



MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

*Ensino de conceitos relacionados às
MCGs em Ambientes Amazônicos*

Marciléa Silva de Freitas
Jean Dalmo de Oliveira Marques
Lucilene da Silva Paes

Marciléa Silva de Freitas
Jean Dalmo de Oliveira Marques
Lucilene da Silva Paes

Mudanças climáticas globais:
*Ensino de conceitos relacionados às MCGs
em ambientes amazônicos*

Terezinha de Jesus Vilas Boas
Colaboradora

1ª Edição

Manaus/Am

Ficha Catalográfica
Regina Lúcia Azevedo de Albuquerque
CRB – 11/271

F866m Freitas, Mariléia Silva de.
Mudanças climáticas globais: ensino de conceitos relacionais às MCGs em ambientes amazônicos. – Manaus: IFAM, 2015.

108 f.: il. color. ; 30 cm.

Produto Educacional da Dissertação: estratégia didática para o ensino dos conhecimentos relacionados às mudanças climáticas globais. (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. *Campus* Manaus Centro, 2015.

Orientador: Prof. Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques.
Co-Orientador (a): Dra. Lucilene da Silva Paes.

1. Educação Tecnológica 2. Ensino Aprendizagem I. Marques, Jean Dalmo de Oliveira (Orient.) II. Paes, Lucilene da Silva (Co-Orient.) III. Título.

CDD 371.33

Marciléa Silva de Freitas
Jean Dalmo de Oliveira Marques
Lucilene da Silva Paes

Mudanças Climáticas Globais:

Ensino de conceitos relacionados às MCGs em Ambientes Amazônicos



**INSTITUTO FEDERAL
AMAZONAS**



**Mestrado em
Ensino Tecnológico**



FAPEAM
Fundação de Amparo à Pesquisa
do Estado do Amazonas



INPA
INSTITUTO NACIONAL DE
PESQUISAS DA AMAZÔNIA

Manaus/Am

2015

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e a possibilidade do ingresso ao programa de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico (MPET).

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM, pelo apoio e oportunidade propiciada para a realização da pesquisa.

À coordenação do MPET e ao meu orientador Professor Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques pelo apoio e dedicação.

A minha co-orientadora prof^a Dr^a Lucilene da Silva Paes, pelas contribuições e carinho no decorrer do processo.

A prof^a Dr^a Rosa Oliveira Marins Azevedo e ao Dr. Antônio Cândido por suas valiosas contribuições.

Aos alunos e professores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (LCB) do IFAM, que fizeram parte da pesquisa e por sua disponibilidade em todas as fases da pesquisa.

Agradeço em especial às amigas Terezinha de Jesus Vilas Boas, Alessandra Tomé e Fernanda Araújo que deram “pitacos” valiosos no decorrer de todo o processo.

Aos alunos da turma 2014 e professores do Curso de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do IFAM.

Ao colega Almir de Oliveira Júnior, pelas trocas de experiências que contribuíram para a construção desse material.

À secretaria do Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico do IFAM, especialmente a Sara Gonçalves, Larissa Barreto e Nedy Casara, que sempre nos atenderam muito gentilmente.

APRESENTAÇÃO

Este *Guia* é um produto de uma dissertação desenvolvida no Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas IFAM, na linha de pesquisa Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico.

A pesquisa desenvolvida, conduziu-nos a elaboração desse trabalho num formato de *Guia* como um recurso que auxiliará professores e alunos na construção de conceitos a partir da prática. Este instrumento apresenta informações relevantes à utilização de espaços amazônicos para o Ensino dos conhecimentos em torno das Mudanças Climáticas Globais (MCGs).

São disponibilizados caminhos que podem ser percorridos como sugestões para o desenvolvimento de atividades que auxiliam a uma melhor compreensão da MCGs.

Desse modo, o *Guia* está organizado em três seções, além da introdução e das considerações finais. A primeira seção é denominada de *Mudanças Climáticas Globais*, destaca os conceitos básicos sobre essa temática, os quais são necessários para compreender as relações simples desta questão ambiental.

A segunda está caracterizada como: *Alguns Espaços Amazônicos para a Contextualização sobre as MCGs*, refere-se a descrição dos Espaços não formais (ENFs) utilizados para a abordagem sobre MCGs, relacionando a

importância destes ambientes ao tema.

A terceira é denominada de: *Estratégia para o Ensino das MCGs*, apresenta a estratégia utilizada com as orientações, roteiros e sugestões de atividades desenvolvidas em ENFs, indicando as contribuições desses espaços para o ensino dos conhecimentos sobre MCGs. Por fim é apresentado um apêndice com a lista das siglas.

Portanto, a intenção em construir este recurso é contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, oferecendo um material que subsidiará o Ensino sobre MCGs em ENFs, a partir das discussões iniciadas em sala de aula.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
1 Mudanças Climáticas Globais (MCGs)	10
1.1 Entendendo o que são MCGs	14
1.2 Entendendo que é Mudança Climática Local	15
1.3 O clima, a temperatura e o aquecimento global	18
1.4 Efeito estufa	21
1.5 Ciclo do Carbono	27
1.6 Aquecimento Global e os principais responsáveis	33
1.7 Ciclo da Água	37
1.8 A Amazônia e as MCGs	40
2 Alguns ambientes amazônicos potencialmente importante a contextualização da Amazônia frente às MCGs	46
2.1 Identificação das Áreas	50
2.2 Área de Campinarana	51
2.3 Área Campina	54
2.4 Área de Floresta primária	57
2.5 Importância dos ambientes regionais amazônicos para o Ensino sobre MCGs	60

3 Estratégia para o Ensino das MCGs	64
3.1 Espaços de Aprendizagem: Formal, Informal e Não Formal	65
3.2 O panorama das MCGs e o Ensino: Um estudo a partir do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas	68
3.3 Roteiro didático sobre MCGs em ENFs (Professor)	73
3.4 Roteiro de estudo (Aluno)	76
3.5 A atividade no espaço não formal (ENF).....	78
3.6 Percepção dos alunos a partir de atividade em ENF.	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS	100
APÊNDICE	106

INTRODUÇÃO

O ambiente amazônico, rico em diversidades de recursos naturais, proporciona um laboratório com inúmeras alternativas para a elaboração de estratégias didáticas para o ensino das MCGs.

A Amazônia compreende vários tipos de habitats: savanas, florestas de montanha, florestas abertas, florestas de várzea, pântanos, florestas de bambus e de palmeiras (FERREIRA et al., 2010), constituindo-se numa rica biodiversidade.

Aliar estes ambientes amazônicos com os conhecimentos sobre as MCGs é de suma importância para que os alunos compreendam as relações e complexidades em torno dessa temática com os ecossistemas amazônicos.

Alguns autores afirmam (ROCHA e TÉRAN, 2010; JACOBUCCI, 2008; VIEIRA et al., 2005) que as aulas desenvolvidas em ENFs de ensino, podem ampliar as possibilidades de aprendizado, proporcionando ganhos significativos ao Ensino das Ciências naturais.

Diante disso, é necessário que o aluno em formação, que será futuro propagador do conhecimento, perceba a necessidade de diversificar suas aulas, pois ambientes naturais amazônicos proporcionam uma alternativa regional para a abordagem dos conhecimentos sobre MCGs.

Esperamos que este Guia venha subsidiar um ensino em torno dessa questão ambiental, auxiliando o professor no desenvolvimento de atividades diversificadas, ressignificando sua prática.



1 Mudanças Climáticas Globais

Diante das questões complexas que envolvem as MCGs, percebe-se que há uma necessidade de inserção desta temática nos vários níveis de ensino, para que as discussões favoreçam uma melhor compreensão do tema.



tema MCGs é atual e tem sido constantemente enfatizado pela mídia escrita e televisiva ao longo destes últimos anos. Alfonsi (2011) destaca que muitas vezes a mídia têm um caráter meramente informativo, relacionado às MCGs. Segundo o autor essas informações afasta o telespectador das discussões e induz as pessoas apenas a ouvir e aceitar, podendo não instigar discussões ou pensamentos, seja numa visão crítica ou do senso comum.

As informações transmitidas trazem certa imprecisão em alguns casos. Neste sentido, não somente a população, mas principalmente, os tomadores de decisão, nem sempre tem conseguido discernir as certezas e incertezas com relação às variações climáticas¹ (MARENGO, 2006).

Reconhecendo a necessidade de informações científicas confiáveis e atualizadas para os formuladores de políticas, a Organização Meteorológica Mundial (OMM)² e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)³ estabeleceram

1. Variação climática dizem respeito a mudanças de temperatura, precipitação, nebulosidade e outros fenômenos climáticos em relação às médias históricas. Disponível em: <https://goo.gl/GuRXm8>

o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) em 1988. O papel do IPCC é avaliar, de forma abrangente, objetiva, aberta e transparente, as informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes para compreender os riscos das mudanças climáticas induzidas pelo homem, seus impactos potenciais e as opções para adaptação e mitigação (JURAS, 2013).

Considerando a perspectiva pedagógica, há uma necessidade urgente, em termos metodológicos, de encontrar alternativas de ensino-aprendizagem inovadoras para abordar um tema cujos cenários são negativos, problemáticos e constantes, como indicam os relatórios do IPCC (2007).

Jacobi et al. (2011) consideram que há uma enorme lacuna em termos de pesquisa, processos de intervenção e uso de metodologias inovadoras, e mais ainda, em debates de profundidade sobre o tema das MCGs no contexto educativo.

Um ponto desafiador, portanto, é criar condições para que as iniciativas educacionais sejam estratégicas para realizar as mudanças necessárias, e motivar os cidadãos a agir em direção às metas de sustentabilidade.

2. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) foi fundada em 1950 e tornou-se uma agência especializada das Nações Unidas (ONU) em 1951, para a Meteorologia (tempo e clima), hidrologia operacional e ciências geofísicas. A OMM tem como visão garantir a liderança mundial em especialização e cooperação internacional em meteorologia, hidrologia, clima e recursos hídricos e as questões ambientais, contribuindo assim para a segurança e o bem-estar de pessoas em todo o mundo e para o benefício econômico de todas as nações. Disponível em: <https://goo.gl/15QOoH>

Dessa forma, os desafios frente às consequências das MCGs vão além das tomadas de decisões políticas, fazendo-se necessárias mudanças de atitudes, pois, acreditamos que por meio do processo de ensino e diálogos a respeito dessas questões, poderemos alcançar uma sensibilização por parte das pessoas em relação aos problemas ambientais.

No entanto, a discussão em torno das MCGs, atrelada às pesquisas científicas de caráter institucional, está ainda numa linguagem técnica, distante do contexto escolar. Cabe ao professor proporcionar uma aplicação didática aos conhecimentos que cercam as discussões sobre MCGs. Para isso faz-se, necessário que este debate ocorra em todos os níveis de ensino, sensibilizando a comunidade acadêmica quanto a uma concepção ambiental diante dos recursos naturais presentes na região amazônica.

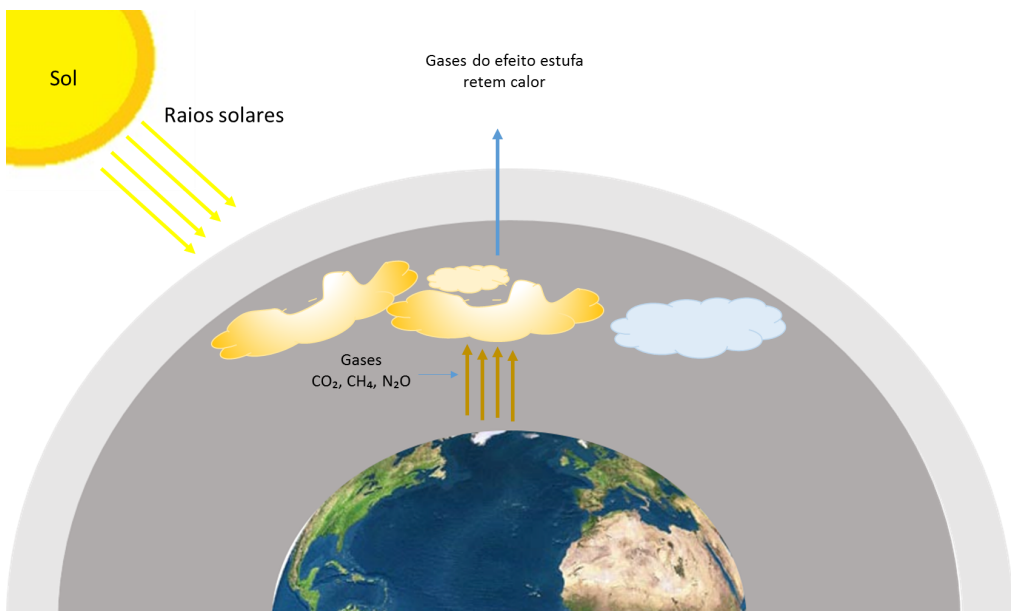
É importante a abordagem sobre os conhecimentos que envolvem as MCGs de modo simples e objetivo de maneira a dialogar sobre esses conhecimentos com discentes e docentes no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (LCB) e área afins, para que os mesmos compreendam a complexidade que envolve esse tema e estejam preparados para essa abordagem, já que serão propagadores desse conhecimento.

3. O PNUMA, principal autoridade global em meio ambiente, é a agência do Sistema das Nações Unidas (ONU) responsável por promover a conservação do meio ambiente e o uso eficiente de recursos no contexto do desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/pnuma/>

1.1 Entendendo o que são Mudanças Climáticas Globais (MCGs)

Mudanças Climáticas Globais (MCGs) é uma alteração na composição da atmosfera⁴ (Figura 1), conduzindo à alteração do balanço de radiação⁵, fator importante para a manutenção da vida dos seres no planeta. Tal alteração ocasiona uma série de consequências, como o aquecimento global, afetando todo o ecossistema do planeta.

Figura 1: Esquema da composição atmosférica.



Fonte: Freitas, 2015. Adaptado de U. S. Environmental Protection Agency.

4. A atmosfera, tênue envelope de ar que envolve nosso planeta, tem papel fundamental para os seres vivos, pois afeta diretamente o ambiente em que vivemos, mantendo as condições ideais na superfície para a criação e manutenção da vida e, também, protegendo-a de agressões externas. Citando alguns exemplos, ela fornece o dióxido de carbono usado na fotossíntese, o nitrogênio convertido pelas bactérias fixadoras em nitrogênio utilizável pelas plantas, essencial na construção de biomoléculas, além de atuar como um escudo protetor contra radiação cósmica de alta energia. Disponível em: Química da atmosfera

1.2 Entendendo o que é *Mudança Climática Local*

Referem-se às variações climáticas de uma determinada localidade. Tais variações e suas consequências vão variar de acordo com as características de cada região. A ocorrência das MCGs são inquestionáveis, sendo de fundamental importância para as nações, a compreensão de como o clima pode ser afetado em cada parte do mundo (MARENGO, 2006).

O Quinto relatório do IPCC (2015), destaca os impactos das mudanças climáticas por região do globo, evidenciando que cada localidade sofrerá de maneira diferente as consequências das MCGs, destacamos alguns desses impactos⁶:

Em muitas regiões, a mudança de precipitação ou derretimento de neve e gelo estão alterando os sistemas hidrológicos, afetando os recursos hídricos em termos de quantidade e qualidade. As geleiras continuarão a encolher em quase todo o mundo por causa das alterações climáticas, afetando o escoamento de volumes de água a jusante. A mudança climática está causando o aquecimento e descongelamento do permafrost em regiões localizadas nas altas latitudes e em regiões de alta altitude. Muitas espécies terrestres, aquáticas e marinhas mudaram sua distribuição geográfica, atividades sazonais, padrões de migração, abundância e interações intraespecíficas em resposta às mudanças climáticas em curso.

