470,45 Kg N ano⁻¹ que juntas são responsáveis por mais de 90% do N gerado neste Campus. Diversos são os motivos que geram a demanda de voos aéreos em um campus universitário e dificilmente é possível evitar o uso desse transporte pelo fato de sua rapidez e alcance nas longas distâncias inclusive a nível continental. Entretanto, a quantidade de emissão de gases de base nitrogenada e de outros como gases de efeito estufa, é significativa. Logo, é importante fazer uma melhor avaliação da necessidade da viagem ou até mesmo estudar a possibilidade de utilizar um transporte terrestre quando possível. Por outro lado, no tocante a questão da energia faz-se necessário a adoção de campanhas para um uso mais eficiente da energia do campus universitário, bem como no momento de adquirir equipamentos consumidores de energia, dar preferência à modelos que consomem menos, bem como de equipamentos com sensores para detectar presença ou ausência da comunidade, promovendo uso mais racional da energia no campus. Nos casos de construção e reformas de edificações no campus, conceber projetos para obras mais sustentáveis tendo em vista o aproveitamento máximo da iluminação do sol durante o dia nos prédios. Por fim, estudar a viabilidade de adoção do uso de energias alternativas com solar e eólica no campus. Cabe lembrar que o Brasil atualmente está fazendo maior uso de usinas termoeletricas fato que lamentavelmente aumenta a pegada do carbono e nitrogênio do país (GARCIA; CARDOSO; SANTOS, 2013).

5. Conclusão

A estimativa da quantificação de nitrogênio reativo na UFS é essencial por ser este espaço um berçário de iniciativas e busca por soluções aos problemas que assolam a sociedade. Transporte coletivo de qualidade e uso de energias renováveis estão entre as principais soluções. Entretanto, estudos posteriores deverão ser efetuados visando um aprofundamento, ampliação e atualização do tema abordado, visto que a população humana tende ao crescimento e com ela um aumento na utilização dos meios de transporte e fontes de energia. A discussão e o entendimento sobre o tema devem ser amplos por parte da sociedade. Fale-se muito em reduzir as emissões de carbono no ambiente, mas, contrasta sobre a falta de conhecimento dos compostos nitrogenados e seus efeitos no ambiente. É fato que o acúmulo do nitrogênio antrópico no ambiente já ultrapassou processos naturais e continua em expansão, desprezado pelo poder público e longe de ser conhecido pela sociedade, o que geraria ações de pressão e controle. Portanto, é preciso colocar o nitrogênio no centro das discussões nas instituições de ensino a fim de se propor projetos e acordos que visem seu uso controlado e consciente, afinal, a sustentabilidade deve ser o objetivo maior de todos nós.

6. Referências Bibliográficas

AGUIAR, C. **UFLA é Azul: 2ª universidade do mundo com o certificado Blue University em reconhecimento pela gestão das águas.** 2016. Disponível em: <<http://www.ufla.br/ascom/2016/05/16/ufla-e-azul-2a-universidade-do-mundo-com-o-certificado-blue-university-em-reconhecimento-pela-gestao-das-aguas/>> Acesso em: outubro 2016.

ALMEIDA, E. D. Nitrogênio e Fósforo no Solo da Floresta. UFMT: **Nitrogênio e Fósforo no Solo de uma Floresta de Transição Amazônia Cerrado.** Dissertação de Mestrado UFMT, 2005. Disponível em: <Ufmt.br/index.php/br/utilidades/dissertacao/23-eliane-dias-almeida>, Acesso em fev 2017.

ANAC (2014). **Inventário nacional de emissões atmosféricas da aviação civil.** Agência Nacional de Aviação Civil, 2014. Disponível em: <http://inventariogeesp.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/30/2014/04/brasil_mcti_aereo.pdf>. Acesso em 07 fev. 2017.

AQUINO, B. F. O Uso de Fertilizantes e Corretivos Agrícolas e os Impactos sobre o Meio Ambiente. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.** Fortaleza, 2009.

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho. **Pesquisas Agropecuárias Brasileiras**, v. 39, n. 8, p. 771 – 777, 2004.

CALDAS, C. **Automóveis: Excesso e suas Consequências.** Disponível em: <http://www.extecamp.unicamp.br/Revista>>. Inovação Unicamp, 2008.

CARETO,H.; VENDEIRINHO, R., R. **Sistemas de Gestão Ambiental em Universidades: Caso do Instituto Superior Técnico de Portugal.** Relatório Final de Curso, 2003. Disponível em:

<[http://meteo.ist.utl.pt/~jjdd/LEAMB/LEAmb%20TFC%20site%20v/20022003/Careto_RVen
deirinho%20artigo.pdf](http://meteo.ist.utl.pt/~jjdd/LEAMB/LEAmb%20TFC%20site%20v/20022003/Careto_RVen
deirinho%20artigo.pdf)> Acesso em: 10 ago 2016.