5. “Balanço” é a diferença entre a entrada e a saída de elementos de um sistema (entrada - saída = balanço). As componentes principais do sistema terrestre importantes para o balanço de radiação, são: superfície, atmosfera e nuvens. Disponível em: http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/swf/natureza_radiacao/1_3/

A mudança climática afetou negativamente o trigo e o milho para muitas regiões e na média global. Efeitos na colheita de arroz e soja foram menores nas principais regiões de produção e na média global. Os impactos observados referem-se, principalmente, a aspectos de produção da segurança alimentar, mas poucos se referem a componentes de segurança alimentar (acesso a alimentos, por exemplo). Situações de aumento rápido nos preços de alimentos e cereais, depois da ocorrência de eventos climáticos extremos nas principais regiões produtoras, indicam uma sensibilidade dos mercados a esses eventos extremos, entre outros fatores.

Mudanças locais de temperatura e precipitação tem alterado a distribuição de algumas doenças transmitidas pela água e vetores de doenças. As diferenças na vulnerabilidade e exposição surgem de fatores não climáticos e de desigualdades multidimensionais produzidas, muitas vezes, por processos de desenvolvimento desigual. Estas diferenças causam riscos distintos das mudanças climáticas.

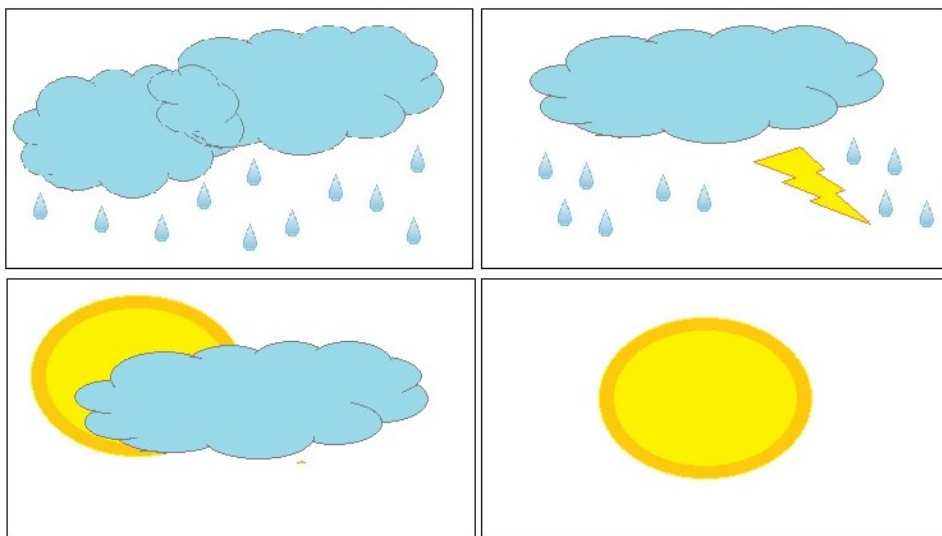
Os impactos oriundos de eventos climáticos extremos como, por exemplo, ondas de calor, secas, inundações, ciclones e incêndios florestais revelam a significativa vulnerabilidade e a exposição de alguns ecossistemas, e de muitos sistemas humanos, à variabilidade climática atual.

6. Os impactos descritos aqui, foram retirados do Sumário do relatório do IPCC para os tomadores de decisão – WGII AR 5, traduzido para o português pela Organização Iniciativa Verde, e está disponível em: <http://www.iniciativaverde.org.br/biblioteca-nossas-publicacoes.php>

Impactos de tais extremos relacionados ao clima incluem a alteração dos ecossistemas, a interrupção da produção de alimentos e abastecimento de água, danos a infraestruturas e assentamentos, morbidade e mortalidade e consequências para a saúde mental e bem-estar humano. Para os países em todos os níveis de desenvolvimento, esses impactos são consistentes devido a uma significativa falta de preparo para a variabilidade climática atual em alguns setores.

1.3 O Clima, a Temperatura E o Aquecimento Global

Figura 2: Características do Tempo.



Fonte: Freitas, 2015.

O clima é uma sucessão habitual de estados do tempo (Figura 2) verificada numa dada região durante um longo período, geralmente trinta ou mais anos, caracterizada a partir de valores médios (estatísticas dos dados observados). Isto significa dizer que o tempo traduz um estado atual da atmosfera, ao passo que o clima representa um estado médio da atmosfera. O clima é representado por meio de gráficos que mostram a variação da temperatura média e a distribuição do total de pluviosidade ao longo dos meses do ano (CANDIDO et al., 2014).

Segundo Artaxo et al. (2014), o conhecimento do clima amazônico é relativamente recente. Algumas medidas de chuva e de níveis de rios datam do início do processo de colonização. Porém, observações do clima

voltadas para a busca da compreensão de perguntas específicas como por que, onde, e como chove, e qual a relação da floresta com a chuva e com a temperatura, se iniciaram na década de 1980. Desde as primeiras medidas constatou-se a riqueza de processos e inter-relações entre a floresta e a atmosfera, e como é sensível o equilíbrio climático às perturbações causadas pela ação do homem.

O clima na Amazônia não é isolado do resto do nosso planeta e passa por evoluções em função de alterações climáticas de caráter global como, por exemplo, a ocorrência de El Niño e La Niña⁷. A Amazônia tem diversas sub-regiões com características climáticas distintas. De modo geral, as regiões norte e leste são influenciadas mais diretamente pelo oceano Atlântico, enquanto que nas regiões sul e oeste são frequentes as chegadas de frentes frias provenientes do sul em dissipação causando friagens (ARTAXO et al., 2014).

Um aspecto que se conhece hoje sobre a floresta amazônica (Figura 3) é que injeta vapor d'água na atmosfera em maiores proporções durante a estação seca do que na estação chuvosa, por causa das raízes profundas das árvores e do fato de haver um sombreamento por nuvens na estação chuvosa o que ocasiona uma redução da energia solar disponível para as

7. El niño/Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala constitui-se por duas componentes: Uma oceânica, relacionada ao aquecimento (El niño) ou resfriamento (La niña) das águas superficiais na região do Oceano Pacífico Tropical, e uma atmosférica, associada com a alteração da circulação do ar acima do Oceano aquecido ou esfriado. Disponível em: <http://lba2.inpa.gov.br/index.php/cartilha-desvendando-a-ciencia-do-clima/Desvendando-a-Ci%C3%Aancia-do-clima/orderby,2/>

plantas realizarem fotossíntese e evapotranspirar intensamente. Esse resultado é importante pois modelos de previsão de tempo e clima não tinham essa função bem representada e supunha-se que na estação seca, devido ao solo seco, as árvores estariam injetando menos vapor d'água no ar e esse erro de modelagem⁸ tinha implicações na quantidade de chuva prevista (ARTAXO et al., 2014).

Figura 3: Floresta amazônica.



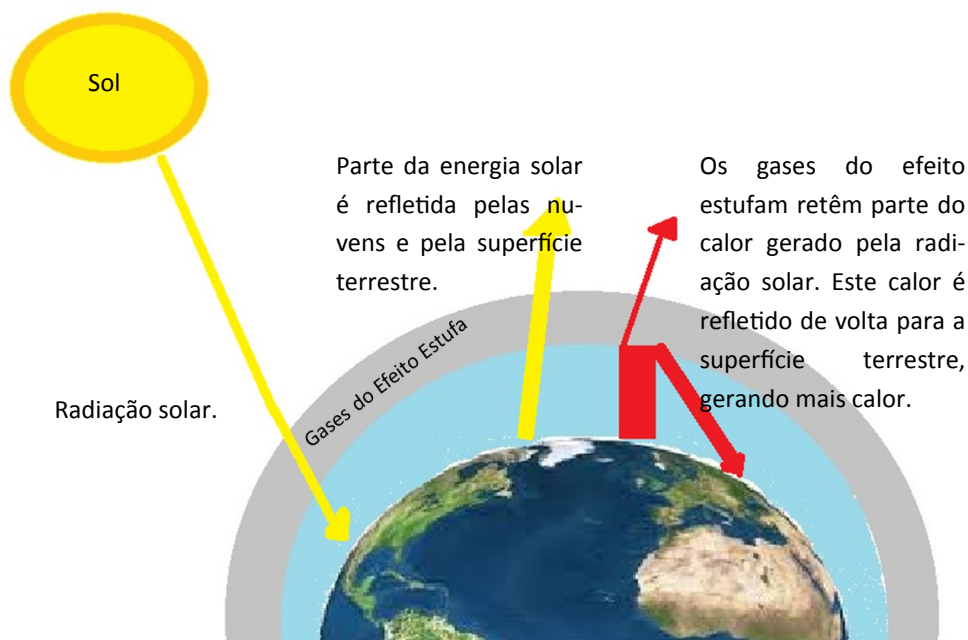
Fonte: Vilas Boas, 2015.

8. Modelagem são representações, por meio de códigos de computadores utilizando linguagem de programação. Os modelos climáticos representam de forma aproximada o mundo real. Um exemplo seria o quanto à vegetação transpira ou o quanto à umidade do solo varia com a profundidade. Cada um desses elementos possui leis físicas que regem seus comportamentos. As leis são aplicadas por meio da matemática e escritas em códigos". Cândido (2006). Disponível em: https://www.inpa.gov.br/noticias/noticia_sgno2.php?codigo=36

1.4 O Efeito Estufa

O efeito estufa (Figura 4) é um fenômeno natural que acontece há milhões de anos sendo necessário para manter o equilíbrio da temperatura da Terra, sem o ele a temperatura seria 33°C mais baixa. Este fenômeno ocorre na atmosfera, que é uma camada composta de gases que envolve o planeta Terra, constituída principalmente por Nitrogênio (N_2) e Oxigênio (O_2) tais gases compõem cerca de 99% da atmosfera (BRASIL, 1999).

Figura 4: Esquema representativo de efeito estufa.



Fonte: Freitas, 2015. Adaptado de <<http://goo.gl/Kt2o6T>>

A atmosfera é constituída por uma mistura de gases, predominantemente nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2) perfazendo em conjunto 99%.

Vários outros gases encontram-se presente em pequenas quantidades e, naturalmente, constituem os conhecidos gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO_2), ozônio (O_3), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), juntamente com o vapor d'água (H_2O). Esses gases recebem tal denominação por apresentarem a propriedade de reter o calor, da mesma forma que os vidros de um carro fechado ou o revestimento de uma estufa sob a incidência do sol (BRASIL, 1999).

O vapor d'água e o dióxido de carbono permitem que as ondas eletromagnéticas que chegam do Sol atravessem a atmosfera e aqueçam a superfície terrestre. No entanto, esta mesma camada dificulta a saída de calor (radiação infravermelha) emitida pela Terra impedindo a perda demasiada do calor irradiado para o espaço, mantendo a Terra aquecida (CARVALHO et al., 2002).

O aumento do teor atmosférico dos gases-estufa leva a um maior bloqueio da radiação infravermelha e, conseqüentemente, pode causar uma exacerbação do efeito estufa, aquecimento da atmosfera e aumento da temperatura da superfície terrestre. O que tem chamado a atenção dos cientistas voltados ao estudo do clima, do ambiente e da ecologia são as modificações que poderão ocorrer em ecossistemas terrestres ou oceânicos (TOLENTINO e ROCHA-FILHO, 2014).

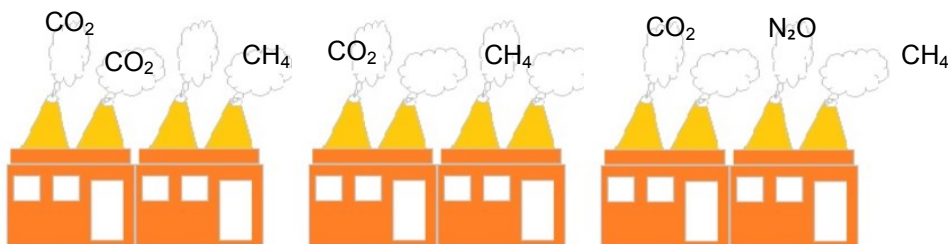
Oliveira e Nobre (2008) apontam as influências do ser humano no equilíbrio natural do planeta como preocupante. As MCGs antropogênicas estão associadas às atividades humanas com o aumento da poluição, de

queimadas, com o desmatamento, a formação de ilhas de calor⁹ entre outros.

A partir do final do século XIX e ao longo do século XX houve aumento significativo da produção industrial (Figura 5) e da quantidade de poluentes na atmosfera, sobretudo, nos últimos 70 anos, principalmente, quantos aos chamados gases estufa na atmosfera, tais como: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e os óxidos de nitrogênio (NO_x), que estão intensificando o efeito estufa e ocasionando o aquecimento global (OLIVEIRA e NOBRE, 2008).

*Ações antrópicas: Um dos
fatores que ocasionam as MCGs*

Figura 5: Representação da emissão de poluentes a partir da produção industrial.



Fonte: Freitas, 2015.

9. Ilhas de calor é o nome que se dá a um fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização. Nestas cidades, a temperatura média costuma ser mais elevada do que nas regiões rurais próximas. Disponível em: <http://goo.gl/WnXP7>

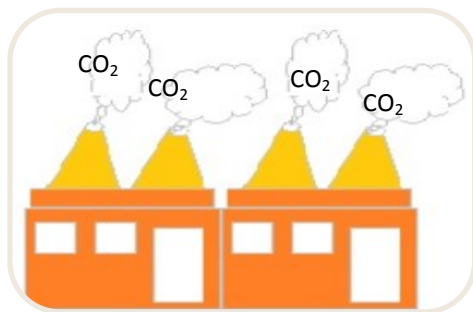
A intensificação da concentração dos gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera requer muita atenção quanto às suas consequências ao clima do planeta. As atividades humanas (Figura 6) estão sendo apontadas como uma das principais causas deste aumento, principalmente em decorrência da liberação de dióxido de carbono para o ambiente na forma de CO_2 .

Atividades humanas contribuem para a intensificação das MCGs.

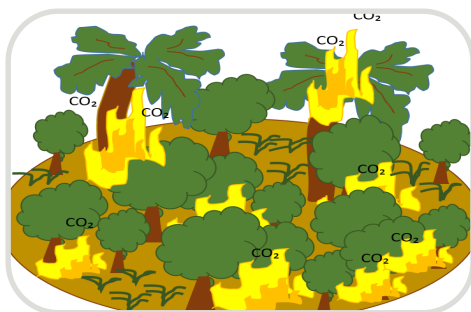
Figura 6: Atividades humanas, representadas pela A) indústria, B) abertura de estradas, C) queimadas e D) desmatamento.



A) abertura de estradas.



B) indústria.



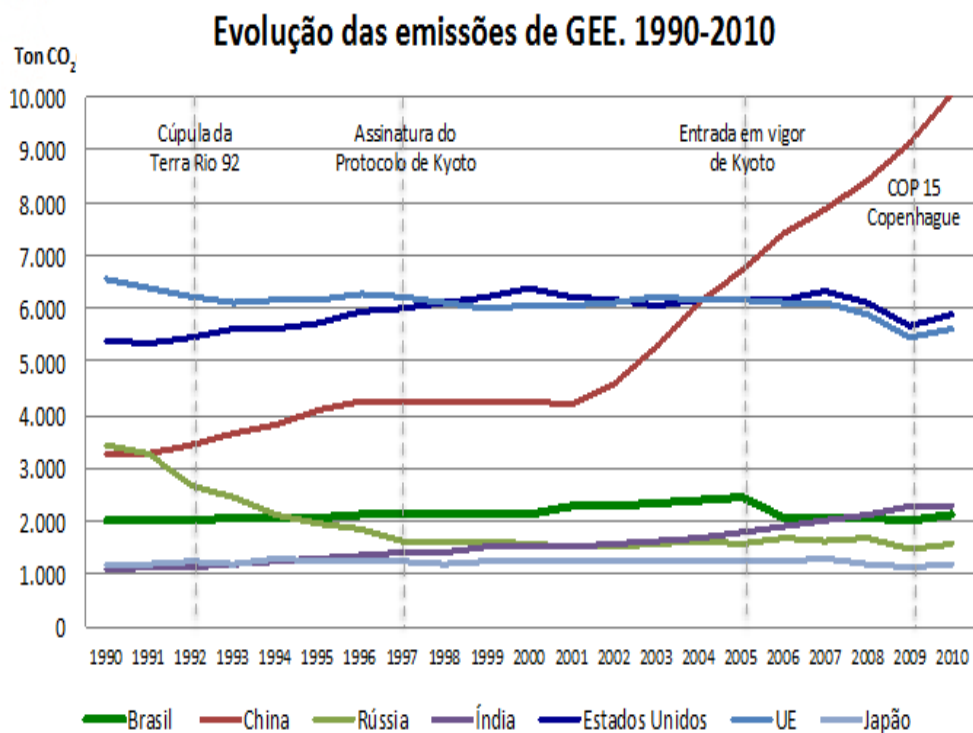
C) queimadas.



D) desmatamento.

No entanto, a industrialização e o nível de emissões avançaram nos países em desenvolvimento (Figura 7) e hoje os 37 países submetidos ao controle de emissões do Protocolo de Kyoto representam apenas 12% das emissões globais, de acordo com o Banco Mundial. Além disso, o país que por muitos anos foi o principal emissor de GEE – Estados Unidos – nunca ratificou o Protocolo (SPLENDORE e PARET, 2015).

Figura 7- Dados de emissão de gases de efeito estufa (GEE) 1990 a 2010.



Fonte: WRI, 2015.

No grupo dos países considerados desenvolvidos, a União Europeia (UE) está entre os líderes quanto ao nível de ambição das contribuições nacionais (INDC), com uma meta de 40% de corte de emissões de GEE em 2030 em relação ao nível de emissões de 1990.

Os Estados Unidos, por sua vez, anunciaram uma meta de 26% a 28% de redução de emissões de GEE até 2025, em comparação às emissões de 2005 (o que equivale a uma queda de 14% a 17% em relação ao nível de 1990) (SPLENDORE e PARET, 2015).

A Convenção do Clima traz como objetivo principal estabilizar a concentração de GEE na atmosfera em um nível seguro, que não comprometa a segurança alimentar e permita a adaptação natural dos ecossistemas (Figura 8), dentro de um modelo de desenvolvimento sustentável. É ainda imprecisa a extensão dos impactos das mudanças climáticas em âmbito regional, o que torna difícil definir qual seria exatamente o índice seguro de concentração de GEE (PBMCM, 2014).

Figura 8: Ecossistema amazônico.



Fonte: Freitas, 2014.

1.5 Ciclo do Carbono

As florestas de terra firme cobrem cerca de 70% da área do bioma da floresta amazônica (Figura 9) e são mais conhecidas em relação à ciclagem de nutrientes¹⁰, que se baseia em diversos mecanismos de “conservação” de nutrientes, especialmente na eficiente reciclagem da matéria orgânica produzida pela própria floresta. Isto envolve a assimilação de CO_2 da atmosfera, e água e nutrientes essenciais em forma de minerais do solo (ARTAXO et al., 2014)

Segundo Artaxo et al. (2014), em processos bioquímicos, como a fotossíntese e vários outros, são produzidas matéria orgânica e libera-se oxigênio. Uma parte dos compostos orgânicos produzidos é usada pelas árvores para sua manutenção, enquanto uma outra parte, permanece na árvore, gerando crescimento, em forma de tecidos que vão se constituir em madeira, raízes e folhas.

Figura 9: Visão das copas das árvores.



Fonte: Freitas, 2015.

Na Amazônia, vários projetos estão em andamento com o intuito de avaliar o funcionamento dos ecossistemas amazônicos. Dentre os quais destaca-se o projeto LBA - Experimento de Grande Escala da Biosfera e Atmosfera da Amazônia, que implantou uma vasta rede de medidas de fluxos de carbono, com cerca de 12 torres, utilizando a técnica de correlação de vórtices turbulentos. Outras medidas realizadas em paralelo, incluindo fluxos de calor e de vapor de água, fenologia, propriedades do solo, radiação, estão entre outras propriedades importantes registradas (PBMC, 2013).

No mesmo sentido, a rede RAINFOR - Rede Amazônica de Inventários Florestais que é uma colaboração internacional, a longo prazo, para compreender as dinâmicas dos ecossistemas da Amazônia, foi também estruturada para medidas de acumulação de carbono na vegetação desde o início da década de 90.

E atualmente, o observatório de torre alta da Amazônia (ATTO, sigla no inglês) que é um consórcio entre o INPA/MCTI, o Instituto Max Planck (Alemanha), a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e outras instituições parceiras. Trata-se de uma torre (Figura 10) de 325 metros de altura, sete a mais que a Torre Eiffel, na França para observação das mudanças climáticas (PEDROSA, 2015).

10. Ciclagem de nutrientes refere-se ao ciclo dos nutrientes que são absorvidos pelas raízes das plantas no solo, que ao se decomporem, voltam a disponibilizar esses nutrientes nas camadas mais superficiais facilitando sua absorção pelas plantas. Disponível em: <https://goo.gl/KRaOhJ>

O objetivo a longo prazo da ATTO é medir os impactos das MCGs nas florestas de terra firme da Amazônia por meio de medidas da interação da floresta com a atmosfera, além de servir para pesquisas inéditas de química da atmosfera (trocas gasosas, reações químicas e aerossóis), processos de transporte de massa e energia na camada limite atmosférica e processos de formação e desenvolvimento de nuvens (LEONEL, 2014).

Figura 10: Torre ATTO.



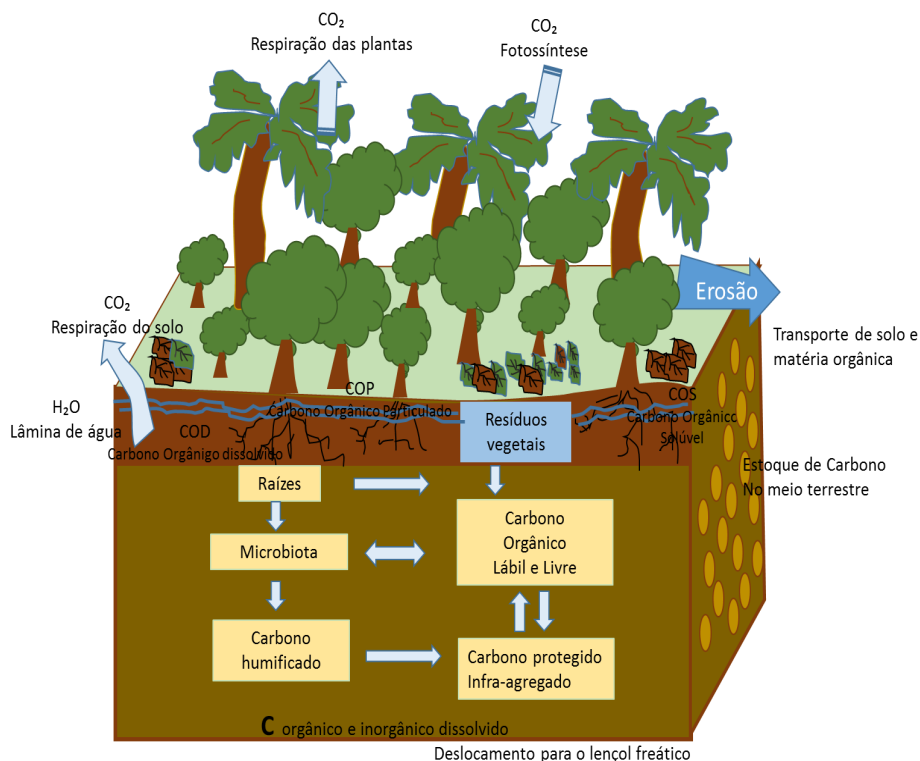
Fonte: Divulgação INPA.

Os resultados de algumas medidas de fluxo de carbono, realizada pelo projeto LBA a partir das torres implantadas na região, indicam que a Floresta Amazônica está acumulando carbono a uma taxa média de 0,5 ton C ha⁻¹ ano⁻¹. Este acúmulo de carbono tem forte variabilidade geográfica, dependendo da quantidade de nutrientes do solo, precipitação e disponibilidade de radiação solar. Não é claro ainda quais são os mecanismos responsáveis por esta acumulação de carbono pela vegetação amazônica. Esta absorção de carbono foi revertida em significativa emissão durante a seca de 2005, indicando que variáveis climáticas têm forte influência nos processos responsáveis pela absorção de carbono pela floresta (PBMC, 2012).

O carbono estocado nas frações do solo reforça a precaução atual em reduzir as explorações de áreas de florestas tropicais. No entanto, a exposição desse carbono em função de práticas de exploração, aliado ao efeito das mudanças no clima, pode conduzir a perdas substanciais do estoque contido no solo (MARQUES et al., 2013).

Marques et al. (2012; 2015) afirmam que áreas sob floresta armazenam quantidades importantes de COD (carbono orgânico dissolvido) e COS (carbono orgânico do solo) está distribuído nas suas frações, principalmente, na fração leve livre (FLL) e na fração argila (F-argila) (Figura 11).

Figura 11: Esquema representativo do Ciclo do Carbono.



Fonte: Freitas, 2015. Adaptado de <http://goo.gl/djKByy>

Os três principais processos responsáveis pelo acúmulo de carbono nos solos são a humificação, agregação e sedimentação. Ao mesmo tempo, os processos responsáveis pelas perdas de carbono no solo são a erosão, decomposição, volatilização e lixiviação. A agregação do solo (união de partículas de areia, silte e argila para formar pequenos torrões estáveis ao impacto da gota de chuva), é realizada pela ação de hifas de fungos e

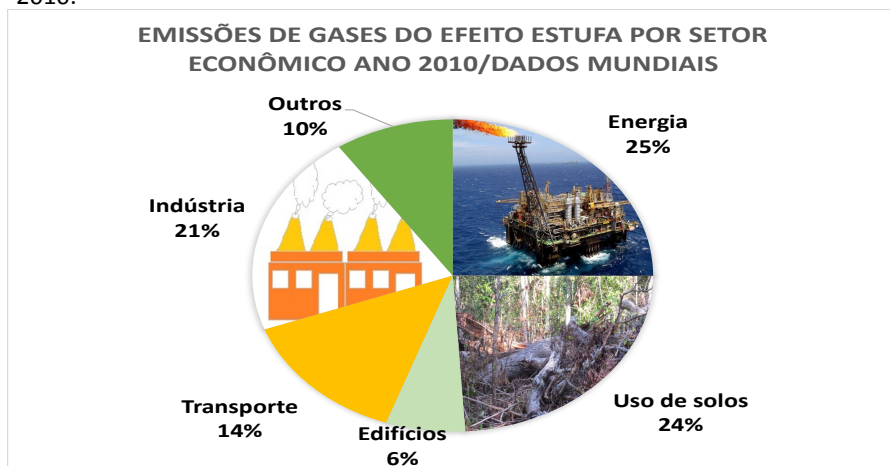
substâncias orgânicas provenientes das raízes das plantas ou dos produtos da decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos, vem sendo enfatizada como um dos fatores mais importantes para o acúmulo de carbono no solo (LAL, 1997).

1.6 Aquecimento Global *e os Principais responsáveis*

Diante as análises realizadas, o IPCC (2015) destaca em seu quinto relatório que a variabilidade climática e os extremos têm sido importante em muitos contextos de tomada de decisão. Riscos relacionados ao clima estão evoluindo ao longo do tempo devido tanto à mudança climática quanto ao desenvolvimento.

Torna-se evidente a necessidade de uma mudança de postura frente aos problemas ambientais que o planeta está enfrentando. No entanto, as atividades antropogênicas continuam liberando os GEE, vejamos alguns dados de liberação desses gases por setor econômico, escala global (Figura 12) e nacional (Figura 13).

Figura 12: Emissões de GEE por setor econômico, no mundo relativo ao ano de 2010.



Fonte: IPCC, 2014.

Os dados apresentados destacam o total de emissões antrópicas de GEE (Gt CO₂ eq /ano) por setores econômicos do Brasil, a partir de cinco setores econômicos em 2010 .

A porcentagem para o setor de energia é proveniente da produção de eletricidade e calor que são atribuídas a setores de energia de uso final. Os dados sobre as emissões da agricultura, silvicultura e outros usos da terra, compreendem as emissões terrestres de CO₂ devido a incêndios florestais e incêndios de turfa.

Figura 13: Emissões de GEE por setor econômico no Brasil, relativo ao ano de 2010.



Fonte: MCTI, 2013.

Os dados relacionados às emissões dos GEE's no planeta, mostram os setores de geração de energia como principal emissor, e o uso da cobertura de solo em segundo lugar.

O Brasil, tem parcela significativa nessas emissões relacionadas ao uso do solo quanto ao desmatamento ou a agropecuária.

Portanto, para o setor Mudança de Uso da Terra e Florestas, o Decreto no 7.390/2010 estabelece uma redução de 80% do desmatamento do bioma Amazônia em relação à média verificada entre 1996 e 2005 e de 40% do desmatamento do bioma Cerrado em relação à média entre os anos de 1999 a 2008. Essas reduções foram aplicadas sobre as projeções de emissões para 2020 nos dois biomas, compondo-se uma redução geral de 63,2% (MCTI, 2013).

O Brasil chegou a ser o terceiro maior emissor de gases de efeito estufa, mas com a queda do desmatamento, essas emissões tiveram redução expressiva, em especial no período de 2005 a 2010. Apesar deste decréscimo, o Brasil ainda está entre os dez países mais emissores, com emissão per capita muito similar à global: 7 toneladas de CO₂ por habitante/ano (AZEVEDO, 2014).

Os indicadores utilizados pelo MCTI (2013) para disponibilizar os dados de emissão dos GEE do Brasil, apresentados na figura 10, foram:

Energia – Emissões devido à queima de combustíveis e emissões fugitivas da indústria de petróleo, gás e carvão mineral. As emissões de CO₂ devido ao processo de redução nas usinas siderúrgicas foram consideradas no setor de Processos Industriais.

Processos Industriais – Emissões resultantes dos processos produtivos nas indústrias e que não são resultado da queima de combustíveis. Subsetores: produtos minerais, metalurgia e química, além da produção e consumo de HFCs e SF6.

Agropecuária – Emissões devido à fermentação entérica do gado, manejo de dejetos animais, solos agrícolas, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas.

Tratamento de Resíduos – Emissões pela disposição de resíduos sólidos e pelo tratamento de esgotos, tanto doméstico/comercial quanto industrial, além das emissões por incineração de resíduos e pelo consumo humano de proteínas.

Mudança de Uso da Terra e Florestas – Emissões e remoções resultantes das variações da quantidade de carbono, seja da biomassa aérea, seja do solo, considerando-se todas as transições possíveis entre diversos usos, além das emissões de CO₂ por aplicação de calcário em solos agrícolas e das emissões de CH₄ e N₂O pela queima de biomassa nos solos. O crescimento da vegetação em áreas consideradas manejadas gera remoções de CO₂.

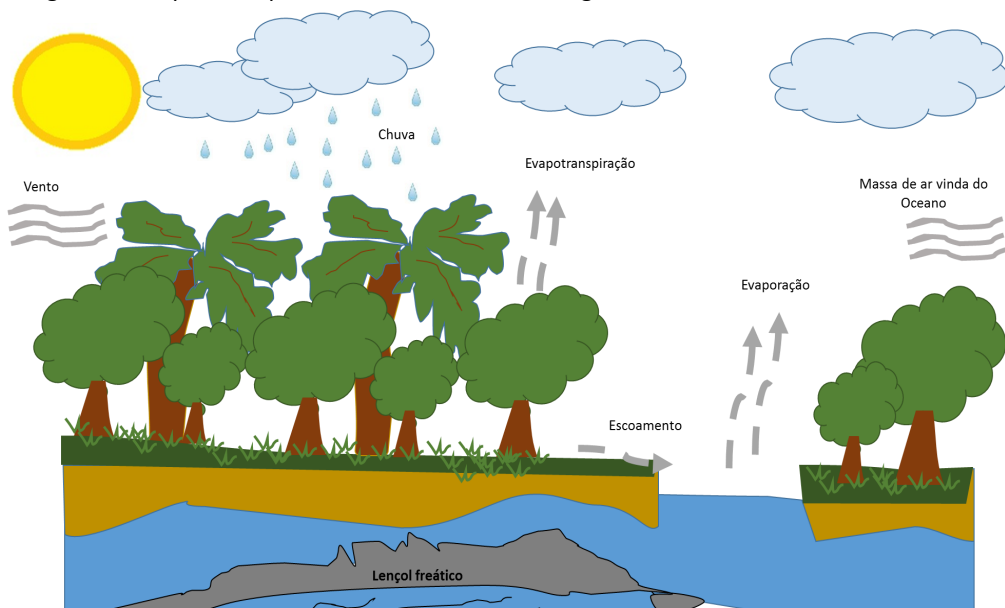
Os dados relacionados às emissões dos GEE's no planeta, mostram os setores de geração de energia como principal emissor, e o uso da cobertura de solo em segundo lugar. O Brasil, tem parcela significativa nessas emissões relacionadas ao uso do solo, quanto ao desmatamento ou a agropecuária.