CARVALHO, N. L.; ZABOT, V. **Nitrogênio: Nutriente ou Poluente?** Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 6, n. 6, p. 960 – 974, 2012.

CLARK, C. M.; YONGFEI, B.; BOWMAN, W. D.; et al. Nitrogen Deposition and Terrestrial Biodiversity. In: L. S. A. (Ed.); **Encyclopedia of Biodiversity**. 2nd ed., v. 5, p. 519 – 536, 2013.

COELHO, C. H.; ALLEN, A. G.; FORNARO, A.; ORLANDO, E. A.; GRIGOLETTO, T. L. B.; CAMPOS, M. L. A. M. Wet deposition of major ions in a rural area impacted by biomass burning emissions. **Atmospheric Environment**, v. 45, n. 30, p. 5260 – 5265, 2011. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S135223101100687X>>. Acesso em: maio/2017.

CONDOR (2017) – Aeronaves. Disponível em <<https://www.condor.com/pt/voar-desfrutar/condor-partner/nossa-frota/airbus-a321-200.jsp>>, Acesso em 07 fev 2017.

ECOINVENT. (2009). **Database of Swiss Life Cycle Inventories**. Ecoinvent database v2.2. Disponível em:<www.ecoinvent.org>, Acesso em 14 ago 2016.

GARCIA, G.; CARDOSO, A. A.; SANTOS, O. A. M. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1468 – 1476, 2013.

JACINTO, L. **Projeto “Florestas do Futuro” da Esalq promove preservação do meio ambiente**, 2013. Disponível em: <http://www5.usp.br/29334/projeto-florestas-do-futuro-da-esalq-chega-a-28a-edicao/>, Acesso em outubro 2016.

KAISER, D. R. **Nitrato na solução do solo e na água de fontes para consumo humano numa microbacia hidrográfica produtora de fumo**. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2006.114p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LINCK, I. L. D.; SOARES, E.; ANDRADE, J.; SANTOS, D. M.; ARALDI, D. F.; FIORIN, J. E. **EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM DE AVEIA (*Avena sp.*) E AZEVÉM (*Lolium multiflorum*) PARA BOVINOS DE CORTE: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**. XX Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão – UNICRUZ, 2015.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia Hoje**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013.

MARTINELLI, L. A., Os Caminhos do Nitrogênio – do fertilizante ao poluente. **Informações Agrônomicas**, n. 118, junho de 2007.

MMA (2013). **Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf>. Acessado em 07 fev. 2017.

OTERO, G. G. P. **Gestão Ambiental em IES. Prática dos Campi da USP. São Paulo, 2010. 162p.** Mais anexos. Disponível em <http://www.iee.usp.br/producao/2010/Teses/OTERO_2010.pdf>. Acesso em 26 out 2016.

PIMENTEL, R. M. Propriedades físicas, carbono e nitrogênio do solo em sistemas agropecuários. **Dissertação, Universidade Federal de Lavras, 2012.**

ROBERT, R. A.; SMITH, R.A.; SAFE Safe, S.; SZABO, C.; TJALKENS, R. B.; ROBERTSON, F. M. Toxicological and pathophysiological roles of reactive and nitrogen

species. **Toxicology**, v. 276, n. 2, p. 85 – 94, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20643181>>. Acesso em: maio/2017.

ROCKSTROM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, Å.; CHAPIN, F.S.; LAMBIN, E.F.; LENTON, T.M.; SCHEFFER, M.; FOLKE, C; SCHELLNHUBER, H.J.; NYKVIST, B.; WIT, C.A.; HUGHES, T.; LEEUW, S.; RODHE, H.; SORLIN, S.; SNYDER, P.K.; COSTANZA, R.; SVEDIN, U.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; CORELL, R.W.; FABRY, V.J.; HANSEN, J.; WALKER, B.; LIVERMAN, D.; RICHARDSON, K.; CRUTZEN, P.; FOLEY, J.A. A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, n. 24, p. 472-475, set. 2009.

RUSCHEINSKY, A.; GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L.; LEME, P. C. S.; RANIERI, V. E. L.; DELITTI, W. B. C. (Orgs.). **Ambientalização nas Instituições de Educação Superior no Brasil: caminhos trilhados, desafios e possibilidades**. São Carlos: EESC/USP, 2014, 350 p.

SAVANICK, S., BAKER L., PERRY., J.. Case study for evaluating campus sustainability:nitrogen balance for the University of Minnesota. **Urban Ecosystems**, v. 10, pp. 119–137, 2007.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Modelo para Implantação em Campus Universitário. **Gestão e produção**, v. 13, n. 3, p. 503 – 515, 2006.

UFS AMBIENTAL, Disponível em: < <http://www.ufs.br/conteudo/4900>>, 2012. Acesso em outubro 2016.