1.7 Ciclo da Água

E Mudanças Climáticas Globais

O aumento da temperatura devido às MCGs tem efeitos diretos sobre o ciclo hidrológico (Figura 14) alterando os montantes pluviométricos, sua distribuição temporal e espacial (frequência de secas e enchentes), afetando, portanto, os processos hidrológicos tais como o escoamento e infiltração. Estas mudanças irão comprometer o armazenamento de água no solo e, conseqüentemente, a recarga dos aquíferos (MARENGO et al, 2010).

Figura 14: Esquema representativo do Ciclo hidrológico.



Fonte: Freitas, 2015. Adaptado de Soares, 2004.

Portanto, nesse contexto, é de se esperar que as mudanças climáticas afetem espacial e temporalmente os níveis dos aquíferos, o que tem consequência não apenas no abastecimento humano (Figuras 15 e 16) mas também afetam a capacidade de regularização dos grandes rios (com consequências para todos os usos da água, consultivos ou não) ou, mesmo indiretamente, atividades como a construção civil e a mineração (MARENGO et al, 2010).

Figura 15: Seca no Amazonas, 2014.



Fonte: Freitas, 2015.

Figura 16 : Enchente no Amazonas, 2015.



Fonte: Sobreira, 2015.

A adaptação às mudanças climáticas está de certa forma ligada à manutenção da água e seu papel no desenvolvimento da sociedade de modo geral. É necessário que enquanto formadores de opinião, sejamos capazes de perceber tal importância e colocarmos em prática a discussão sobre a as MCGs (Figura 17), com o intuito de suscitar uma mudança de comportamento frente a essas demandas.

Figura 17: Discussão sobre MCGs.



Fonte: Freitas, 2014

1.8 Amazônia

E Mudanças Climáticas Globais

Atualmente, algumas pesquisas (MARENGO, 2011; ARTAXO et al., 2014) revelam que o desmatamento e as queimadas (Figura 18) da floresta amazônica podem de alguma forma acelerar o aquecimento global e trazer algumas consequências como aumentar a frequência de fenômenos climáticos extremos e alterar inclusive os ciclos biogeoquímicos desequilibrando o meio ambiente.

Figura 18: Queimada.



Fonte: Farias, 2015.

Como ressalta Cândido et al. (2007) as MCGs já estão em curso. Elas provocam aumento generalizado da temperatura do ar e mudanças nos regimes de precipitação. Somente o aumento de temperatura já afetará a biodiversidade dos ecossistemas da Amazônia de maneira dramática.

Eventos extremos mais frequentes e intensos, como enchentes (Figura 19) e secas (Figura 20) prolongadas, são fatores adicionais de estresse para os ecossistemas e a vida das populações.

Figura 19: Enchente em Codajás/Amazonas.



Fonte: Maia, 2015.

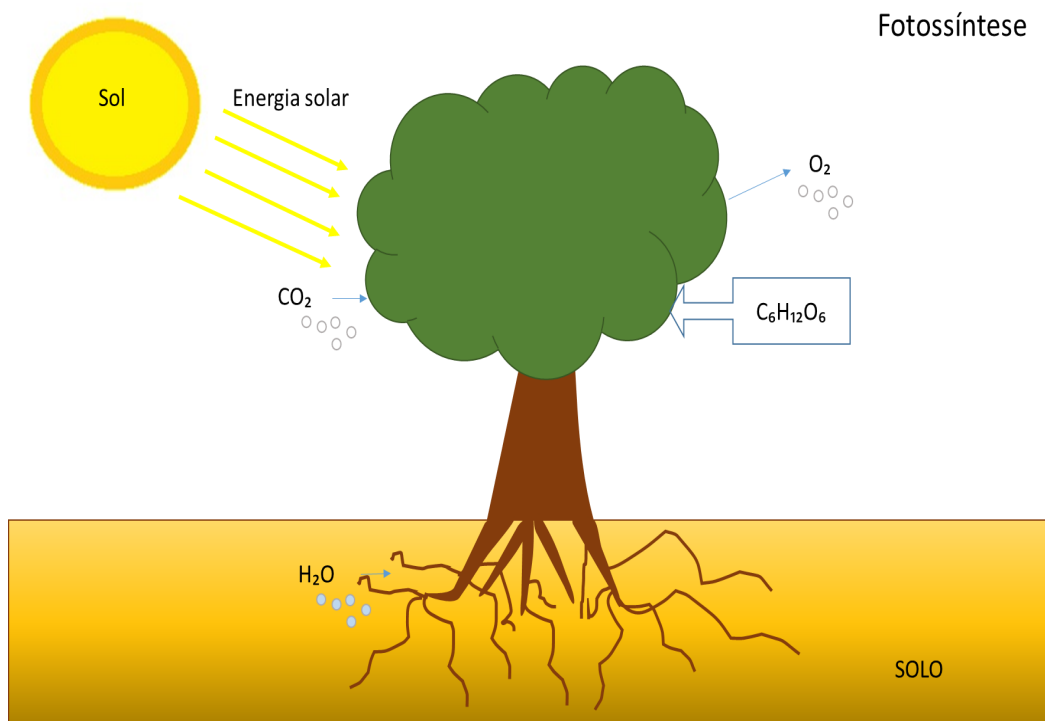
Figura 20: Igarapé da bacia do Educandos no período de seca em Manaus/Amazonas.



Fonte: Freitas, 2014.

A principal razão para a importância das florestas tropicais na questão das mudanças climáticas é o estoque de carbono que elas contêm e pela assimilação através da fotossíntese. Por meio da fotossíntese (Figura 21), as florestas absorvem o carbono da atmosfera e liberam o oxigênio. Esse carbono absorvido na forma de gás carbônico é transferido para todas as partes da planta. Assim, as florestas funcionam como grandes depósitos de carbono (HIGUICHI e CAMPOS, 2009).

Figura 21 esquema representativo da fotossíntese.



Fonte:Freitas, 2014. Adaptado de Pliessing A. F., 2008.

Alguns estudos apontam o quanto a floresta em pé (Figura 22) é muito importante para o Brasil e para o clima da Terra, pois é considerada um gigantesco reservatório de carbono. Calcula-se que a biomassa armazenada na matéria orgânica do solo e na vegetação seja de 100 a 120 bilhões de toneladas de carbono (DIAS, 2014).

Figura 22: Árvore em ambiente amazônico.



Fonte: Vilas Boas, 2015.

Em áreas de floresta primária (Figura 23) não perturbada o ar é tão puro como o ar oceânico. A diferença é que na Amazônia chove muito mais do que nos oceanos. Isso ocorre porque a floresta produz as suas próprias “sementes” de nuvens, os Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), um suprimento instantâneo e constante de núcleos de condensação na atmosfera, promovendo a formação de gotas e nuvens. Esse mecanismo de chuva é retro-alimentado e estável. Assim, a floresta tropical mantém o ar úmido e livre de excesso de poeira. Por sua vez, a atmosfera úmida mantém a floresta tropical saudável (NOBRE, 2005).

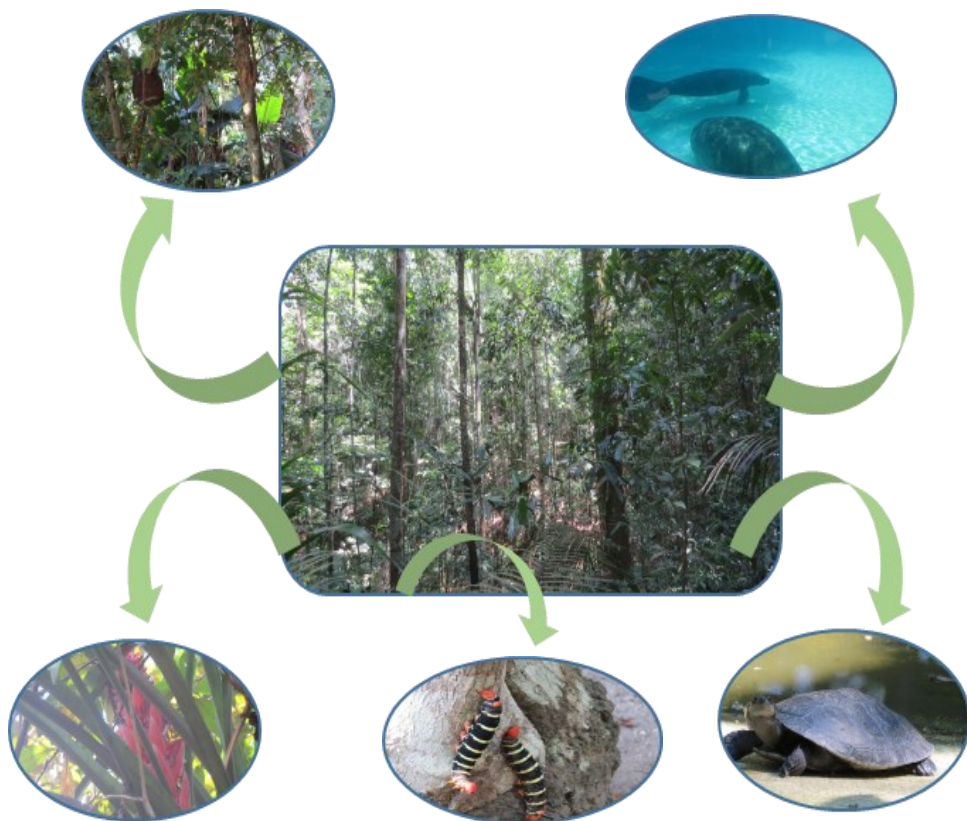
Figura 23: Área de floresta primária.



Fonte: Vilas Boas, 2015.

Portanto, percebemos a importância das pesquisas e divulgação sobre as MCGs e sua influência nos ecossistemas como um todo, principalmente, no que tange à floresta amazônica. A conservação dos ecossistemas amazônicos (Figura 24), permite que os serviços ambientais disponibilizados pela floresta estejam disponíveis, mantendo o equilíbrio necessário para a manutenção da vida no planeta Terra.

Figura 24: Esquema representativo das interações ecológicas no ecossistema amazônico.



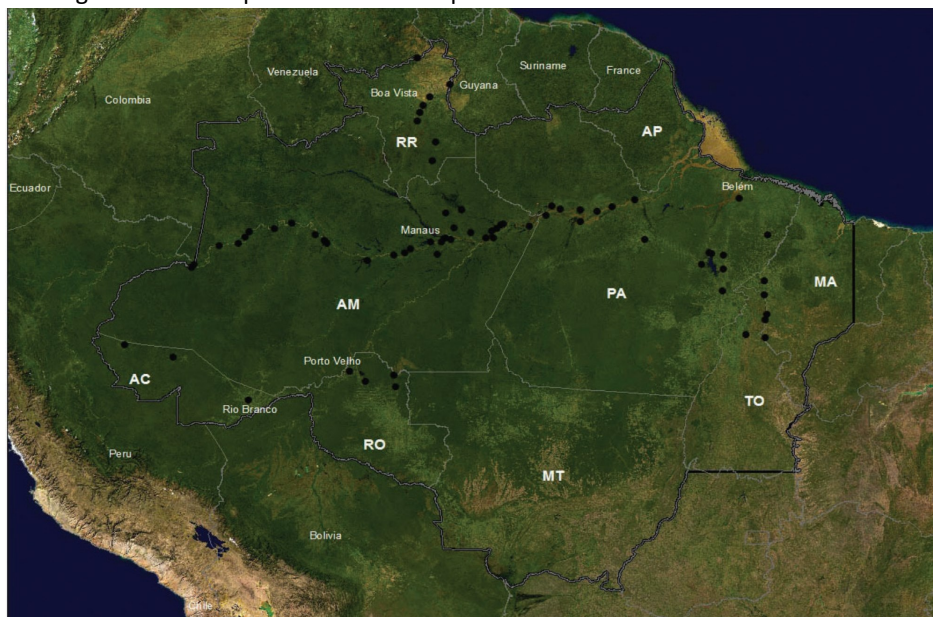


2 ALGUNS ESPAÇOS AMAZÔNICOS PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE AS MCGs

Baseado no que vimos até o momento, percebe-se que o ambiente amazônico, rico em diversidades de recursos naturais, proporciona um laboratório com inúmeras alternativas para a elaboração de estratégias didáticas para o ensino das MCGs.

A Floresta Amazônica (Figura 26) é a maior floresta tropical do mundo e ocupa uma região de aproximadamente 6,7 milhões de km². Mais da metade (60%) da Floresta Amazônica, o que abrange uma área de 4,1 milhões de km², se encontra em território brasileiro. Além do Brasil, a bacia hidrográfica do Amazonas compreende partes da Bolívia, Colômbia, Equador, Guianas, Peru, Suriname e Venezuela (IBGE, 2004).

Figura 26: Mapa da Floresta amazônica vista do espaço, contendo a maior área contígua de floresta primária em nosso planeta.



Fonte: Artaxo et al., 2014.

Além da floresta tropical úmida, dominante na região, a Amazônia compreende outros tipos de habitat: savanas, florestas de montanha, florestas abertas, florestas de várzea, pântanos, florestas de bambu e de

palmeiras. Essa imensa variedade de habitat se traduz numa enorme diversidade de flora e fauna encontrada na Amazônia (FERREIRA et al, 2010).

Considerando a diversidade de recursos naturais encontrados na região amazônica, com ambientes propícios a serem explorados para fins educacionais, foram selecionados alguns espaços regionais amazônicos para demonstrar a importância deles frente às MCGs.

Os ambientes estudados (Figura 26), possuem características favoráveis para o ensino sobre MCGs, pois apresentam considerado estoque de carbono na biomassa, na MOS, sendo de suma importância na manutenção do carbono no ecossistema terrestre, bem como na regulação do ciclo da água.

Figura 26: Ambiente amazônico.



Fonte: Freitas, 2014.

Alguns ENFs têm se constituído como um campo para diversas pesquisas em Educação que procuram compreender as relações entre os ENFs e a Educação formal. Concomitantemente, esses locais são utilizados por alunos e professores para a obtenção de conhecimentos científicos pelas potencialidades que apresentam em favorecer o trabalho interdisciplinar, a contextualização, a motivação, a divulgação da ciência e da tecnologia promovendo a educação científica (PRAXEDES, 2009).

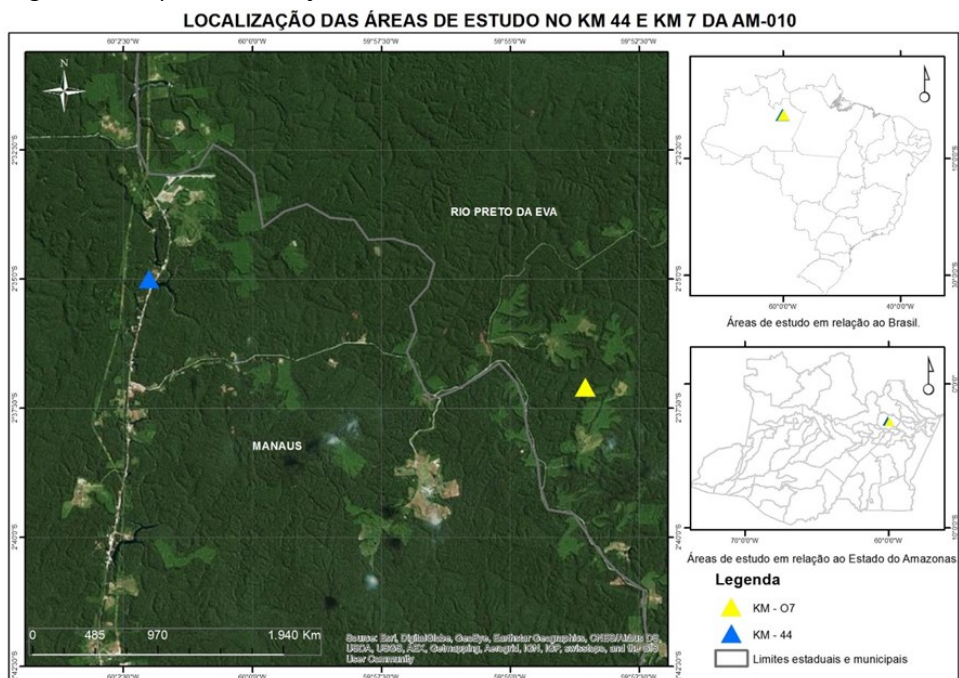
As aulas em ENFs favorecem a observação e a problematização dos fenômenos naturais. Segundo Almeida e Terán (2011), a visita a ENFs é uma estratégia para o ensino e aprendizagem, podendo corroborar com o conteúdo estudado em sala de aula. Nesses ambientes, o aluno tem a possibilidade de realizar observações in loco de seres vivos (plantas, animais e fungos) que não é possível em sala de aula.

A seguir apresentaremos as áreas utilizadas para a realização da pesquisa que foi desenvolvida no decorrer do MPET, iniciando com a identificação da área e, por conseguinte, a descrição do ambiente.

2.1 Identificação da Área

O presente estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica da Campina/Campinarana (Figura 27), com potencial para o ensino, pertencente ao INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), apresentando uma área de 900 ha, localizada no km 44 da Br-174 ($02^{\circ}35' S$ e $60^{\circ} 02' W$), com tipo de formação vegetal arbustiva-arbórea-graminóide, diferente das imponentes florestas amazônicas, e em uma Floresta Primária, situada no município de Presidente Figueiredo, com 374.700 ha, ao norte de Manaus próximo ao Km-7 da AM-240 ($01^{\circ}11'35''$ a $02^{\circ}16'02'' S$ e $59^{\circ}17'24''$ a $60^{\circ} 25'12'' W$, que liga a BR-174 à Vila de Balbina.

Figura 27: Mapa de localização da área.



Fonte: Basto, 2015.



2.2 ÁREA DE CAMPINARANA

Figura 28: Área de Campinarana e seus componentes.



Fonte: Freitas, 2014.

CAMPINARANA

Campinarana (Figura 28), são formações vegetais que ocorrem em áreas de clima úmido e solos arenosos predominantemente hidromórficos da Amazônia (ANDERSON, 1981).

A campinarana (falsa campina), traz uma impressão de que no seu interior, há uma maior entrada da luz do sol, as folhas de muitas das plantas, além de espessas, têm coloração verde pálida e os troncos de muitas árvores são claros, quase brancos (OLIVEIRA, 2001).

A vegetação de campinarana (Figura 29) é caracterizada por apresentar uma formação vegetal mais contínua que a campina (Anderson et al., 1975), com reduzida entrada de radiação solar, com estratificação complexa, sendo uma variação de floresta densa (Anderson, 1981; Braga, 1981), estrato herbáceo quase ausente (Guillamet, 1987), árvores com altura máxima de 20m, tortuosas, com lianas, com epífitas (bromélias e orquídeas), com grande espessura do caule, tendo menor taxa de decomposição da liteira do que a campina (Jordan, 1985b; Medina et al., 1990), com formação de húmus verdadeiro devido a grande produção de liteira. As campinaranas são caracterizados por solos arenosos da classe Espodossolo Cárbico Hidromórfico (Embrapa, 2006), com alta condutividade hidráulica do solo e alta infiltração da água no solo.

Figura 29: Área de campinarana estudada.



Fonte: Freitas, 2014.



2.3 ÁREA DE CAMPINA

Figura 30: Área de Campina e seus componentes.



Fonte: Freitas, 2014.

CAMPINA

A Campina aberta arbustiva (Figura 30) é uma formação vegetal esclerófila, com porte muito baixo ($< 3\text{m}$) para os padrões da vegetação amazônica, restrita a manchas de vegetação com alta incidência lumínica ao nível do solo, e fisionomicamente muito semelhante às moitas arbustivas das restingas litorâneas (SILVEIRA, 2003).

A Campina (Figura 31), é caracterizada por apresentar pouca espécie de plantas do tipo arbórea, ocorrendo mais plantas do tipo arbustos da classe *Miconia* (Rubiaceae) e *Pagamea Duckei* (Melastomataceae), distribuídas de maneira esparsas, bem como líquens (Richards, 1996), principalmente do gênero *Cladonia*. O solo apresenta-se desprotegido de material orgânico, sem formação de húmus.

Figura 31: Área dde Campina, solo arenoso.



Fonte: Freitas, 2014.



2.4 ÁREA DE FLORESTA PRIMÁRIA

Figura 32: Área de floresta e seus componentes.



Fonte: Freitas, 2014.

FLORESTA PRIMÁRIA

Floresta primária (Figura 32) é o habitat de muitas espécies de animais e plantas, com uma grande quantidade de biomassa. Ela é de suma importância para a vida do ser humano, oferecendo vários fatores que contribuem para o equilíbrio do ecossistema e de ordem climática.

A Floresta Primária (Figura 33) faz parte de uma Área de Preservação Ambiental (APA) prevista no artigo 16º da Lei Complementar Nº. 53/2007, que constituiu o SEUC (Sistema Estadual de Unidades de Conservação), possuindo um Plano de Manejo. Tanto o Plano de Manejo como a APA são fatores importantes para realização deste estudo, uma vez que o estudo pode servir de subsidio para o Plano de Manejo norteando diretrizes do uso da mesma, maximizando a conservação da área, bem como despertando a conscientização ambiental sobre a importância desses ambientes em termos das MCGs.

A formação vegetal predominantemente do tipo Floresta Ombrófila Densa Submontana (PMPF, 2004). Na composição biótica, a vegetação da área da Caverna do Maroaga e seu entorno, embora fragmentada, pertence às seguintes formações: Floresta Ombrófila Densa, Campinarana Florestada, Campinarana Arborizada e Floresta Secundária, o que demonstra que ainda se encontra bastante preservada.

Figura 33: Floresta primária.



Fonte: Freitas, 2014.

2.5 Importância dos Ambientes Regionais

Para o Ensino das Mudanças Climáticas Globais

Os motivos para a escolha dessas áreas devem-se por serem ambientes de fácil acesso, apresentando uma diversidade de flora representativa dos ambientes amazônicos. Um outro aspecto para a escolha está relacionado a vulnerabilidade dessas áreas quanto ao aspecto antrópico como os identificados na área da Caverna do Maroaga e seu entorno, destacando-se o relacionado à proximidade da Rodovia BR-174, que gera os impactos decorrentes da implantação de estradas para assentamentos agrícolas.

Tais assentamentos tendem a ampliar ainda mais o processo de devastação ambiental caso não sejam adotadas medidas rigorosas de fiscalização e controle da ocupação e uso das terras em conformidade com a existência da Área de Proteção Ambiental. Assim como as rodovias e estradas de acesso, as linhas de transmissão causam um impacto visual e ambiental por causa da manutenção constante, além de serem utilizadas como meio de acesso e ocupação de novas áreas.

No caso das campina/campinarana, pela proximidade ao Município de Manaus, as invasões e extrações de recursos naturais são eminentes, além de serem constituídas por solos predominantes arenosos, mais suscetíveis a exploração devido execução de planos de recuperação, caso sejam desmatados. Além disso, são ambientes característicos amazônicos (Figura 34), proporcionam vários serviços ambientais que podem ser alterados.

Figura 34: Área de campinarana.



Fonte: Freitas, 2014.

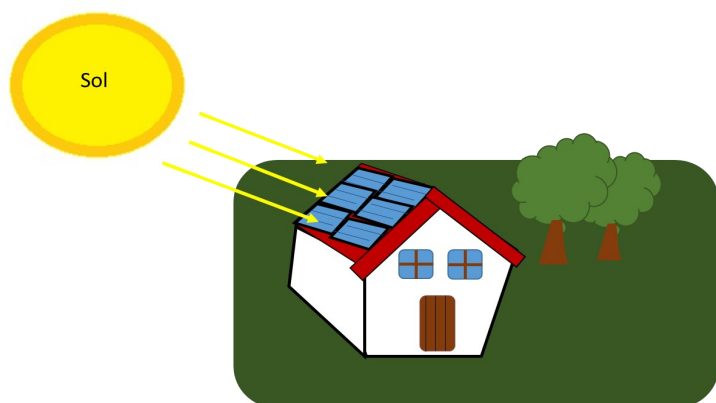
Os ambientes estudados mostram grande potencial quanto ao seu armazenamento de carbono como indicam Marques et al., (2013 p. 8):

Os solos sob floresta amazônica têm um grande potencial para estocar carbono, sendo influenciados pelas propriedades físicas do solo. Os solos arenosos apresentam grande potencial de armazenamento temporário de carbono, que pode ser facilmente perdido para o ambiente em situações de exploração devido as características físicas do solo. Os valores totais de estoques de carbono reforçam a precaução atual em reduzir as explorações de áreas de floresta tropical devido às possíveis emissões do carbono do solo para a atmosfera, principalmente, nas áreas de baixio (solos arenosos), devido a fragilidade física desses solos. 62

As MCGs e a conservação da biodiversidade são intimamente ligadas por vários motivos. Tanto as funções climáticas como as de biodiversidade de florestas tropicais são vulneráveis frente aos impactos catastróficos que têm sido anunciados para a Amazônia (FEARNSIDE, 2008).

O cenário climático atual exige a adoção de novas escolhas (Figura 35) no estilo de vida de nossa sociedade, mudanças individuais e coletivas na relação com o meio natural, rupturas paradigmáticas, mudanças de valores no uso e na apropriação dos recursos e fontes energéticas e na experimentação de diferentes alternativas de postura em relação à manutenção da vida na Terra. Essas mudanças significam um imenso desafio. É notória a constatação de um distanciamento entre a compreensão do fenômeno Mudanças Climáticas e a relação com o dia a dia das pessoas (TAMAIIO, 2013).

Figura 35: Esquema representativo sugerindo uso de placas solares para geração de energia.



Muitos pesquisadores afirmam que as MCGs são uma realidade e que seus agravantes estão relacionados às práticas da humanidade. Portanto, convêm aos pesquisadores e educadores ambientais, um olhar atento sobre os efeitos e vulnerabilidades a que todos estamos expostos. Os desafios que se colocam aos educadores para conter e minimizar a crise ambiental que vem acelerando os efeitos dessas mudanças é uma questão de responsabilidade e cidadania global (GUERRA, 2013).

Considerando que a Amazônia é amplamente exaltada devido a sua importância no contexto das MCGs, surge a necessidade da inserção deste tema nos diferentes níveis de ensino. Para isso, os professores devem estar preparados para tal discussão, já que existem diferentes formas para a abordagem do referido tema, ficando a critério do professor a escolha de melhor lhe convêm.

A seguir apresentaremos uma proposta de estratégia desenvolvida para o ensino sobre MCGs, utilizando espaços amazônicos para o desenvolvimento das atividades, aliados ao espaço formal de sala de aula. A atividade foi desenvolvida com alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAM.



3 ESTRATÉGIA PARA O ENSINO SOBRE MCGS

As discussões sobre as MCGs aliada a uma proposta de uso de espaço formal e não formal de ensino proporciona uma compreensão a respeito das relações complexas que envolvem o tema, relacionando-o à importância da preservação e conservação da Amazônia e favorecendo uma reflexão sobre os problemas ambientais.

3.1 Espaços de Aprendizagem

Formal, Informal, Não formal

Para melhor compreensão a que nos referimos quanto a espaço formal, informal e não formal, descreveremos a seguir algumas definições.

O espaço formal é o espaço escolar, que está relacionado às Instituições Escolares da Educação Básica e do Ensino Superior, definidas na Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Já os ENFs, segundo Jacobucci (2008, p 56), estão classificados em duas categorias:

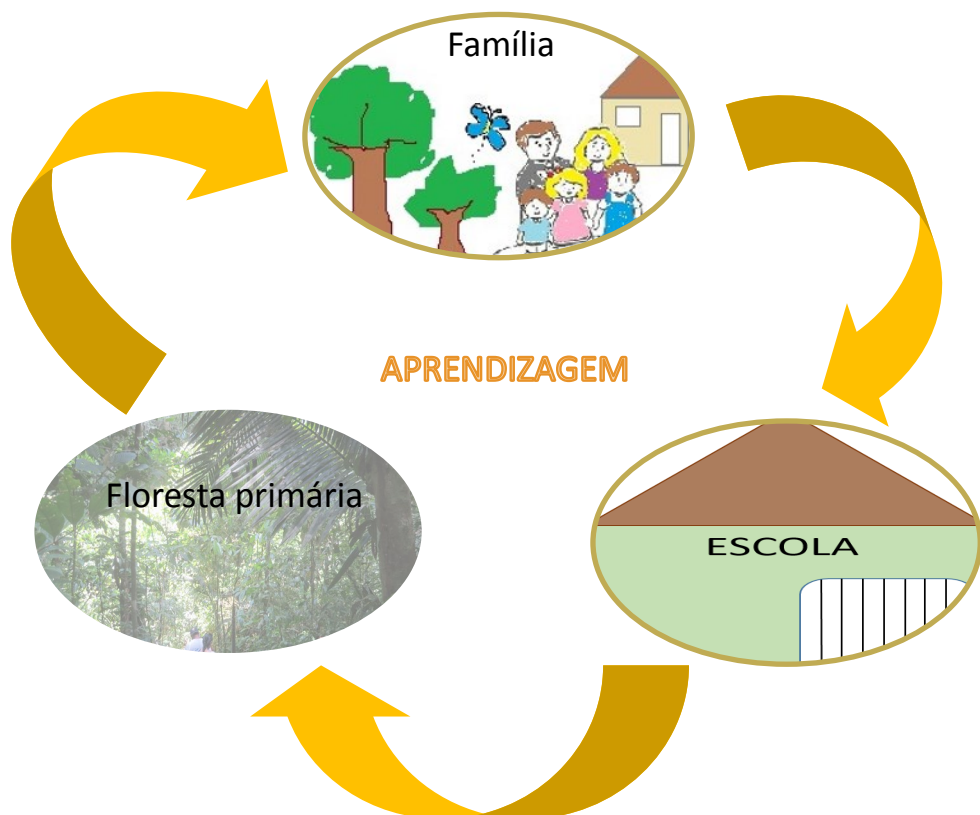
Locais que são Instituições e locais que não são Instituições. Na categoria Instituições, podem ser incluídos os espaços que são regulamentados e que possuem equipe técnica responsável pelas atividades executadas, sendo o caso dos Museus, Centros de Ciências, Parques Ecológicos, Parques Zoobotânicos, Jardins Botânicos, Planetários, Institutos de Pesquisa, Aquários, Zoológicos, dentre outros. Já os ambientes naturais ou urbanos que não dispõem de estruturação institucional, mas onde é possível adotar práticas educativas, englobam a categoria Não-Instituições. Nessa categoria podem ser incluídos teatro, parque, casa, rua, praça, terreno, cinema, praia, caverna, rio, lagoa, campo de futebol, dentre outros inúmeros espaços.

Contudo é necessário distinguir as diferenças entre os conceitos de educação formal, não-formal e informal (Figura 36).

(...) a educação formal é aquela desenvolvida nas escolas, com conteúdos previamente demarcados; a informal como aquela que os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização na família, bairro, clube, amigos etc., carregada de valores e culturas próprias,

pertencimento e sentimentos herdados; e a educação não-formal é aquela que se aprende “no mundo da vida”, via os processos de compartilhamento de experiências, principalmente em espaços e ações coletivos cotidianos (GOHN 2006, p. 28).

Figura 36: Esquema representativo dos espaços de aprendizagem.



Fonte: Freitas, 2015.

Os ambientes de ensino não-formal assumem cada vez mais um papel de grande relevância na educação em, para e sobre Ciências [...], sendo considerados como espaços ideais de articulação do afetivo, do emotivo, do sensorial e do cognitivo, do abstrato e do conhecimento intangível, da (re)construção do conhecimento (RODRIGUES e MARTINS, 2005).

Com o intuito de proporcionar um ensino aprendizagem com qualidade e que seja duradouro e motivador, hoje o professor faz uso das mais diversas estratégias (Figura 37) para alcançar os objetivos propostos, pois vários estudos tem mostrado que sair do eixo da escola tem proporcionado diversos ganhos para o processo de ensino e aprendizagem.

Figura 37: Atividade com os alunos de LCB em sala de aula.



Fonte: Freitas, 2014.

3.2 O Panorama das MCGs

Um estudo a partir do Curso de

Licenciatura em Ciências Biológicas

Pesquisas apontam a necessidade de relacionar o que os alunos vivem no seu cotidiano com os conhecimentos científicos produzidos na escola, ressignificando os conceitos prévios. Daí a importância de tratar as questões ambientais no currículo, tanto do ponto de vista do conteúdo científico como de uma necessidade de mudança do comportamento humano frente aos problemas ambientais, ocasionados pela humanidade (BRASIL, 1997).

Segundo Jacobi (2011), o governo federal tem demonstrado interesse em qualificar o sistema educacional por meio de um maior envolvimento com o tema da Mudança Climática, efetivado com a organização de conferências e a produção de materiais didáticos.

Todavia, o alcance dessas iniciativas é diferenciado em cada região do país. Dados locais e regionais para análise sobre os projetos e a implementação dos programas são ainda insuficientes. Por essa razão, somente os dados federais são registrados e, ainda, pouco socializados (JACOBI et al., 2011).

Por essas e outras questões, percebemos a necessidade de realizar o estudo relacionado ao tema MCGs, e a partir da pesquisa desenvolvida no IFAM, ficou evidente a necessidade de ampliar a discussão acerca das

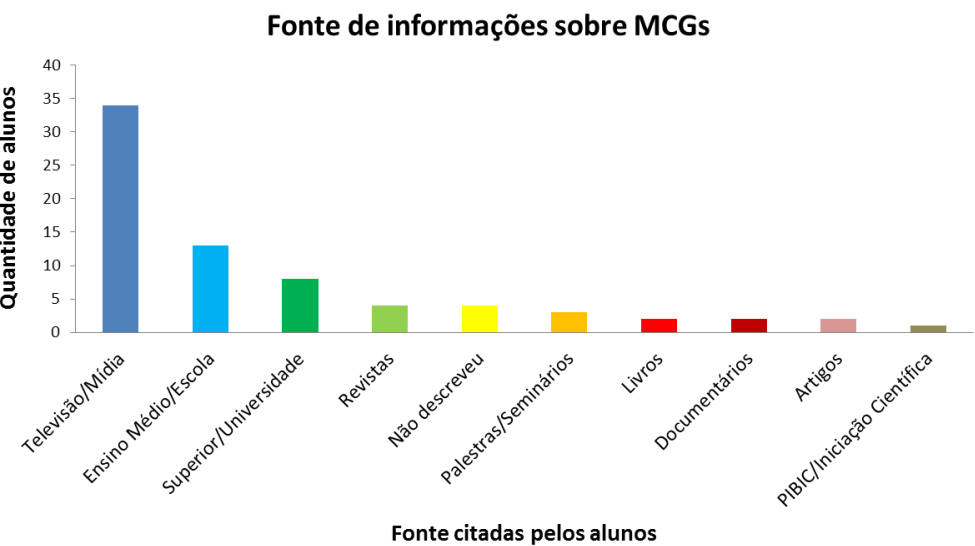
MCGs, subsidiado nos documentos norteadores da Educação Formal, nos quais percebemos uma grande lacuna em relação a abordagem do referido tema no teor da legislação vigente.

A análise no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (PPC) nos indicou a ausência do conteúdo sobre MCGs e, conseqüentemente, nas ementas das disciplinas no eixo obrigatório também, estando presente apenas na disciplina de Desenvolvimento sustentável e Políticas Públicas pertencente ao quadro de disciplinas optativas.

Contudo, mesmo não estando presente o conteúdo MCGs, no PPC de LCB do IFAM, os professores destacaram que discutem sobre MCGs, principalmente, quando aparecem relacionadas à conteúdos que contemplam tal abordagem.

Por meio do diagnóstico realizado com os alunos, podemos perceber que todos já ouviram falar sobre as MCGs e que esta discussão foi mediada mais frequentemente pela mídia (Figura 38) o que pode ter conduzido os alunos à conceituarem MCGs apenas num senso comum (Figura 39).

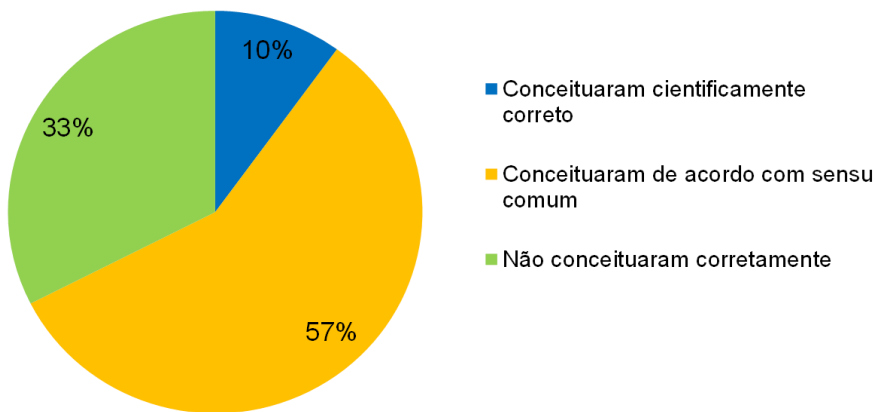
Figura 38: Frequência das respostas dos alunos quanto à fonte das discussões sobre MCGs.



Fonte: Questionário aplicado aos alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 39: Frequência das respostas dos alunos quanto ao seu entendimento sobre MCGs.

O que você entende por Mudanças Climáticas Globais?



Fonte: Questionário aplicado aos alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

É de suma importância a discussão sobre os conhecimentos relativos as MCGs a nível de ensino como forma de difundir numa linguagem mais compreensível e de fácil acesso. Um indicador importante que foi destacado pelos alunos refere-se ao processo de ensino aprendizagem, do qual apontam uma necessidade de dinamizar a discussão em torno deste tema, sugerindo que, além das aulas teóricas, os professores realizem práticas de laboratório e de campo, porque as aulas teóricas não são suficientes para a compreensão desse assunto.

A partir do diagnóstico realizado durante a pesquisa, foi construído um roteiro para o desenvolvimento de atividade a ser desenvolvida em ENF, que norteará ações do professor. Também foi construído um roteiro de visita para a condução de atividade didática, contemplando os conceitos sobre MCGs.

O roteiro de estudo, desenvolvido para o aluno, apresentou orientações para observação dos ambientes quanto ao tipo de solo, características das plantas, liteira, sistema radicular, húmus, matéria orgânica do solo (MOS) e umidade no solo e na liteira. Ainda apresenta questões abertas e fechadas, que os alunos utilizaram para acompanhar a atividade prática, respondendo-as e entregando na aula seguinte.

Os roteiros utilizados e a experiência desenvolvida, estão sendo apresentadas a seguir, finalizando a atividade com uma representação do ambiente estudado e suas relações com as MCGs, por meio de mapas mentais, que foram desenvolvidos pelos alunos após a atividade.

Segundo Kozel (2001), o mundo percebido através da apreensão dos significados provoca a construção mental, na qual a razão não decodifica essas imagens. Essas imagens foram denominadas, a princípio, de mapas cognitivos, mapas conceituais e posteriormente mapas mentais. A partir da década de 60, em busca de novas perspectivas de comunicação, houve a preocupação de desvendar essa imagem. O arquiteto americano Kevin Lynch, foi um dos pioneiros a associar a percepção do meio ambiente ao comportamento e ação humana, a partir de mapas mentais (KOZEL, 2001).

3.3 Roteiro Didático sobre MCGs em ENF

Professor

A partir da realização do presente estudo foi possível elaborar um roteiro didático para o ensino sobre os conceitos básicos sobre MCGs em ENFs. Para tanto, enumera-se a seguir uma série de etapas a serem seguidas, que podem ser adaptadas conforme o ecossistema utilizado.

Objetivo Pretendido

- * Utilizar os ENFs para o ensino dos conceitos básicos em torno das MCGs;
- * Destacar a importância dos espaços amazônicos para a conservação e preservação de seus recursos naturais.

Orientações

1. Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos em relação às MCGs, que pode ser obtido a partir da aplicação de questionário.
2. Definir a forma de explanação do tema.
3. Realizar pesquisa bibliográfica para a contextualização e fundamentação teórica sobre as MCGs, destacando trabalhos que tenham sido realizados nos ENFs quanto aos GEE.

Orientações

4. Selecionar e conhecer os ecossistemas antes da atividade como forma de verificar o melhor procedimento a ser utilizado no ato da visita, contemplando assim processos de observação, ressignificação e aprendizado.
5. Construir um roteiro de visita que proporcione aos alunos um direcionamento das observações a serem realizadas nos ambientes durante a atividade prática.
6. Caminhar nos ENFs despertando o caráter investigativo e interesse nos alunos através de perguntas pontuais que relacionem os elementos do ambiente com as MCGs.
7. Solicitar que os alunos façam observações sobre o que estão percebendo no ambiente no ato da visita.
8. Caracterizar os ENFs quanto as suas características físicas, químicas, biológicas e hidrológicas.
9. Explicar o ciclo do carbono destacando os elementos essenciais que estão presentes no ENFs visitado tais como: biomassa viva e morta, liteira fina e grossa, Húmus, MOS, organismos, solo, COS (carbono orgânico do solo), COD (carbono orgânico dissolvido), COP (carbono orgânico particulado).

Orientações

10. Explicar o ciclo da água destacando os elementos essenciais que estão presentes no ENFs visitado tais como: infiltração, percolação, evapotranspiração, transpiração e escoamento superficial, escoamento pelo tronco das árvores.
11. Reconhecer como cada componente do ecossistema como: biomassa viva e morta, MOS, liteira fina e grossa, organismos, solo e rios/lagos/igarapés podem contribuir direta ou indiretamente para as MCGs, a partir do momento que forem alterados, bem como conceituá-los.
12. Verificar as vulnerabilidades dos ambientes.
13. Descrever a importância ecológica dos ambientes como forma de mitigar os efeitos negativos das MCGs, promovendo a conscientização ambiental para a preservação dos recursos naturais.
14. Solicitar do aluno que faça um desenho do ambiente, relacionando as características do mesmo com os conceitos desenvolvidos, para avaliar a percepção ambiental dos alunos.
15. Avaliar a aplicação da atividade nos ENFs por meio da socialização, verificando aspectos positivos e negativos em relação ao processo ensinoaprendizagem.

3.4 Roteiro de Estudo

Aluno

A atividade permitiu que os alunos tivessem a oportunidade de estar em contato direto com a riqueza e complexidade de um ambiente natural amazônico, que funcionou como laboratório rico a ser explorado a partir dos recursos naturais existentes, sempre relacionando-os aos conhecimentos sobre MCGs.

Objetivo Pretendido

- * Orientar os alunos quanto aos ambientes visitados, destacando os componentes a serem observados;
- * Verificar os conhecimentos adquiridos a partir da atividade, comparando-os aos conhecimentos prévios.

Orientações

1. O espaço que você está visitando é:

() formal () não formal () informal

Justifique.

2. Qual o objetivo desse espaço na construção do conhecimento sobre mudanças climáticas?

3. De que forma esse ambiente pode contribuir para as mudanças climáticas globais?

Orientações

4. Quais elementos contidos neste ambiente podem influenciar diretamente nas mudanças climáticas globais?

5. Por que é importante preservar esse ambiente?

6. Registrem as suas experiências neste ambiente por meio de fotos e observações escritas em relação aos recursos naturais em forma de:

- a) fauna b) solo c) água d) flora
- e) registrar por escrito no caderno de campo localização, data e características gerais dos materiais.

7. Resignifique um conceito em relação aos recursos naturais aproveitando o máximo de descrição espontânea, abordando a importância da preservação do(a) solo, flora e água para a mitigação das mudanças climáticas globais?

8. Comparar os conceitos construídos sobre espaço não-formal elaborados por você com o conceito científico das literaturas.

9. Verificação da aprendizagem:

- a) Na sua opinião, quais os ganhos observados quanto as questões de aprendizado para a ressignificação dos conceitos em relação a importância da preservação dos recursos naturais observados neste ambiente como forma de mitigar o efeito das mudanças climáticas globais?
- b) Cite exemplos práticos que correlacionam os ensinamentos aprendidos sobre a importância da Amazônia no cenário das mudanças climáticas globais com os adquiridos neste ambiente?

3.5 Atividade em Espaço Não Formal (ENF)

Espaços Regionais Amazônicos

A atividade permitiu que pudéssemos discorrer sobre vários conceitos que envolvem MCGs de uma forma prática, (Figura 40) permitindo que os alunos tivessem a oportunidade de estar em contato direto com a riqueza e complexidade de ambientes amazônicos, os quais funcionaram como laboratório de ensino com grande diversidade devido as suas características. Os alunos foram conduzidos a ressignificar os conceitos sobre MCGs, bem como refletir sobre a importância da conservação e preservação dos recursos naturais, para a mitigação dos efeitos das MCGs.

Figura 40: Aula no espaço não formal.



Fonte: Freitas, 2014.

Figura 41: Atividade na área de campina.



Fonte: Freitas, 2014

A Campina (Figura 41) foi caracterizada por apresentar solos arenosos, reduzida espécie de plantas do tipo arbórea com mais plantas do tipo arbusto da classe *Miconia* (Rubiaceae) e *Pagamea* Ducke (Melastomataceae), distribuídas de maneira esparsas, apresentando uma rápida infiltração de água no solo, bem como evaporação. Salientou-se que o solo apresentava-se desprotegido de material orgânico, sem formação de húmus.



Figura 42: Solo área de Campina.



Fonte: Freitas, 2014.

Solo arenoso

Desprotegido de liteira

Sem formação de humus

Rápida infiltração de água no solo

A campinarana (Figura 43), foi caracterizada por apresentar também solos arenosos, com reduzida entrada de radiação solar, boa infiltração da água no solo, estratificação complexa, sendo uma variação da floresta densa, árvores com altura máxima de 20m, tortuosas, com lianas, com epífitas (bromélias e orquídeas), com grande espessura do caule, tendo menor taxa de decomposição da liteira do que a campina, com grande quantidade de liteira sobre o solo, com a presença de emaranhados de raízes na superfície do solo e presença de húmus verdadeiro.

Figura 43: Área de campinarana.



Fonte: Freitas, 2014.

Área de Campinarana

Fonte: Freitas, 2014.



Figura 44: Solo área de Campinarana.



Estratificação completa

Solos arenosos

Presença de emaranhados de raízes na superfície do solo

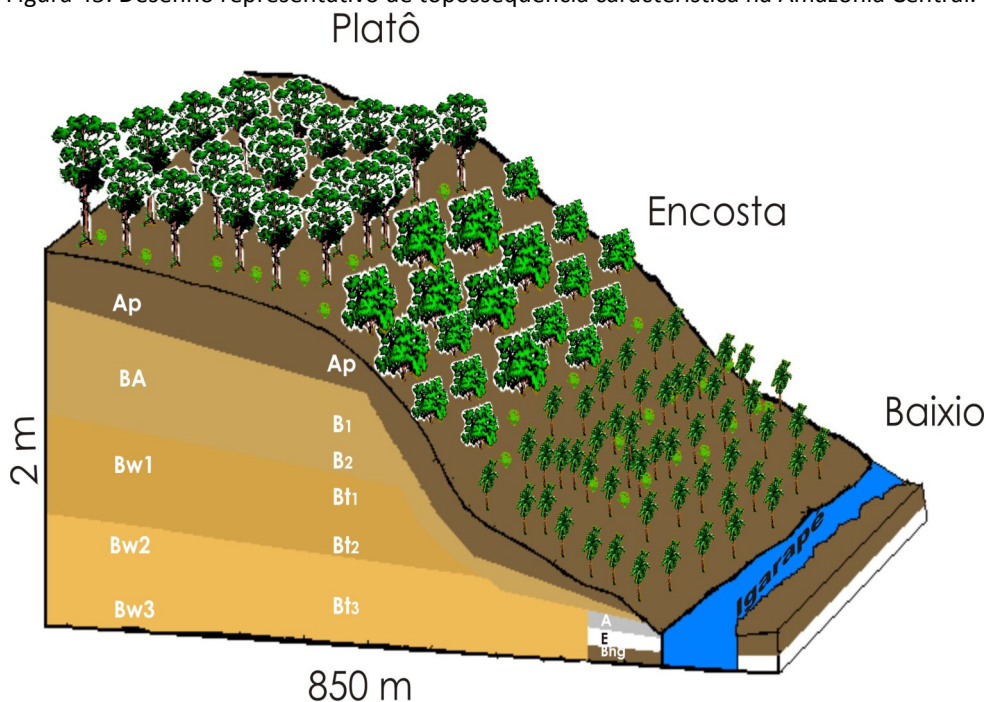
Húmus verdadeiro

Grande quantidade de liteira

Fonte: Freitas, 2014.

Posteriormente, os alunos foram conduzidos à Floresta Primária, onde perceberam as diferenças quando comparado com os dois outros ambientes visitados. Nesse, os alunos foram conduzidos a observar que a formação vegetal predominantemente era do tipo Floresta Ombrófila Densa Submontana, com a presença de árvores que atingiam 40 m de altura, apresentando solos argilosos com a existência de platô, vertente e baixio, sendo feições topográficas (Figura 45) características nas Florestas Primárias da Amazônia.

Figura 45: Desenho representativo de topossequência característica na Amazônia Central.



Fonte: Marques, 2009.

A abordagem foi realizada considerando como os ambientes poderiam contribuir para as MCGs, caso fossem alterados, e como as MCGs em curso podem interferir nos ecossistemas, destacando o ciclo do carbono e da água, bem como as suas vulnerabilidades.



Fonte: Silva, 2014.

CONCEITOS

Demonstraram-se conceitos essenciais dos processos que regem esse tema tais como: respiração, fotossíntese, transpiração e evapotranspiração.

Os alunos foram levados a observar as formas que o carbono pode ser encontrado no ambiente, bem como os caminhos que água percorre a partir do momento que chega na copa das árvores. Indicou-se durante a atividade a umidade existente na biomassa viva, morta e nas camadas superficiais do solo (Figura 46).

Figura 46: Componentes das áreas estudadas.

COT = carbono orgânico total;

COD = carbono orgânico dissolvido;

COP = carbono orgânico particulado



Fonte: Freitas, 2014.

Os alunos perceberam a importância da manutenção dos recursos naturais para a manutenção adequada do clima, pois, uma das principais razões para a importância das florestas tropicais na questão das mudanças climáticas é o estoque de carbono que elas contêm, seja na biomassa no solo, rios e/ou igarapés. Por meio da fotossíntese, as florestas absorvem o carbono da atmosfera e liberam o oxigênio. Esse carbono absorvido na forma de gás carbônico é transferido para todas as partes da planta. Assim, as florestas funcionam como grandes depósitos de carbono (HIGUCHI e CAMPOS, 2009).

Quanto aos ENFs com solos arenosos (Campina e Campinarana), enfatizou-se a potencialidade da rápida capacidade de emissão de carbono para a atmosfera, já que não apresentam a argila para proteger o carbono. Além disso, a campinarana apresenta muita liteira fina sobre o solo, que em uma situação de fogo, pode emitir rapidamente esse carbono para a atmosfera em grande intensidade, diferente da campina e floresta primária. Entretanto, na floresta primária devido ao maior diâmetro e altura da biomassa viva, estoque de carbono no solo devido à ação da argila, apresenta um maior potencial de armazenamento de carbono (MARQUES et al., 2015).

Quanto à interferência desses ambientes no ciclo hidrológico, destacou-se o papel desses ENFs por meio do acúmulo de água na biomassa viva e morta, bem como o armazenamento desse recurso em camadas profundas do solo (floresta primária), que por meio da evapotranspiração pode

interferir diretamente nos ciclos de chuvas da Amazônia e em outras regiões do Brasil (FEARNSIDE, 2008).

Levando em consideração a ciclagem predominante no sistema florestal, biologicamente regulada, com intensa reciclagem de matéria orgânica, ressaltou-se que é esperado que a ciclagem de carbono e nutrientes seja alterada na medida direta em que as intervenções na floresta sejam efetuadas, com maior ou menor alteração da cobertura e da biomassa vegetal (Figura 47), (LUIZÃO, 2007).

Figura 47: Biomassa vegetal.



Fonte: Marques, 2014.

Os alunos perceberam como o desmatamento (Figura 48) interfere no clima através de mudanças na temperatura e na chuva (ARTAXO et al. 2014). A degradação ou diminuição da vegetação natural amazônica em decorrência das MCGs, provavelmente trará sérias consequências para os habitantes da região e de for a, perda de biodiversidade, regulação das chuvas, influência sobre o balanço de carbono e todos os serviços ecossistêmicos que a floresta oferece potencialmente (ARTAXO et al. 2014).

Figura 48: Desmatamento.



Fonte: Vilas Boas, 2015.

Figura 49: Atividade em área de Floresta. Amazonas, 2014.



Fonte: Silva, 2014.

Nessa perspectiva, a melhor forma de contribuir para evitar que as MCGs avancem é desenvolver trabalhos como esse, que demonstra de forma prática (Figura 49), o valor e os serviços ambientais que os ENFs amazônicos apresentam. É nesse contexto que o potencial de dreno de carbono pelos ecossistemas terrestres deve ser enfatizado (JUWARKAR et al., 2010) e a água armazenada na floresta (FEARNSIDE, 2008) possa ser valorizada, sobretudo, no sistema solo-planta-atmosfera (BILGEN et al., 2007).

3.6 Percepção dos Alunos

A partir de Atividade em ENF

Durante a verificação da aprendizagem, pôde-se perceber o quanto os alunos ampliaram seus conceitos em torno do tema trabalhado, enriquecendo o debate contextualizando os conhecimentos sobre as MCGs com os ambientes amazônicos visitados.

A partir da atividade prática, os alunos também realizaram desenhos representando os ambientes visitados. Do ponto de vista do estudo desenvolvido, os desenhos realizados foram tratados a partir do conceito de mapas mentais.

O mapa mental no seu sentido mais amplo, exerce a função de tornar visíveis pensamentos, atitudes, sentimentos, tanto sobre a realidade percebida, quanto sobre o mundo da imaginação. São chamados de mapas mentais, por realizar representações espaciais, oriundas da mente humana, que precisam ser lidas como mapeamentos (= processos) e não como meros produtos estáticos (COSGROVE, p. 2 1998, apud SEEMANN, 2003).

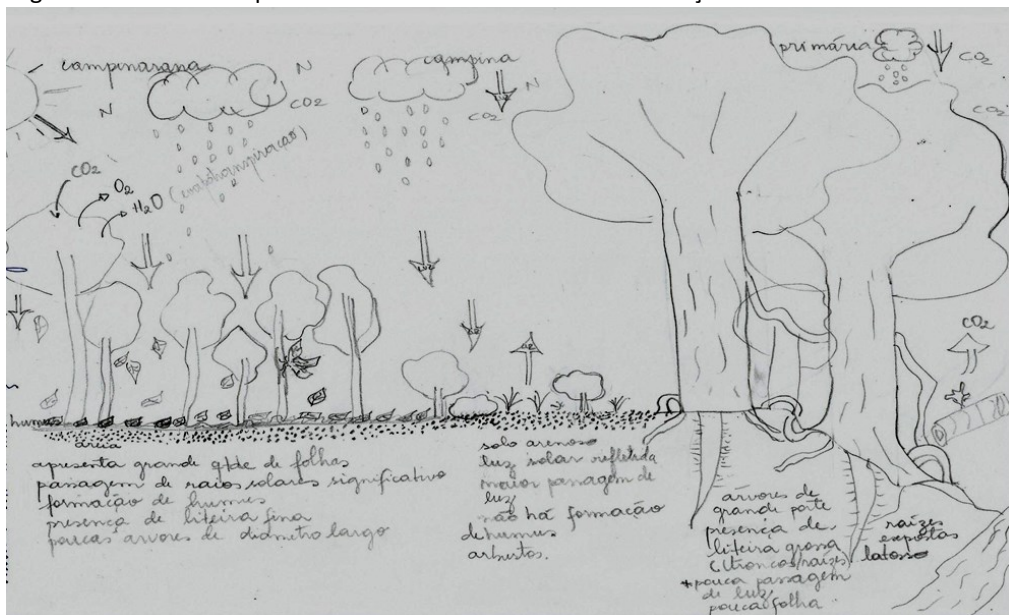
Os mapas destacados, representados em forma de desenhos a seguir, destacam a forma de como os alunos perceberam e relacionaram os ambientes aos conceitos das MCGs.

Os estímulos sensoriais, os sentimentos relacionados ao espaço e a paisagem originam-se de experiências comuns voltadas para o exterior. A percepção do

ambiente, as imagens, seus significados, as impressões absorvidas e os laços afetivos são unos em cada ser humano. Porém, o cognitivismo, a personalidade, o ambiente social e físico tem uma determinada influência direta no processo de percepção do ambiente (MELLAZO, 2005, p.47).

Ao perceberem o ambiente, os alunos demonstram o quanto se aproximaram dos conceitos desenvolvidos durante a atividade, permitindo que os mesmos compreendessem melhor as inter-relações do ser humano com o ambiente e as relações mais complexas das MCGs. Como pode ser observado na Figura 50, o aluno retrata a importância da vegetação destacando os diferentes ambientes para a manutenção do ciclo hidrológico.

Figura 50: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.



Fonte: Alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

Por meio da atividade prática, para a educação ambiental, o aluno é levado a refletir sobre suas ações no meio ambiente, como ressalta Stranz (2002, p. 230), que a educação ambiental é um processo permanente no qual os indivíduos e as comunidades tomam consciência, do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornem aptos a agir e resolver problemas ambientais presentes e futuros.

As Figuras (51 a 54) apresentam os três ambientes visitados, bem caracterizados, porém, os alunos chamaram a atenção para as possíveis interferências do homem, ocasionando impactos nestes ambientes (queimadas e derrubadas) indicando fatores que podem agravar as MCGs caso não sejam contidos.

Figura 51: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.

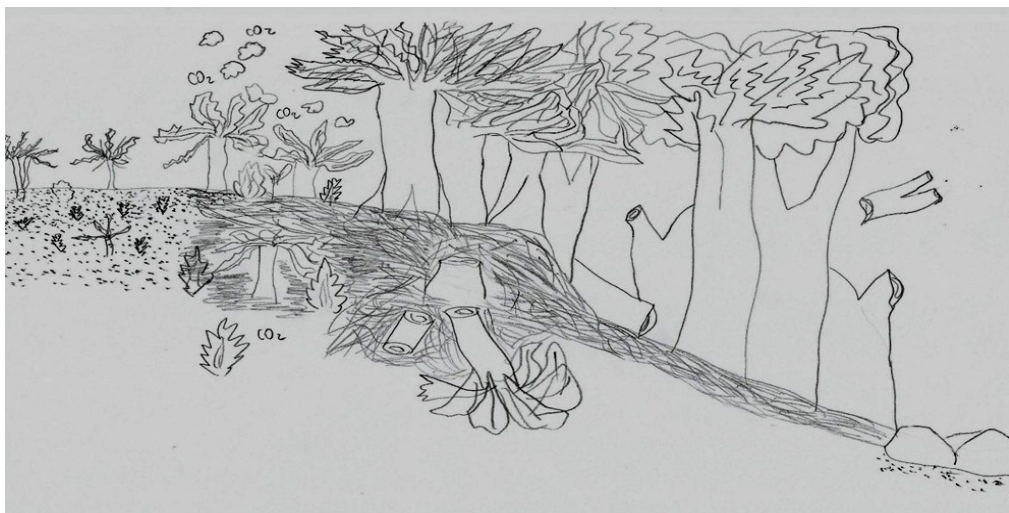
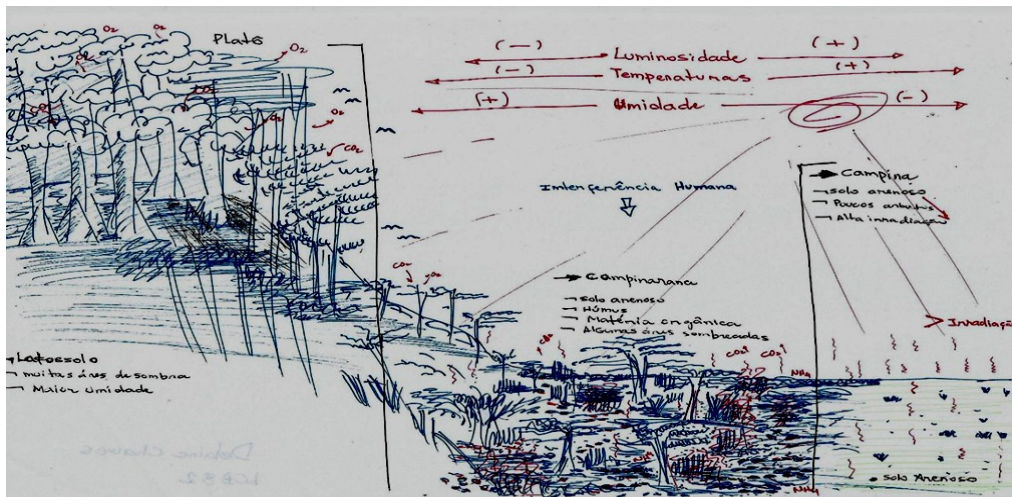


Figura 52: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.



Fonte: Alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 53: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.



Fonte: Alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 54: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.



Fonte: Alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

Os alunos retrataram nos mapas mentais as interferências negativas do homem no meio ambiente. Neste sentido, Bustamante et al. (2012, p. 80), afirma:

É importante ressaltar que o desmatamento e as mudanças no uso da terra no Brasil representam a mais importante contribuição nacional para as emissões de gases de efeito estufa. Dessa forma, o desmatamento e as queimadas de florestas e do Cerrado liberam significativos estoques de carbono presentes na biomassa e nos solos que se convertem em CO_2 atmosférico.

O desenho feito pelo aluno representado pela Figura 55, destaca a diferença de relevo dos ambientes visitados, o qual possui papel importante na formação da vegetação que irá se estabelecer nestes ambientes, destacando as áreas de platô, vertente e baixio. Cada ambiente destacado possui características específicas do local que se sofrerem algum tipo de impacto podem ocasionar um desequilíbrio no ecossistema.

Na Amazônia Central fatores topográficos, edáficos e hidrológicos são variáveis que influenciam a estrutura das florestas de terra-firme pela sua influência sobre a configuração espacial das espécies e sobre o crescimento diferencial dos indivíduos, (KLINGE e RODRIGUES, (1973), KAHN e CASTRO (1985), CLARK et al. (1999)).

A distribuição espacial destes fatores abióticos na paisagem origina três fitofisionomias denominadas platô, vertente e baixio, que diferem quanto à riqueza e composição de espécies, abundância de indivíduos e estrutural vertical e horizontal (PINHEIRO et al., 2007).

Figura 55: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.

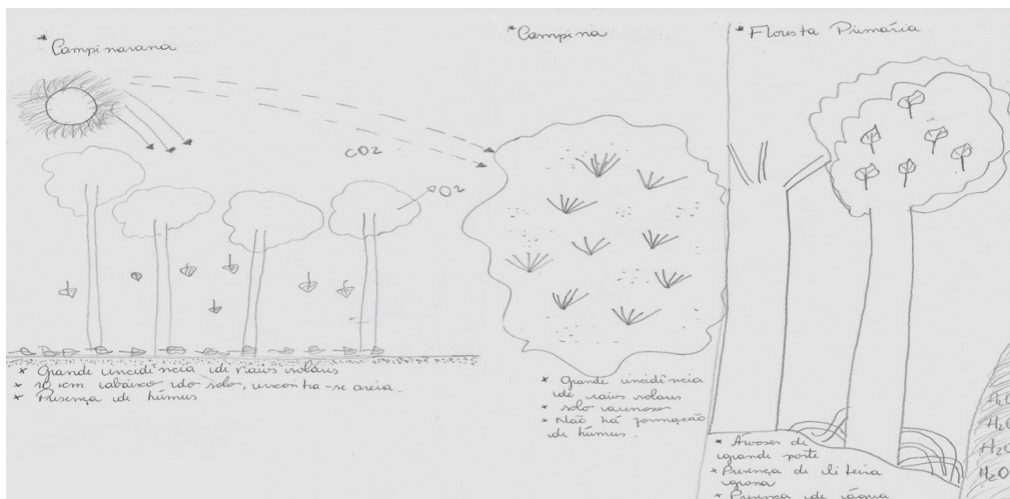


Fonte: Alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

As representações a seguir (Figuras 56 e 57) refletem as características dos ENFs visitados para o ensino das MCGs, os quais os alunos tiveram o cuidado de descrever os componentes existentes em cada ambiente, destacando a floresta como um reservatório de carbono, pois acumula

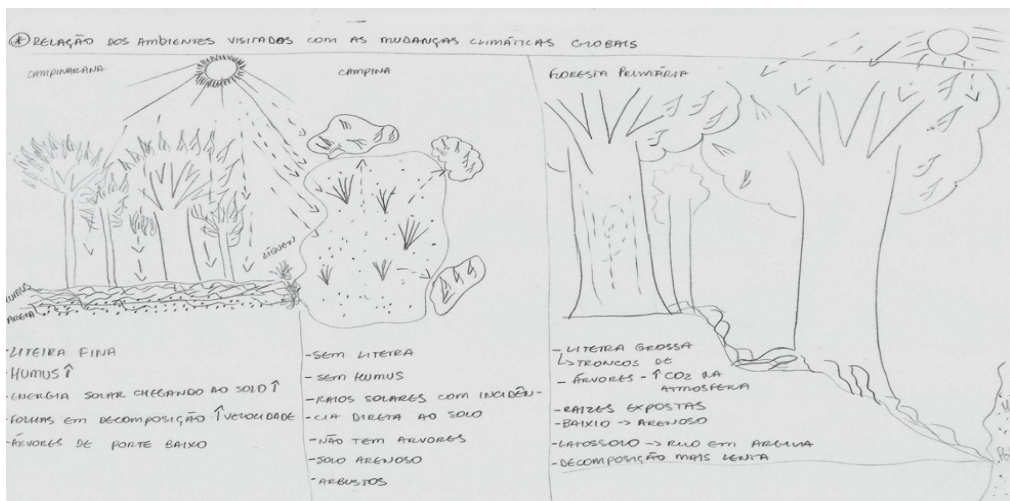
carbono na biomassa viva devido o processo fotossintético e a sua preservação tem sido apontada como alternativa para a redução da emissão dos gases do efeito estufa, principais responsáveis pelas MCGs.

Figura 56: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.



Fonte: Alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 57: Desenho representando os ENFs visitados e sua relação com as MCGs.



Fonte: Alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

Encerramos a atividade fazendo com que os alunos refletissem sobre a problemática em torno das questões ambientais que surgem a partir das MCGs. Foi de suma importância a reflexão deles sobre os conhecimentos em torno do tema, pensando nas alternativas capazes de contribuir para minimizar os impactos gerados pela mesma.

Podemos destacar que, neste momento, os alunos apontam a necessidade de políticas públicas e consciência ambiental como um caminho para contermos as MCGs ou no mínimo minimizarmos seus impactos.

Todos os alunos relataram que além de agradável e motivadora a atividade prática, os ENFs proporcionaram uma melhor compreensão dos conhecimentos em torno das MCGs. Portanto é de suma importância utilizar ambientes amazônicos para o ensino destacando suas características em função de uma aprendizagem científica e duradoura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos que este Guia venha subsidiar o ensino em torno das questões ambientais a partir das discussões sobre MCGs, contribuindo com o professor para que este desenvolva atividades diversificadas, ressignificando sua prática.

As questões que envolvem as MCGs tem despertado interesse nos vários seguimentos da sociedade, não ficando restrito ao corpo de cientistas, frente a importância deste tema.

Portanto, é importante que professores produzam materiais com recursos acessíveis que alcance as necessidades dos alunos, para que possam despertar a reflexão em torno dos problemas ambientais.

É nesse sentido, que a experiência na produção deste Guia auxiliará a difundir o conhecimento a partir de experiências vivenciadas, permitindo o favorecimento de habilidades e autonomia enquanto professor.



PENSAMENTO

Se você nunca falhou, você nunca tentou
algo novo.

Albert Einstein

REFERÊNCIAS

- ALFONSI, Livia Essi; SILVA, Rosana Louro Ferreira. **Abordagens do Tema Mudanças Climáticas na Televisão: Interações na Perspectiva da Educação Ambiental Crítica.** In: VI Encontro Pesquisa em Educação Ambiental: A Pesquisa em Educação Ambiental e a Pós-Graduação no Brasil. Ribeirão Preto, 2011.
- ALMEIDA, Danielle Portela; TERÁN, Augusto Fachin. **Aprendizagem Significativa e Seu Uso em Espaços Não-Formais.** 2011.
- ANDERSON, A.B. White-sand vegetation of brazilian Amazonia. **Biotropica**, 13(3): 199-210, 1981.
- ANDERSON, A. B.; PRANCE, G. T.; DE ALBUQUERQUE, B. W. P. Estudos sobre a vegetacao das Campinas Amazonicas, 3: A vegetacao lenhosa da Campina da Reserva Biologica INPA-SUFRAMA (Manaus-Caracai, Km 62)[Brasil; Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia; Superintendencia da Zona Franca de Manaus]. **Acta Amazonica**, 1975.
- ARTAXO, Paulo et al. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 41-46, 2014.
- BIILGEN, S.; KELES, S.; KAYGUSUZ, K. The role of biomass in greenhouse gas mitigation. **Energy Sources, Part A**, v. 29, n. 13, p. 1243-1252, 2007.
- BRAGA, P. I. S. Orquideas das campinas da Amazônia brasileira novas ocorrências para o Brasil e taxa novas para a ciência. **Bradea**, v. 3, n. 23, p. 170-173, 1981.
- BRASIL, Mec. SEF Parâmetros curriculares nacionais/Ciências Naturais. **Brasília: Ministério da Educação e Cultura–Secretaria de Educação Fundamental**, 1997.
- BRASIL, C. T. Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima. **Coordenação Geral**, 1999.
- BUSTAMANTE, Mercedes M. C.; BIELEFELD, Gabriela N.; PINTO, Alexandre de S. Mudança Climática e Ecossistemas. **Scientific American Brasil**. 2012.

CANDIDO, Luiz Antonio et al. O clima atual e futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: a questão da savanização. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 59, n. 3, Sept. 2007.

CANDIDO, Luiz Antônio; et al. **Desvendando a Ciência do Clima**. Livreto projeto PRONEX/FAPEAM – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA Manaus, Am, 2014.

CARVALHO, Georgia et al. **Perguntas e respostas sobre mudanças climáticas**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 2002.

CASTILHO, CV de. Variação espacial e temporal da biomassa arbórea viva em 64 km² de floresta de terra firme na Amazônia central. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus**, 2004.

CLARK, D.B.; PALMER, M.W.; CLARK, D.A. Edaphic factors and the landscape-scale distribution of tropical rain forest trees. **Ecology**, v. 80, n. 8, p. 2662-2675. 1999.

DIAS, Maria A. F. da S. Eventos Climáticos Extremos. **REVISTA USP**, São Paulo. n. 103 p. 33-40. 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de ciência do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 306p. 2006.

FEARNSIDE, Philip M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 80, n. 1, p. 101-114, 2008.

FERREIRA, Mariana; BARROSO, Mario; VALDUJO, Paula; COSTA, Gabriel. **A Biodiversidade da Amazônia e o ARPA in ARPA - Biodiversidade**. Programa Área Protegidas da Amazônia (ARPA): Ministério do Meio Ambiente, 2010.

GOHN, Maria da Glória. Educação não-formal na pedagogia social. In: **Proceedings of the 1. I Congresso Internacional de Pedagogia Social**. 2006.

GUERRA, Antônio Fernando et al. Mudanças climáticas, mudanças globais: desafios para a educação. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental**, 2013.

GUILLAUMET, J.-L. Some structural and floristic aspects of the forest. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 43, n. 3, p. 241-251, 1987.

HIGUCHI, Francisco; CAMPOS, Marina Thereza. **A floresta amazônica e seu papel nas mudanças climáticas**. 1 ed. Manaus. SDS/AM—Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil (1: 5.000.000)**. Ministério do Meio Ambiente e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, DF, 2004.

IPCC. **WGII AR5: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Summary for Policymakers**, 2014.

JACOBI, Pedro Roberto et al. Mudanças climáticas globais: a resposta da educação. **Revista brasileira de educação**, v. 16, n. 46, p. 135-148, 2011.

JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em extensão**, v. 7, n. 1, 2008.

JORDAN, C.F. Differences in ecosystems characteristics along environmental gradients. IN: JORDAN, Carl F. et al. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. John Wiley & Sons, 1985.

JUWARKAR, Asha A. et al. Carbon sequestration in reclaimed manganese mine land at Gumgaon, India. **Environmental monitoring and assessment**, v. 160, n. 1-4, p. 457-464, 2010.

KAHN, Francis; DE CASTRO, Aline. The palm community in a forest of central Amazonia, Brazil. **Biotropica**, p. 210-216, 1985.

KLINGE, H.; RODRIGUE, WA. Biomass estimation in a central Amazonian rain-forest. **Acta Científica Venezolana**, v. 24, n. 6, p. 225-237, 1973.

LEONEL, Camila. **Brasil e Alemanha lançam bases da Torre de Observação maior que a Eiffel**. ASCOM INPA. Agosto de 2014. Disponível em: /<<http://portal.inpa.gov.br/portal/index.php/ultimas-noticias/518-brasil-e-alemanha-lancam-na-amazonia-bases-de-torre-de-observacao-maior-que-a-eiffel>>/. Acesso em: 26 ago. 2015.

LUIZÃO, Flávio Jesus. Ciclo de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças climáticas globais. **Ciência e Cultura**, 59: 31-36, 2007.

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. MMA, Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MARQUES, J.D.O.; LUIZÃO, F.J.; TEIXEIRA, W.G.; SARRAZIN, M.; FERREIRA, S.J.F.; BELDINI, T.P.; MARQUES, E.M.A. Distribution of organic carbon in different soil fractions in ecosystems of central Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39:232-242, 2015.

MARQUES, J.D.O.; LUIZÃO, F.J.; TEIXEIRA, W.G.; ARAÚJO, E.M. Distribuição do carbono nas frações do Solo sob área de floresta. In: VIII CONEPPI: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. **Anais**. Bahia, 2013. p. 1- 6.

MARQUES, J. D. O.; LUIZÃO, F. J.; TEIXEIRA, W. G.; FERREIRA, S. J. F. Variações do carbono orgânico dissolvido e de atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 611-622, 2012.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília, 2013.

MEDINA, Ernesto; GARCIA, Victor; CUEVAS, Elvira. Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forests of the upper Rio Negro region. **Biotropica**, p. 51-64, 1990.

MELAZO, Guilherme Coelho. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares & Trilhas**, 2009.

NOBRE, Antônio Donato. Estudo de Caso de Regulação Biótica – **Amazônia, surpreendente regulador atmosférico**. Belém: INPA/LBA, 2005.

OLIVEIRA, Alexandre Adalardo de et al. **Florestas do rio Negro**. Companhia das Letras, 2001.

PBMC, 2012: **Sumário Executivo do Volume 1** – Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1o Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Volume Especial para a Rio+20. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil, 34 pp.

PBMC, 2013: Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2**. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p.

PEDROSA, Luciete. **Brasil e Alemanha inauguram na Amazônia a maior torre de pesquisa ambiental da América do Sul**. ASCOM INPA. Agosto de 2015. Disponível em: <portal.inpa.gov.br>/. Acesso em: 26 de Ago. 2015.

PINHEIRO, Taise Farias et al. Análise da variação espacial da biomassa por imagens SAR simuladas para o MAPSAR (Multi-Application Purpose SAR) em uma floresta de terra-firme da Amazônia Central. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, v. 13, p. 1809-1816, 2007.

PMPF - PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE FIGUEIREDO. **Plano de Manejo Espeleológico da Caverna do Maroaga**. Presidente Figueiredo, AM, 2004.

PRAXEDES, Gutemberg de Castro. **A utilização de espaços de educação não formal por professores de Biologia de Natal-RN**. 2009. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain Forest: an ecological study**. Cambridge University Press. 2. ed. 1996. 575p.

ROCHA, Sônia Cláudia Barroso da; FACHÍN-TERÁN, Augusto. O uso de espaços não-formais como estratégia para o ensino de ciências. **Manaus: UEA/ Escola Normal Superior/PPGEECA**, 2010.

ROCHA, Sônia Cláudia B. da; TÉRAN, Augusto Fachín. **Guia de visitas a espaços não formais amazônicos: estratégia para o ensino de ciências a partir de uma experiência no Bosque da Ciência**. 1 ed. 72p. Curitiba, PR: CRV, 2014.

RODRIGUES, Ana; MARTINS, Isabel P. Ambientes de ensino não formal de ciências: impacte nas práticas de professores do 1º ciclo do ensino básico. In: **Enseñanza de las Ciencias**. 2005. p. 1-6.

SEEMANN, Jörn. Mapas e percepção ambiental: do mental ao material e vice-versa. **Olam Cienc. Tec. Rio Claro**, v. 3, n. 1, p. 200-223, 2003.

SILVEIRA, MARCOS. Vegetação e Flora das Campinaranas do Sudoeste Amazônico (JU-008). **SOS Amazônia**, 2003.

STRANZ, A. et al. Projeto Universidade solidária–transmitindo experiências em Educação Ambiental. **I SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL; II SIMPÓSIO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E XIV SEMANA ALTO URUGUAI DE MEIO AMBIENTE**, 2002.

TAMAIU, Irineu. **Educação ambiental & Mudanças Climáticas: Diálogo Necessário num Mundo em Transição**. Parâmetros e diretrizes para a Política Nacional de Educação Ambiental no contexto das Mudanças Climáticas causadas pela ação humana. Brasília/DF, 2013.

TOLENTINO, Mario; ROCHA-FILHO, Romeu C. A química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, n. 8, 2014.

VIEIRA, Valéria; BIANCONI, M. Lucia; DIAS, Monique. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

APÊNDICE A

LISTA DE SIGLAS CITADAS

Siglas	Significado
MCGs	Mudanças Climáticas Globais
LCB	Licenciatura em Ciência Biológica
ENFs	Ensino em Espaços Não Formais
IPCC (sigla em inglês)	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
GEE	Gases de Efeito Estufa
MPET	Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico
IFAM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
ENFs	Espaço não Formal
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
WRI	World Resources Institute

Siglas	Significado
LBA	Experimento de Grande Escala da Biofesa e Atmosfera da Amazônia
RAINFOR	Rede Amazônica de Inventários Florestais
MOS	Matéria Orgânica do Solo
COD	Carbono Orgânico do Solo
FLL	Fração Leve Livre
COS	Carbono Orgânico do Solo
COVs	Compostos Orgânicos Voláteis
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
ATTO (sigla em	Torre alta da Amazônia

Este Guia é uma ferramenta para auxiliar professores e alunos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas ou áreas afins, para a realização de uma aula a partir de uma estratégia didática para o Ensino de Mudanças Climáticas Globais em espaços não formais da região amazônica. Para esta construção foi disponibilizado a experiência vivenciada nas áreas da Reserva Biológica de Campina/campinarana do INPA e Floresta Primária na BR 174. O Guia traz contribuições importantes para a utilização desses espaços para explorar o temas das MCGs ou temas relacionados.



Fonte: Freitas, 2014.